

Antti Piippo

**EKG-SIGNAALIN MITTAAMINEN JA
MOBIILISOVELLUKSET DIABETEKSEN HOIDOSSA**

EKG-SIGNAALIN MITTAAMINEN JA MOBIILISOVELLUKSET DIABETEKSEN HOIDOSSA

Antti Piippo
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Tietotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tutkinto-ohjelma, suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Antti Piippo

Opinnäytetyön nimi: EKG-signaalin mittaaminen ja Mobiilisovellukset diabeteksen hoidossa

Työn ohjaajat: Terhi Holappa, Jukka Jauhiainen, Riika Ruotinen ja Kaisa Orajärvi

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018

Sivumäärä: 63 + 9 liitettä

Opinnäytetyö tehtiin koosteopinnäytetyönä, jonka kokeilu aloitettiin vuodesta 2014 alkaen. Työn olisi voinut halutessa tehdä yhdessä osassa. Ensimmäistä osaa varten annettiin mahdollisuus tutkia jotain itseään kiinnostavaa aihetta ja tehdä siitä selvitystä. Idea ensimmäisen työn aiheeseen tuli Kaisa Orajärveltä ja oma kiinnostus aiheeseen syttyi sen pohjalta. Toisen työn aiheen sain koulun sähköpostin kautta.

Ensimmäisessä opinnäytetyön osassa käsitellään sydämen kuvantamiseen käytettävän EKG-laitteen toimintaa ja sen käyttöön liittyviä häiriöitä ja virheitä. Yllättävää oli eri virheiden ja häiriöiden määrä, jotka vaikuttavat EKG-käyrään ja siten tekevät tuloksista käyttökelvottomia. EKG:n toiminta oli yllättävän yksinkertaista, kun perehtyy aiheeseen liittyvään sanastoon. Sama koskee sydämen toimintaa. Ensimmäinen osa ei sisällä omia tutkimuksia, sillä sivumäärä oli rajallinen. Ensimmäisen osan aineisto saatiin lääketieteellisistä kirjoista ja lehdistä sekä internetin tiedellisistä lähteistä. Aihe on kiinnostava ja se motivoi paneutumaan työntekoon.

Toisessa osassa tarkasteltiin diabeteksen hoitoon suunnattujen sovellusten markkinanäkymiä ja sovellusten laatua ja toimivuutta kyseisen sairauden hoidossa. Työhön kuuluu tekijän oma selvitys diabeteksen hoitoon suunnatuista mHealth-sovelluksista sekä muiden tekemien tutkimusten analysointia. Markkinoilla on paljon heikkolaatuisia diabetessovelluksia, jotka eivät tuota riittävän suurta latausmäärää ollakseen tuottavia. Kysyntää on sen sijaan laadukkaille sovelluksille. Työntuloksena voidaan todeta, että diabetes mHealth-sovelluksilla on hyvät markkinanäkymät kasvavan älypuhelinien käytön ja diabeteksen yleistymisen vuoksi. Työ toteutettiin tutkimusmenetelmällä.

Asiasanat: omahoito, diabetes, kustannustehokkuus, mHealth

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences

Degree programme in Information Technology and Telecommunication, Medical Engineering

Author: Antti Piippo

Title of thesis: EKG-signaalin mittaaminen and Mobiilisovellukset diabeteksen hoidossa

Supervisors: Terhi Holappa, Jukka Jauhiainen, Riika Ruotinen and Kaisa Orajärvi

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018

Pages: 63 + 9 appendices

This Thesis was made in parts in a new Information Technology degree program, which started in 2014. The goal of this thesis is to examine app that are for managing diabetes. In the thesis different mobile apps are evaluated based on their features and quality. In the first part one could choose to examine something that one finds interesting. The idea for the first part of the thesis came from Kaisa Orajärvi, one of the teachers in our school. The Subject for the second part of the thesis came from email from another teacher, Terhi Holappa, and the interest for the subject started from that.

The first part of the thesis is about Electrocardiography (ECG) devices and about the errors and interferences that effects the ECG curve. ECG is used to measure heart electrical activity to determine possible problems in the function of the heart or for tracking physical activity. There are surprisingly many kinds of errors and sources of interference that effect the ECG curve making it unusable. The functionality and usage of ECG devices is surprisingly simple when the related vocabulary is learned. The same applies to heart function. The first part does not contain any own studies, because the number of pages was limited. The information in the first part of the thesis came from medical journals and scientific internet sources. The topic was interesting which motivated to continue working.

The second part looked at the market cap, quality and functionality of diabetes apps. The second part contains authors own statement study on diabetes mHealth apps and the analyzing of other studies conducted on the matter. There are a lot of low quality apps on the market that doesn't get enough downloads to be profitable. Instead, there is demand for high quality applications.

As a result, diabetes apps have a good marked outlook due to growing use of smartphones and because of the rapidly growing number of people affected by diabetes. This thesis was made in research method.

Keywords: diabetes, mhealth, self-care, cost-effectiveness

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 OPINNÄYTETYÖN ENSIMMÄISEN OSAN ESITTELY	7
3 OPINNÄYTETYÖN TOISEN OSA ESITTELY	8
4 YHTEENVETO	9
LIITE 1 EKG-signaalin mittaaminen	
LIITE 2 Mobiilisovellukset diabeteksen hoidossa	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin koosteopinnäytetyönä kahdessa osassa. Koosteopinnäytetyö on informaatioteknologian koulutusohjelman kokeilu, joka aloitettiin vuonna 2014. Ensimmäisen osan laajuus on 5 opintopistettä ja toisen 10 opintopistettä. Opinnäytetyön osat eivät liity toisiinsa vaan käsittelevät eri aiheita. Mahdollisuus tehdä opinnäytetyö osissa lisää vapautta ja jakaa työmäärää tasaisemmin opiskelujalle.

Päädyin koosteopinnäytetyöhön, koska mielenkiintoisia opinnäytetyön aiheita oli paljon ja halusin perehtyä kattavasti useampaan aiheeseen.

Ensimmäisen opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä EKG-laitteiden toimintaan ja tutkimustilanteissa yllättävän yleisiin virheitä ja häiriöitä aiheuttaviin syihin. Virheiden ja häiriöiden määrää EKG-tutkimuksissa voidaan minimoida mm. koulutuksen, huolellisuuden, potilaan neuvomisen ja teknologisen kehityksen avulla. Virheellisiä EKG-tuloksia ei voi hyödyntää hoitosuunnitelman laatimiseen. EKG-virheiden ja häiriöiden havaitseminen ja poistaminen ovat potilasturvallisuuden kannalta tärkeää.

Opinnäytetyön toisen osan tavoitteena oli selvittää diabetessovelluksien ominaisuuksia, laatua ja markkinanäkymiä ja arvioida samalla mahdollisuutta ja kannattavuutta lähteä kehitystyöhön mukaan siitä syystä, että diabetekseen sairastuneiden määrä on Suomessa ja maailmalla jatkuvassa kasvussa.

2 OPINNÄYTETYÖN ENSIMMÄISEN OSAN ESITTELY

Opinnäytetyön ensimmäisessä osassa tarkasteltiin EKG-laitteita ja niiden käyttötarkoituksia (Liite 1). Työn alkuvaiheessa tutustuttiin aiheeseen liittyvään sanastoon, laitteisiin ja niiden toimintaperiaatteeseen. Työssä ei tarkastella tarkemmin, mitkä tekijät johtavat sydämen vajaatoimintaan. Työn päätavoitteena oli tarkastella niitä tekijöitä, jotka aiheuttavat virheitä tai häiriöitä EKG:n toiminnassa.

Monitori-EKG-mittaria käytetään akuutissa tilanteessa tunnistamaan välitöntä apua tarvitsevat potilaat. Monikytkentäistä EKG:tä käytetään hoitotoimenpiteisiin johtavissa päätöksissä. Lisäksi on olemassa pitkäaikaisrekisteröintijärjestelmiä, joilla EKG:tä tarkastellaan vuorokauden tai pitemmän ajan jaksoissa. Markkinoilla on myös omaan käyttöön tarkoitettuja EKG-laitteita, joita ei käytetä diagnosointien tekemiseen vaan mm. liikunnallisen suorituksen tai vireystilan seurantaan.

Tuloksena todettiin, että virheitä aiheuttavat mm. huonosti kiinnitetyt, väärin sijoitetut tai toisiinsa koskevat anturit, kalibrointiongelmat ja tutkimustiloissa olevat langattomat laitteet. Häiriöitä aiheuttavat tutkimusympäristö, hoitajan toiminta tai potilaan liikkeet.

3 OPINNÄYTETYÖN TOISEN OSAN ESITTELY

Opinnäytetyön toisen osan aiheena on mobiilisovellukset diabeteksen hoidossa (Liite 2). Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella markkinoilla olevien diabeteksen omahoitoon tarkoitettujen mobiilisovelluksien laatua, ominaisuuksia ja markkinatilannetta sekä selvittää millaisille uusille diabetessovelluksille olisi kysyntää. Opinnäytetyö toteutettiin tutkimusmenetelmällä. Työn haasteena oli markkinoilla olevien diabetessovellusten valtava määrä. Tutkimusalue rajattiin pienemmäksi ottamalla vertailtaviksi vain Google Play ja Apple App Store -sovelluskaupoissa myynnissä olevia diabeteksen hoitoon suunnattuja sovelluksia ja keskittymällä suosituimpiin ja ladatuimpiin sovelluksiin. Aihetta on aiemmin tutkinut Research2guidance raportissaan Diabetes App Market Report 2016-2021.

Opinnäytetyön yhtenä osana oleva diabetessovellusten vertaileva tutkimus tehtiin USBIMED -nimiselle yritykselle. USBIMED tarjoaa valmennus, asiantuntija- ja koulutuspalveluita liittyen terveysteknologian laitteiden ja ohjelmistojen turvallisuuteen, käytettävyyteen ja käyttöönottoon.

Omaan vertailevaan tutkimukseen kuuluu Word-tiedosto ja Excel-taulukko, jossa vertailuun valittujen sovellusten jokainen eri ominaisuus listattiin omaan sarakkeeseensa. Tämän lisäksi tarkasteltiin muiden tekemiä tutkimuksia diabetessovellusten markkinanäkymistä, sovellusten toimivuudesta diabeteksen hoidon tukena ja tutkimuksia, jotka tarkastelivat diabetessovellusten laatua.

Lopputuloksena todettiin, että markkinoilla on todella runsaasti diabeteksen omahoitoon tarkoitettuja sovelluksia, mutta sovellusten laatu vaihtelee selvästi. Markkinat ovat keskittyneet muutamien harvojen sovellusten tarjoajien hallintaan, eikä yksikään sovelluksen valmistaja ei ole vielä saanut merkittävää etumatkaa muihin nähden. Ilman joukosta erottuvaa sovellusta on vaikea saada näkyvyyttä ja riittävää myyntiä, sillä tarjonta ylittää kysynnän. Sovellusten laadussa on paljon puutteita ja laadukkaammille sovelluksille on paljon kysyntää. Markkinoilla on siis kilpailumahdollisuuksia laadukkaille diabetessovelluksille.

4 YHTEENVETO

Opinnäytetyön ensimmäisen osan kirjoittaminen opetti paljon EKG-laitteiden toiminnasta, mistä varmasti on hyötyä työelämässä. Aihetta tutkiessa tieto ihmisen fysiologiasta ja sydämen toiminnasta ja toimintahäiriöistä parantui merkittävästi. Tutkimustilanteisiin ja -tuloksiin liittyvä virheiden ja häiriöiden yleisyys oli yllättävän suurta ja vahvistaa sen, että vaikka teknologia ja ohjelmat olisivat nykyaikaisinta teknologiaa edustavia, niin siitä itsestään ei ole hyötyä, jollei laitteiden ja ohjelmistojen käyttäjiä ole perehdytetty asianmukaisesti ja perusteellisesti laitteiden ja ohjelmien käyttöön.

Opinnäytetyön toinen osa oli alueeltaan laaja ja vaati paljon aikaa. Opinnäytetyötä kirjoittaessa ja tietojen tarkastelun ja kokoamisen johdosta syntyi vahva ymmärrys diabeteksestä ja sen hoitoon liittyvistä haasteista sekä niiden asettamista vaatimuksista mobiilisovelluksille. Hoitamaton tai huonosti hoidettu ja hallittu diabetes on hengenvaarallinen sairaus, joka aiheuttaa lisävaurioita elimistössä johtaen usein ennenaikaiseen kuolemaan. Hyvin usea sairastaa tietämättään diabetesta. Suomessa kuin muuallakin maailmassa sairastuneiden määrä on voimakkaassa kasvussa, ja ala tarvitsee uusia ja innovatiivisia osaajia. Markkinoilla on runsaasti kilpailua. Alan sääntelyä ollaan muuttamassa ja se aiheuttaa haasteita alalla työskenteleville.

Opinnäytetyö antoi vahvaa tietämystä aiheesta ja lisäsi kiinnostusta suuntautua jatkossa itsekin kehittämään uusia diabeteksen hoitoon tarkoitettuja sovelluksia. Vaikeuksina oli varmistaa, että tarkistelussa olevien tutkimusten tulokset eivät olleet vielä vanhentuneet. Välillä joutui päivittämään tietoja, kun uusia tutkimuksia julkaistiin, mutta suurilta vaikeuksilta vältyttiin. Opinnäytetyötä tehdessä oppi paljon lisää terveysteknologiasta, kuten sähköimpulsseja havaitsevien sensoreiden toiminnasta, terveyssovellusten ja terveydenhuollon kehityksestä.

LIITTEET

LIITE 1 Opinnäytetyö, osa 1: EKG-signaalin mittaaminen

LIITE 2 Opinnäytetyö, osa 2: Mobiilisovellukset diabeteksen hoidossa

Antti Piippo

EKG-SIGNAALIN MITTAAMINEN

EKG-SIGNAALIN MITTAAMINEN

Antti Piippo
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

SISÄLLYS

SANASTO	4
1 JOHDANTO	5
2 SYDÄMEN SÄHKÖINEN TOIMINTA	6
3 EKG-TUTKIMUS	7
3.1 EKG-mittaukseen käytettyjä laitteistoja	7
3.2 EKG-kytkennät	8
3.3 Sydämen sähköisen toiminnan ilmeneminen EKG-käyrässä	10
4 SIGNAALIN VÄÄRISTYMISEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	12
4.1 EKG-virheet	12
4.2 EKG-häiriöt	13
4.3 Toimenpiteet virheiden ja häiriöiden poistamiseksi	14
5 YHTEENVETO	15
LÄHTEET	16
LIITTEET	

SANASTO

Artefakti	menetelmästä tai sen virheellisestä käytöstä aiheutunutta virheellistä tulosta
Depolarisaatio	jännite-eron purkautuminen. Depolarisaatiossa solukalvoon avautuu kanavia, joita pitkin kulkevat ionivirrat sisään ja ulospäin purkavat jännite-eron
Eteis-kammiosolmuke	sydämen oikean eteisen alaseinämässä sijaitseva johtojärjestelmän osa. Se hidastaa impulssia ja siten kammioden supistumista, jotta veri ehtisi eteisestä ennen kuin kammioden supistuminen käynnistyy
Hisin kimppu	eteiskammiosolmukkeen jälkeen sijaitseva johtoratajärjestelmän osa
johtoratajärjestelmä	tarkoittaa niitä sydämen osia, jotka tuottavat ja vievät sydämeen supistumista aikaansaavia sähköisiä impulsseja
P-aalto	EKG:ssä näkyvä ensimmäinen nousu. Syntyy depolarisaatiosta, eteisten aktivoitumisesta
Polariteetti	jännite-ero
PQ-aika	impulssin johtumisnopeutta eteiskammiosolmukkeessa
QRS	EKG:n helpoimmin erotettava osa, jonka aiheuttaa herätteen leviäminen kammioden sydänlihakseen
Signaali	tietoa välittävä ilmiö tai merkki. Signaalit voivat olla jatkuvia, toistuvia tai kertaluonteisia
Sinussolmuke	sydämessä sijaitseva tahdistinsolmuke. Se saa sydämen supistumisen alulle lähettämällä sähköisen impulssin
Sinusrytmi	sinussolmukkeesta lähtevä normaali sydämen syke
T-aalto	EKG:n viimeisenä näkyvä heilahdus. Se muodostuu repolarisaation aikana kahden toisistaan vastakkaisen jännite-eron tuottamasta sähkövirrasta sydämen seinämän läpi

1 JOHDANTO

EKG eli sydänfilmi on yleinen terveydenhoidossa käytetty tutkimus. Se kuvaa sydämessä tapahtuvia sähköisiä signaaleja, ja sitä kautta mallinnetaan sydämen toimintaa. EKG:tä käytetään pääosin rytmihäiriöiden etsimiseen ja sydäninfarktin diagnosointiin ja paikantamiseen. EKG paljastaa myös sydämessä tapahtuneen tulehdustilan ja kertoo sydämen nestetasapainon häiriöstä ja myrkytystiloista. EKG-rekisteröinti tarjoaa merkittäviä etuja: kun sairaus diagnosoidaan aikaisessa vaiheessa, voidaan hoito aloittaa ennen kuin sairaus etenee pitkälle. Tutkimus ei aiheuta vaaraa käyttäjälle.

EKG antaa toisinaan vääriä tuloksia. Työssä selvitetään, mitkä tekijät vaikuttavat EKG-signaalin vääristymiseen ja esitetään mitä virheiden eliminoimiseksi voidaan tehdä. Virhetuloksia voivat aiheuttaa mm. tutkimustiloissa sijaitsevat muut langattomat laitteet, hoitajan huolimattomuus ja tutkittavaan henkilöön liittyvät syyt. Työssä ei tarkastella tarkemmin, mitkä tekijät johtavat sydämen vajaatoimintaan.

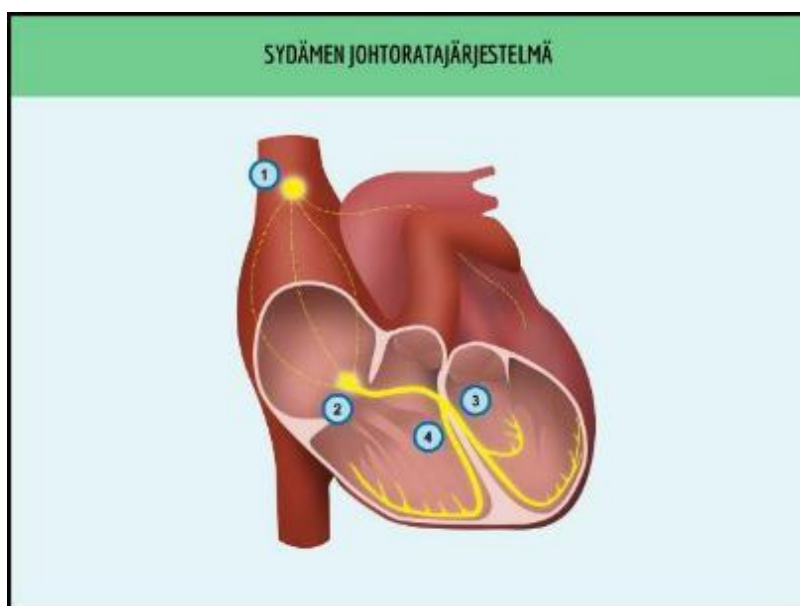
Sydän- ja verisuonisairaudet kuuluvat suomalaisten kansantauteihin. Sydän- ja verisuonisairauksien hoito maksaa yhteiskunnalle vuosittain noin 918 miljoonaa euroa. Sydänsairauksien hoito muodostaa 17 % kaikista hoitokustannuksista eli merkittävän osan terveydenhuollon kustannuksista ja aiheuttaa suurta rasitetta kansantaloudelle. Julkinen terveydenhoito hakee kustannusten säästöä ja EKG-signaalien mittaamiseen liittyviin laitteisiin ja menetelmiin kehittämiseen kytkeytyy monenlaisia kiinnostavia innovaatiomahdollisuuksia.

Sekä julkisen terveydenhuollon että yksityisellä puolella on markkinoita erilaisille, sairastumisriskin ennakoointiin kehitettävälle kannettaville pienille etälaitteille. Kalifornian yliopistossa tehdyssä pitkäaikaistutkimuksessa todettiin, että oireettomienkin iäkkäiden ihmisten EKG-käyrien pienetkin poikkeavuudet ennakoivat sairastumista sepelvaltimotautiin tai sydäninfarktiin.

2 SYDÄMEN SÄHKÖINEN TOIMINTA

Sydämen impulssin-johtoratajärjestelmä tarkoittaa niitä sydämen osia, jotka tuottavat ja vievät sydämeen supistumista aikaansaavia sähköisiä impulsseja.

Sydämen supistuminen lähtee liikkeelle sydämen oikean eteisen seinämässä olevan sinussolmukkeen [1] lähettämästä sähköisestä impulssista eli herätteestä. Sinussolmuke lähettää lepotilassa herätteen noin sekunnin välein. Heräte laukaisee ketjureaktion; sähköimpulssi kulkeutuu eteisten läpi eteiskammiosolmukkeeseen [2] aiheuttaen vasemman ja oikean eteisen supistumisen. Seuraavaksi sähköimpulssi siirtyy kammiodien johtoratajärjestelmän vasemman [3] ja oikean haarakkeen [4] kautta kammioihin supistaen ne. Supistuksen seurauksena veri siirtyy sydämen oikeasta puoliskosta keuhkoihin ja aortan kautta vasemmasta puoliskosta kaikkialle elimistöön. Rasitustilanteessa riippumattomasti toimiva autonominen hermosto yhdessä veren hormonien kanssa lisää syketäajuutta. (1.) (kuva 1.)



KUVA 1. Sydämen johtoratajärjestelmä (2.)

3 EKG-TUTKIMUS

Elektrokardiografialla eli EKG:llä tarkoitetaan sydämen sähköpotentiaalimuutosten rekisteröintiä käyrän muodossa. EKG-tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella sydämen toimintaa ja paljastaa mahdollisia heikkouksia sen toiminnassa. (3.) EKG-käyrästä voidaan tarkastella sydämen rytmin tasaisuutta, päätellä sydämen rakenteellisia poikkeamia, paljastaa sydämen nestetasapainon häiriöitä ja myrkytystiloja. EKG-aaltojen muotojen perusteella voidaan tehdä päätelmiä sydämen lihaseinämän rakenteesta ja patologisista muutoksista (kuten paksuuntumisesta), arpeutumisesta tai sidekudossäyksestä. Aaltomuotojen vaihtelun suuruus ja vaihtelutiheys antavat tietoa puolestaan sydänsairauden kehitystasesta ja vakavuudesta. Tyypillisiä rytmihäiriöiden oireita ovat lisälyönnit, takakardiat eli tiheälyöntisyyskohtaukset, eteis- ja kammiovärinä, hidas syke, sydämenpysähtely ja sykevariaatio eli sykkeen vaihtelu keskisykkeen ympärillä. (4.)

3.1 EKG-mittaukseen käytetyt laitteistoja

EKG-mittaus voidaan tehdä joko monitori-EKG-mittarilla tai monikytkentäisellä-EKG:llä. Akuutissa tilanteessa käytetään monitori-EKG:tä, jotta tunnistetaan ensihoidossa välitöntä hoitoa vaativat potilaat. Monitori-EKG:n perusteella voidaan tehdä päätelmiä sydämen rytmistä ja johtumishäiriöistä. Lisäksi voidaan alustavasti arvioida mahdollisia elektrolyyttihäiriöitä sydämessä.

Monitori-EKG:n tulokset antavat suuntaa diagnostiikassa, mutta hoitotoimenpiteisiin johtavat päätökset täytyy tehdä vähintään 13-kytkentäistä EKG:tä käyttämällä (6 raajakytkentää ja 7 rintakytkentää). Nykyisten suositusten mukaan kaikissa ensihoitoyksiköissä pitäisi olla valmiudet 14-kanavaisen EKG:n taltioimiseen (normaalikytkennät, V4R sekä V8). (5, s.137.)

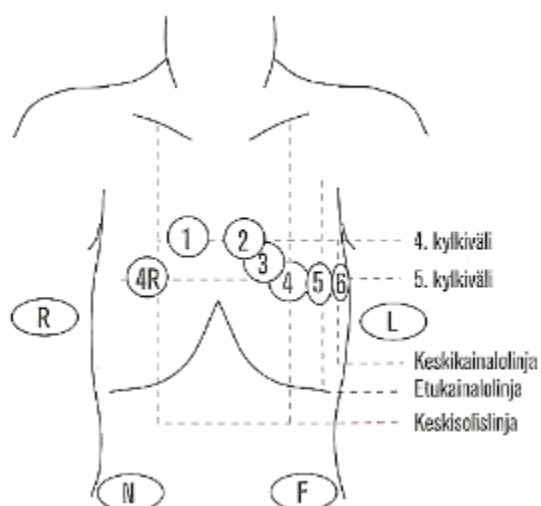
Lisäksi on käytössä pitkäaikaisrekisteröintijärjestelmiä, joilla tarkkaillaan EKG-rytmihäiriöitä vähintään vuorokauden ajan. Näiden laitteiden avulla havaitaan epäsäännölliset ja epänormaalit EKG-rytmit potilaan normaalissa arjessa. Pitkäaikaisseuranta soveltuu

tilanteisiin, jossa potilaalla on tai epäillään olevan sepelvaltimo-ongelmia tai kun halutaan arvioida tahdistinlaitteen toimintaa ja rytmihäiriölääkkeiden annostelua. (5, s.138–139.) Lapsille ja vastasyntyneille on erikseen omat pienikokoisemmat EKG-laitteet.

Markkinoilla on jo laitteita, joilla voi itse mitata oman EKG-käyränsä. Pienikokoinen HeartBug-laite tallentaa sydämen käyrää 24 tunnin ajan. Laite voidaan kytkeä tietokoneeseen ja siirtää tulokset verkkopalveluun, joka muodostaa tuloksista raportin. (6.) Tampereen teknillisessä yliopistossa on meneillään HealtSens-projekti, jossa kehitetään ihoon kiinnitettävää laastarin kaltaista mittauslaitetta. Taipuisaan kalvoon tulostetulla elektrodilla kerätään fysiologista tietoa sydämen sähköimpulsseista. (7.) VTT:n kehittämä älykännykkään liitettävä Beat2Phone-lisälaite mahdollistaa sydänfilmin seurannan kännykästä. Sen avulla voi mm. havaita rytmihäiriötä ja stressin aiheuttamia muutoksia sykkeessä. Tulokset voi halutessaan lähettää lääkärille sähköisesti. Laitteen käyttö ei rajoita työskentelyä tai liikkumista, joten laitetta voi käyttää, vaikka seuraamaan työntekijän tai urheilijan vireystilaa ja fyysistä jaksamista. (8.) eMotion Faros on Mega Elektronikka Oy:n kehittämä laite EKG:n reaaliaikaiseen mittaamiseen tai pitkäkestoiseen sydänkäyrän tallentamiseen. Painoa laitteella on vain 13 grammaa, joten se kulkee helposti, vaikka kaulalla. (9.)

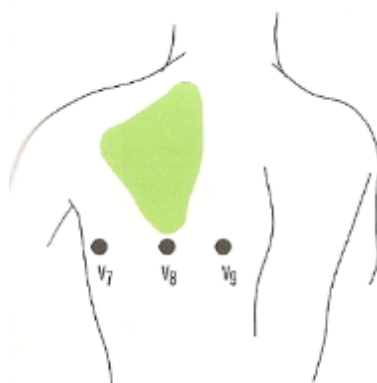
3.2 EKG-kytkennät

Tutkimuksessa potilaan ihoon kiinnitetään elektrodeja, jotka vahvistavat ja suodattavat signaaleja. Elektrodit kytketään raajoihin, rintaan ja selkään. Elektrodit tulee kiinnittää tarkasti oikeisiin kohtiin kehoa. Ihon täytyy olla kuiva, sileä ja hilseilevälle iholle laitetaan defibrillointigeeliä. Raajakytkenät (I, II, III, aVR, aVL, aVF) tehdään neljällä raajaelektrodilla ja rintakytkenät (V1-V6) kuudella elektrodilla. Elektrodeissa on värikoodimerkintä ja useimmiten oikeista kytkennöistä on olemassa kaavakuva. Kolmastoista kytkentä (V4R) taltioidaan niin, että siirretään V4-elektrodi rintakehän vasemmasta oikeaan keskisolislinjaan ja V8 siirtämällä esim. V5 selkään lapaluun kärjen tasolle. (kuva 2.)



KUVA 2. EKG:n rintakytkennät (5, s. 138.)

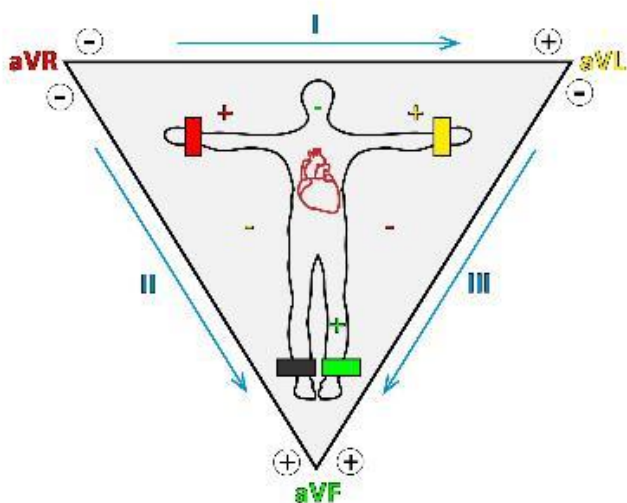
13-kanavainen kytkentä kuvaa puutteellisesti sydämen takaseinän sähköistä toimintaa. Tämä ongelma on ratkaistavissa lisäämällä EKG-elektrodeja selkäpuolelle. (5, s. 139.) (kuva 3.)



KUVA 3. Selkäkytkennät V7, V8 ja V9 (5, s. 139.)

ST-nousuinfarktipotilaalle tehdään 14-kytkentäinen EKG-tutkimus (10). Naisille tehdyssä tutkimuksessa V4, V5 ja V6 sijoitetaan yleisemmin rintojen alle, eikä päälle (11).

Normaalit raajakytkennät (Einthoven I, II, III) rekisteröidään kiinnittämällä elektrodit potilaan ranteisiin ja nilkkoihin, yleisimmin sisäpuolelle. Myös kehon proksimaaliosia tai muita vastaavia kehon osia, kuten lonkkia ja olkapäitä, voidaan myös käyttää. Molempien käsien elektrodit muodostavat kytkennän I (yleisimmin punainen ja keltainen liitin), oikea käsi ja vasen jalka kytkennän II (punainen ja vihreä liitin) sekä vasen käsi ja vasen jalka kytkennän III (keltainen ja vihreä liitin). Potilaan oikeaan jalkaan kytketään yleisimmin musta maajohto. Vahvistetuissa raajakytkennöissä (aVR, aVL ja aVF) kukin raaja-elektrodi on vuorollaan positiivinen elektrodi ja loput kaksi ovat yhteen liitettyjä negatiivisia elektrodeja. (12.) (kuva 4.)



KUVA 4. Raajakytkennät (13.)

3.3 Sydämen sähköisen toiminnan ilmeneminen EKG-käyrässä

Tulokset ilmaistaan piirturin avulla. Aika esitetään vaakatasossa ja jännite pystytasossa. Perus- eli isoelektroninen viiva näkyy käyrässä vaakasuorana viivana. (Liite 1.) Sydämessä ei tapahdu mitattavaa sähköistä toimintaa, kun peruselektrodinen viiva on näkyvissä. Sydäimestä mitatut signaalit voivat joko kulkea elektrodia päin tai siitä pois päin.

Elektrodia kohti kulkevat signaalit näkyvät käyrässä perusviivan yläpuolella olevina kouhmina, ja elektrodista poispäin kulkevat signaalit näkyvät perusviivan alapuolella. Käyrän korkeus kertoo signaalin jännitteen. (14.)

Sydämen sähköinen toiminta näkyy EKG-käyrässä P-, QRS- ja T-heilahduksina eli –aaltona ja niiden väliaikoina.

Sinussolmukkeesta lähtevän herätteen laukaisema eteisten supistuminen näkyy EKG:ssä P-aaltona. P-aalto on normaalia rytmiä ja sitä kutsutaan myös sinusrytmiksi. AV-solmukkeessa heräte etenee hitaammin, mikä näkyy EKG:n PQ- eli PR-välinä. Normaali johtumisviive eteisten ja kammioden välillä on 140–200 millisekuntia. AV-solmukkeen jälkeen herätteen kulku johtoratajärjestelmässä on taas hyvin nopeaa. Lyhyen yhteisen osan (Hisin kimppu) jälkeen johtorata haaroittuu oikeaan ja vasempaan haaraan. Vasen haara jakaantuu edelleen etu- ja takahaarakkeiksi. Jonkin haaran johtuvuudessa olevia häiriöitä kutsutaan haarakatkoksiksi.

Seuraavaksi impulssi etenee kaikkialle kammioden sydänlihakseen, joka aktivoituu ja supistuu. Tämä vaihe sydämen toiminnassa näkyy EKG:ssä QRS- eli kammiokompleksina. Ensimmäinen perusviivasta alaspäin suuntautuva heilahdus on Q, sitä seuraava ylöspäin suuntautuva osa on R ja viimeinen alaspäin suuntautuva osa on S. Sydämen eteisten ja kammioden aktivoitumisten ja supistumisten jälkeen seuraa palautumisvaihe, joka näkyy EKG:ssä ST-välinä ja T-aaltona. Palautumisvaihetta kutsutaan repolarisaatioksi. Tällöin sydänlihassolujen sisä- ja ulkopuolen jännite-ero eli polariteetti palautuu. Jänniteeron purkautuminen eli depolarisaatio on supistumisen aikaan saava signaali. (15.) (kuva 5.)



KUVA 5. Sydämen normaali käyrä osineen (16.)

4 SIGNAALIN VÄÄRISTYMISEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Tutkimusmenetelmästä tai sen virheellisestä käytöstä aiheutunutta virheellistä tulosta kutsutaan artefaktiksi. (17, s. 50) Nämä valitettavan yleiset virheelliset tulokset EKG-käyrässä eivät johdu sydämessä olevasta ongelmasta, vaan ne ovat rekisteröijän tai tutkitavan toiminnan tai tutkimusympäristön aiheuttamia. Vaikka rekisteröintilaitteet ovat koko ajan kehittyneet ja hoitajakoulutus parantunut, ovat artefaktit edelleen aika yleisiä. Potilaan tutkimuksen ja hoidon kannalta on tärkeää, että mahdolliset EKG-häiriöt huomataan jo käyrää rekisteröidessä. Heikkolaatuista EKG-käyrää ei voi hyödyntää diagnoosin tekoon. (18.)

4.1 EKG-virheet

Virheitä voi aiheuttaa antureiden virheellinen sijoittelu, johdinten liittämismvirheet, elektrodien irtoaminen tai huono elektrodikontakti potilaaseen. Varsin yleinen tulkintaongelma aiheuttava virhe tapahtuu rintaelektrodien sijoittelussa; elektrodit sijoitetaan yhtä tai kahta kylkiluuväliä liian ylös. V5- ja V6- elektrodien sijoittelussa on usein myös ongelmia.

V1 ja V4 kytkennät voivat vaihtaa paikkaa, jolloin myös kyseisten kytkentöjen käyrät vaihtavat sijaintiaan. Virhe on siis helppo erottaa EKG-käyrästä (Liite 2).

Sähköiseksi sillaksi kutsutussa ilmiössä kaksi tai useampi elektrodi koskevat toisiinsa. Tutkitavan hikoilu tai kontaktin synnyttämisessä käytetty elektrodipasta muodostavat sähköisen yhteyden elektrodien välille. Sähköistä siltaa voi olla vaikea erottaa EKG-käyrästä.

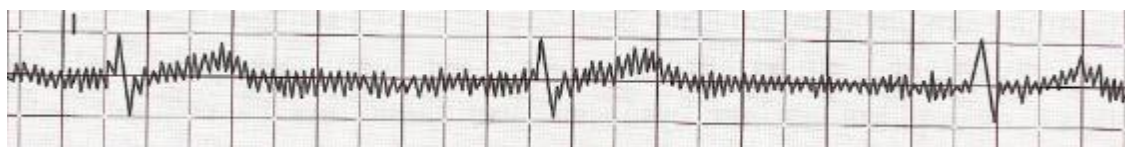
EKG-laitteen käyttö voi olla virheellistä esimerkiksi tunnistemerkintöjen, piirtonopeuden tai kalibroinnin osalta. Tutkitavan puutteelliset tai virheelliset tunnistemerkinnät voivat aiheuttaa sen, että edellisen potilaan tiedot voivat tallentua seuraavan potilaan tiedoiksi. (15.)

Skandinavian maissa EKG-rekisteröinnissä käytetty piirtonopeus on 50mm/s ja muualla 25mm/s. Volttilukema vahvistus kalibroidaan siten, että 1 mV vastaa 10 mm näytöllä. Virheellinen kalibrointi aiheuttaa käyrään väärän korkuisia kalibraatiosignaaleja (Liite 3). Vahvistuskalibroinnin ja piirtonopeuden virheet ovat nykyisin harvinaisia. Jos tällainen virhe tapahtuu, saattaa rytmihäiriötulkinnoissa, QT-ajan laskemisessa, sydämen lihasmassan arvioinnissa ja ST-tason määrittämisessä tapahtua virhearviointia. (4, s.60.)

4.2 EKG-häiriöt

Perustason vaellushäiriössä EKG-käyrän perustaso aaltoilee ylös ja alas. Häiriön syynä ovat useimmiten huono elektrodien kiinnittyminen (iho ei ole käsitelty tai elektrodi on kuivunut) ja potilaan liikkeitä ja johdinkaapeliin liikkumisesta aiheutuva staattinen sähkö. Myös kankaat voivat tuottaa EKG-tallenteeseen vaikuttavaa staattista sähköä. (Liite 4.)

Vaihtovirtahäiriön voi aiheuttaa esim. verkkovirta tai tutkimusympäristön magneetti- ja sähkökentät, sähkölaitteet, potilaan kosketus tutkimusvuoteen metallisiin osiin tai muihin sähköä johtaviin esineisiin aiheuttaa perusviivassa 50 värähtelyä sekunnissa (50 Hz) esiintyvää vaihtovirtahäiriötä. (kuva 6.)



KUVA 6. Vaihtovirtahäiriö (4, s.51.)

Perustason vaellushäiriö ilmenee aaltoiluna käyrässä. Aaltoilun aiheuttajina ovat vapinaa aiheuttavat tekijät, kuten influenssa, Parkinsonin tauti ja palelu sekä lääkkeet ja huumausaineet sekä johdinten liikkeitä, ihokontaktin virheet ja esimerkiksi potilaan hikoilu ja verestävät ihovauriot. (Liite 5.)

Voimakkaat hengitysvaihtelut, kuten astma-kohtaus, hikka ja hyperventilaatio aiheuttavat perusviivan muutoksia (Liite 6.)

4.3 Toimenpiteet virheiden ja häiriöiden poistamiseksi

Virheiden estäminen on tärkeää, jotta voitaisiin tehdä tarkempia diagnooseja ja välttää vääriä hoitotoimenpiteitä ja turhaa työtä. Huolellisuutta ja vakioituja työtapoja noudattaen sekä potilaan kanssa yhteistyötä tehden voidaan artefaktit usein välttää.

Ennen tutkimuksen aloittamista potilaan on istuttava alas 15 minuutin ajaksi pulssin ja verenkierron tasoittamiseksi. Potilasta on neuvottava olemaan liikkumatta tutkimuksen aikana. Hoitajan on saatava potilas rauhoittumaan, jotta syke ja hengitys tasaantuisivat. EKG-rekisteröinti aloitetaan saattamalla potilas mukavaan makuuasentoon. Potilasta on neuvottava olemaan testin aikana puhumatta ja hengittämään normaalilla tavalla.

Rekisteröijän on huolehdittava omasta ergonomiastaan, jotta hänen huono työ- asen- tonsa ei aiheuttaisi virheitä. Huonon työasennon takia voi tunnustelu jäädä vaillinaiseksi ja elektrodit tulla kiinnitetyiksi väärin paikkoihin ja muita virheitä aiheuttavien tekijöiden poistaminen voi jäädä tekemättä.

Iho täytyy puhdistaa kuivasta ihosta hankaamalla kevyesti ihonkarhentimella ja rasvai- nen tai likainen iho on puhdistettava esimerkiksi spriin avulla ennen antureiden kiinnit- tämistä. Karvat täytyy ajaa pois antureiden kohdalta.

On varmistettava, että hoitajat osaavat sijoittaa anturit tarkalleen oikeille kohdille ke- hoa. Elektrodien paikat voidaan merkitä iholle kynällä, jotta seuranta tutkimuksissa muuttumaton elektrodien sijoittelu varmistaa tulosten todenperäisyyden. Johdinten liit- tämismvirheet vältetään parhaiten harjoittelun ja kokemuksen kautta. Rintakehälle ase- tettavat kytkennät ovat usein väärässä kohdassa. Väärin tehty sijoittelu on yksi yleisim- mistä syistä EKG-mittauksessa epäonnistumiseen. (15.)

Verkkovirtahäiriöitä voidaan poistaa suodattimella, joka poistaa 50 Hz taajuista häiriötä. Suodattaminen heikentää hieman käyrän taajuutta. Hoitajan on neuvottava potilasta olemaan koskettamatta metallisiin esineisiin. Turhat elektroniset laitteet on sammutet- tava EKG-laitteiston lähistöltä. (4, s.55.)

5 YHTEENVETO

EKG-mittaus on hyvin yleinen ja tärkeä lääketieteellinen tutkimus. Se antaa tietoa sydämen kunnosta, ja sen antamien tulosten perusteella voidaan tehdä potilaalle hoitosuunnitelma.

Tulosten vääristymiseen vaikuttavia tekijöitä on yllättävän paljon. Virheitä aiheuttavat niin tutkimuksen tekijään, laitteisiin kuin tutkittavaan henkilöönkin liittyvät tekijät. Mittaustilanteissa esiintyvät virheet ja häiriöt ovat hyvin yleisiä. EKG-mittauksen huolelliseen tekemiseen ja koulutukseen on panostettava entistä enemmän. Teknologian kehityessä laitteet itse tunnistavat yhä useammat virhetilanteet.

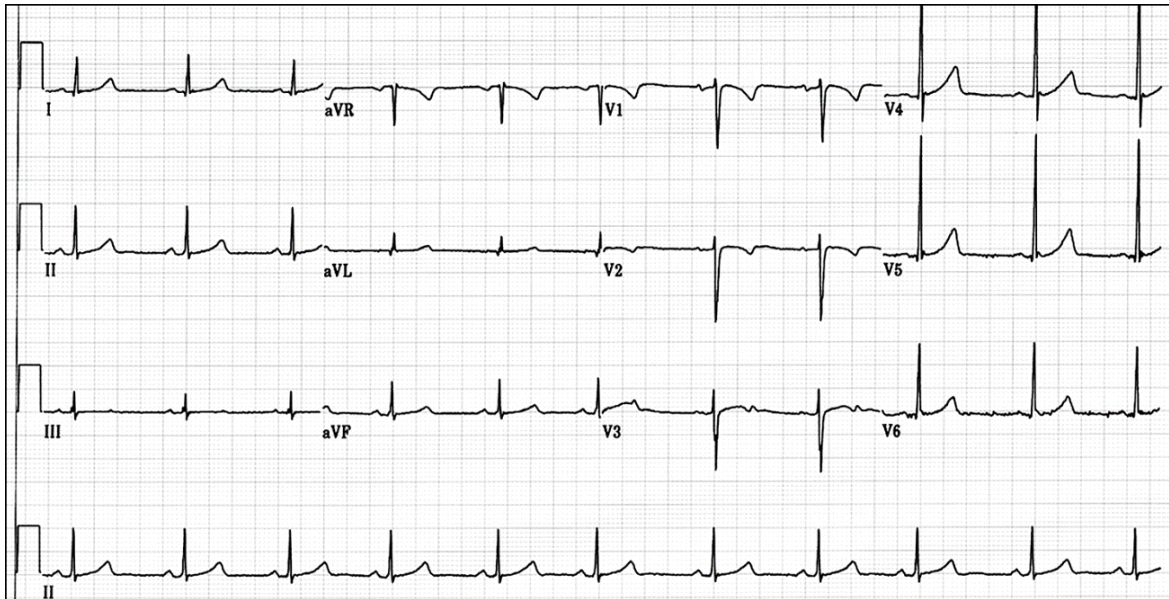
Markkinoille tulee entistä pienikokoisempia ja helppokäyttöisempiä laitteita, joilla oma-toiminen EKG-seuranta on mahdollista. Erityisesti urheilijoiden fyysisen tilan ja toimintotyöskentelijöiden vireystilan seurantaan ja sydänsairauksien ennaltaehkäisyyn tarkoitettut laitteet ovat kysytyjä tuotteita. Kaiken kaikkiaan laitteita ja sovelluksia pyritään kehittämään niin, että EKG-mittauksessa saataisiin mahdollisimman virheettömiä tuloksia. Virheelliset mittaustulokset aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia, ajanhukkaa ja äärimmillään ne voivat johtaa väärin diagnooseihin.

LÄHTEET

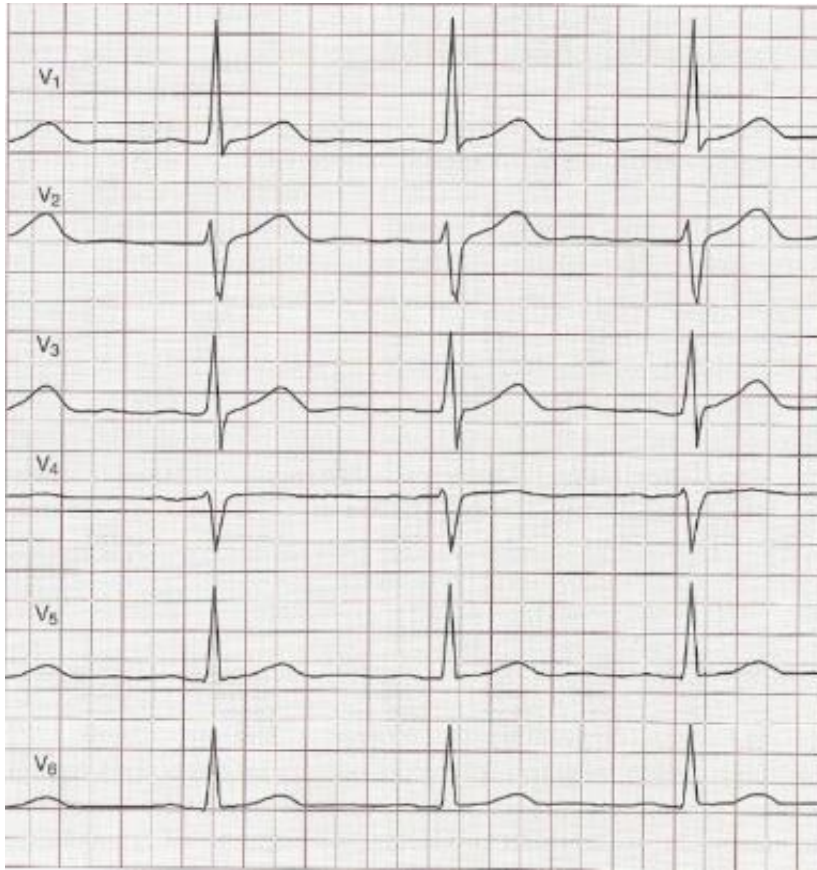
1. Syväne, Mikko. 2014. Sydämen sähköinen toiminta. Saatavissa: <http://www.sydän.fi/terveys-ja-hyvinvointi/sydämen-sähköinen-toiminta>. Hakupäivä 3.4.2015
2. Sydämen johtoratajärjestelmä. 2014. Saatavissa: http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03210. Hakupäivä 2.4.2015
3. Mustajoki, Pertti – Kaukua, Jarmo. 2008. EKG (sydänfilmi). Saatavissa: http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03210. Hakupäivä 5.4.2015
4. Mäkijärvi, Markku. 2003. EKG:n Rekisteröinti ja tulkinta. Kustannus Oy Duodecim
5. Kuisma, Markku – Holmström, Peter. Nurmi, Jouni. Porthan, Kari. Taskinen, Tuomas. 2013. Ensihoito. EKG – perusteet ja tulkinta. SanomaPro
6. HeartBug on helpoin ja nopein tapa mitata sydämesi toimintaa. 2013. Saatavissa: <http://www.superecg.com/fi/heartbug/>. Hakupäivä 3.5.2015
7. HealthSens. 2014. Saatavissa: <http://www.metropolia.fi/tutkimus-ja-kehitys/hankkeet/teollinen-tuotanto/healthsens/>. Hakupäivä 2.5.2015
8. Flinkman, Helen. Mobiililaite auttaa estämään aivoinfarkteja. 2014. Saatavissa: http://beat2phone.com/wp/wp-content/uploads/2014/11/vtt_253x180_videos_Mediaplanet_lopullinen.pdf. Hakupäivä 3.4.2015
9. Remes, Arto. 2015. Saatavissa: <http://www.goodnewsfinland.fi/arkisto/uutiset/suomalaisyrittys-suuntaa-yhdysvaltojen-sydänmittausmarkkinoille/>. Hakupäivä 2.5.2015.
10. ST-nousuinfarkti. 2011. Saatavilla: <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus;jsessionid=976D661693D8863716ED2A43E70FC2AB?id=hoi50091>. Hakupäivä 12.4.2015

11. Sagulin, Piia. 2009. V4-rintakytkenän sijoittelun merkitys 12-kytkentäisen lepo-EKG:n rekisteröinnissä naisilla. Saatavilla: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/5898/Sagulin_Piia.pdf.pdf?sequence=1. Hakupäivä 18.4.2015
12. Haaraoja, Niina – Palomaki, Saara-Susanna. 2011. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/34942/Haaraoja_Niina_Palomaki_Saara-Susanna.pdf?sequence=2. Hakupäivä 7.4.2015
13. Leads. Saatavissa: <http://fbt.cz/en/skripta/x-srdce-a-obeh-krve/1-srdce/>. Hakupäivä 1.5.2015.
14. Kuja-Aro, Suvi – Mantonen, Viivi. LEPO-EKG:N ITSEOPISKELUMATERIAALI. 2012. Saatavissa: http://www.theseus.fi/xmlui/bitstream/handle/10024/50498/Kuja-Aro_Suvi_Mantonen_Viivi.pdf?sequence=2. Hakupäivä 10.4.2015
15. Salmela, Nina. 2011. EKG-KÄYRÄN REKISTERÖINTI. Hakupäivä 12.4.2015. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/30473/Salmela_Niina.pdf?sequence=1. Hakupäivä 9.4.2015
16. ekg. Saatavilla: <http://siniaalto.net/wp-content/uploads/2015/02/ekg.png>. Hakupäivä 17.4.2015
17. Walter, Nienstedt. Lääketieteen termit. 2007. Duodecimin selittävä suursanakirja. ISBN 978-951-656-194-6.
18. Hänninen, Joonas. 2012. EKG-REKISTERÖINTIOSAAMINEN ENSIHOIDOSSA. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/43327/Hanninen_Joonas.pdf?sequence=1. Hakupäivä 9.4.2015
19. Normaali EKG-nauha. Saatavissa: <http://siniaalto.net/wp-content/uploads/2015/02/normaaliekg1.png>. Hakupäivä 7.4.2015
20. Heikkilä, Juhani – Mäkijärvi, Markku. 2003. EKG.

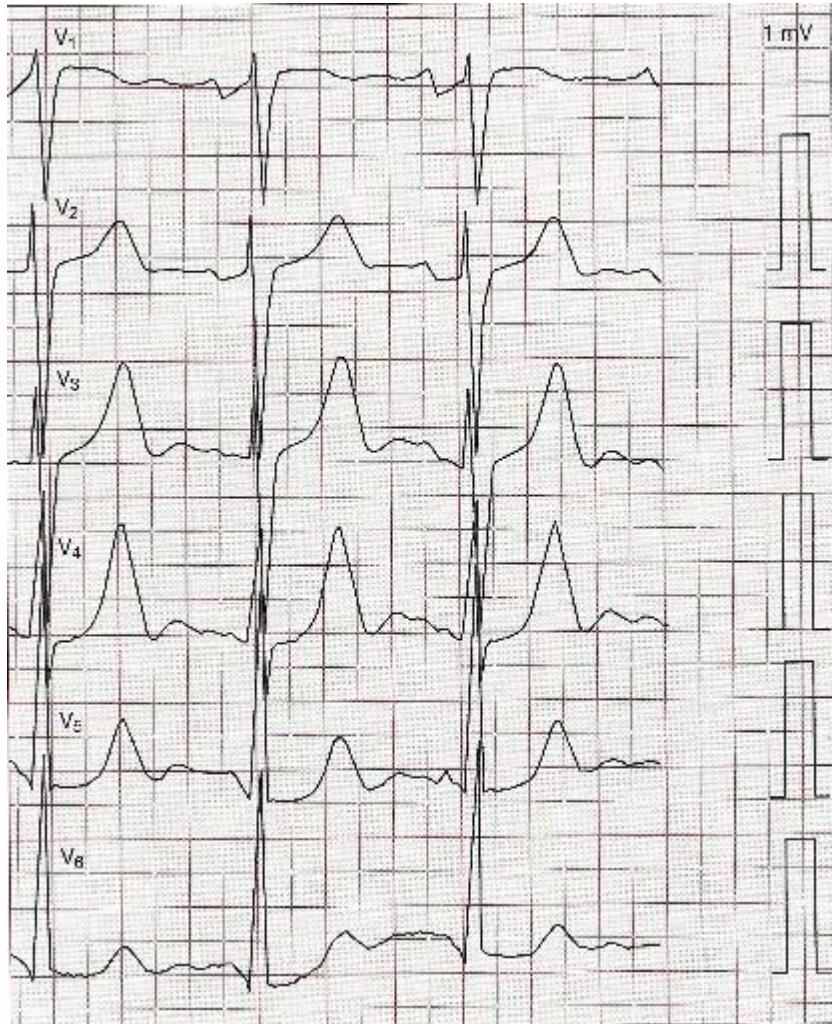
LIITTEET



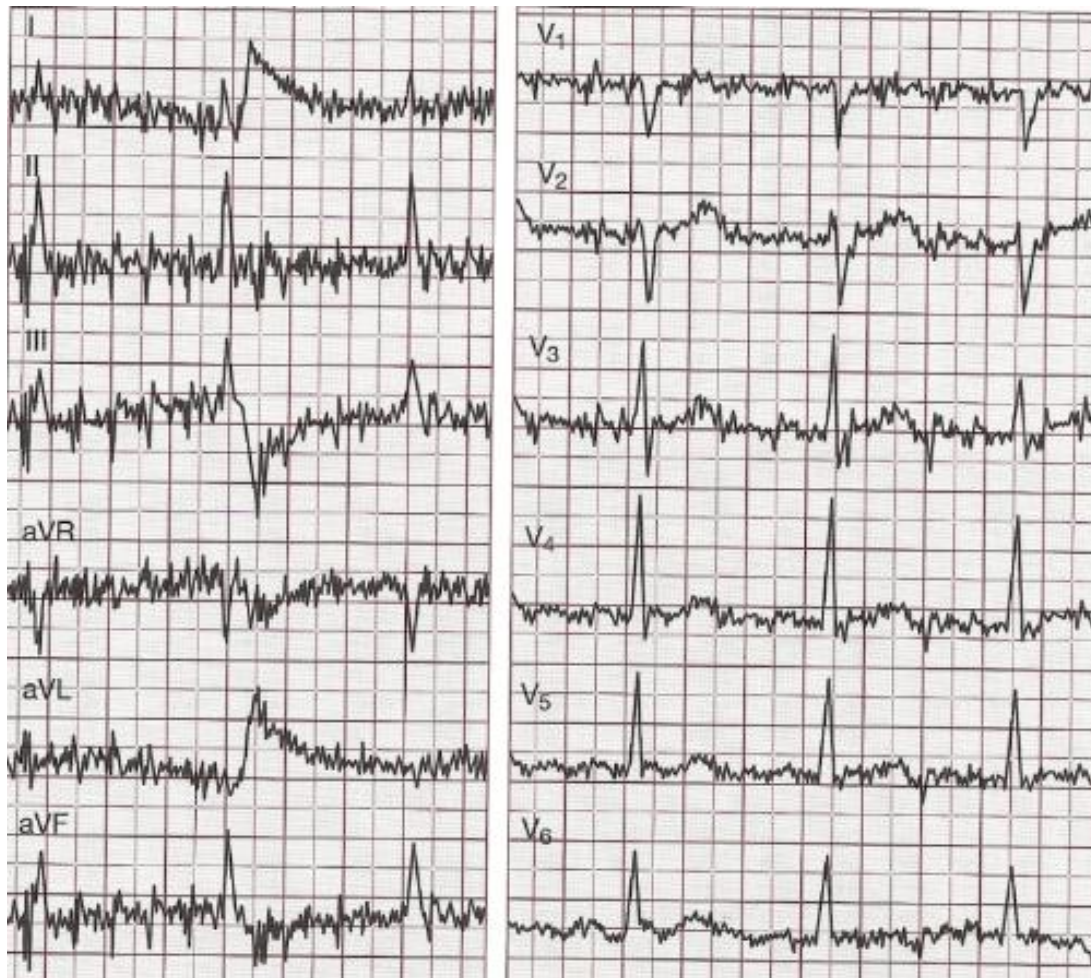
Liite 1. Normaali EKG-nauha (19.)



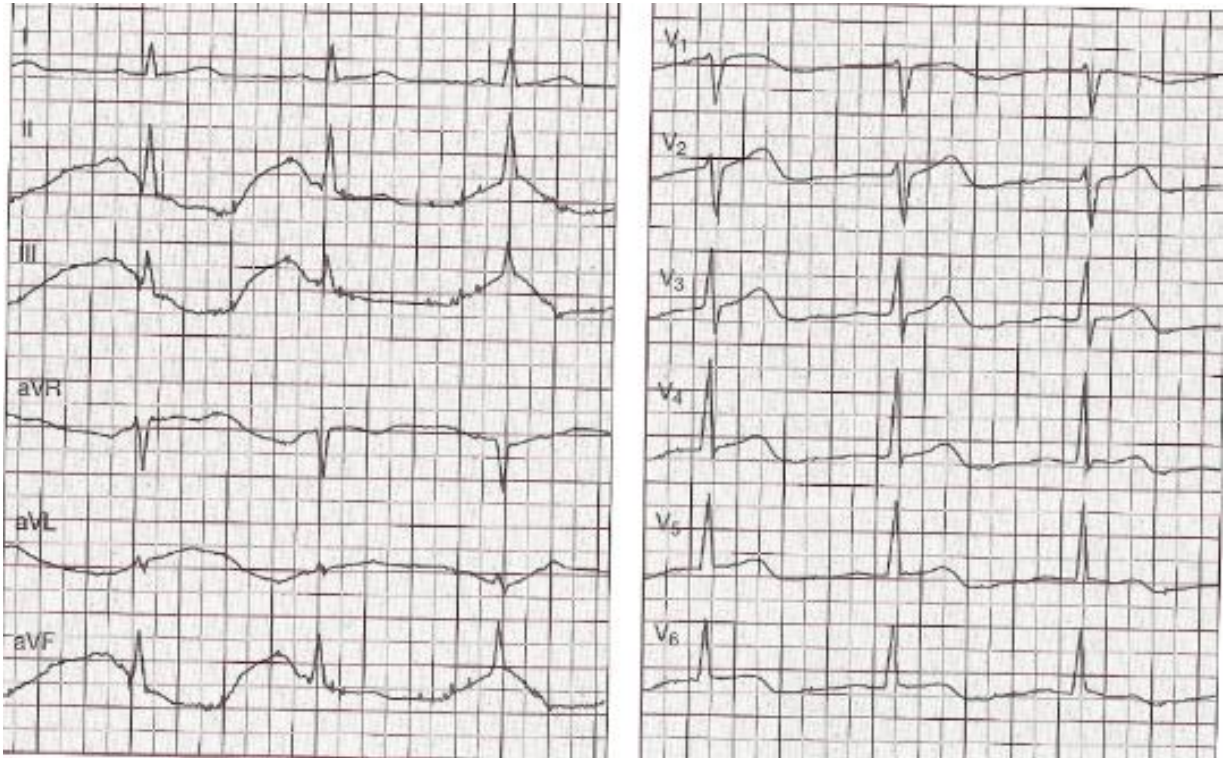
Liite 2. V1 ja V4 on kytketty väärinpäin (20, s.55.)



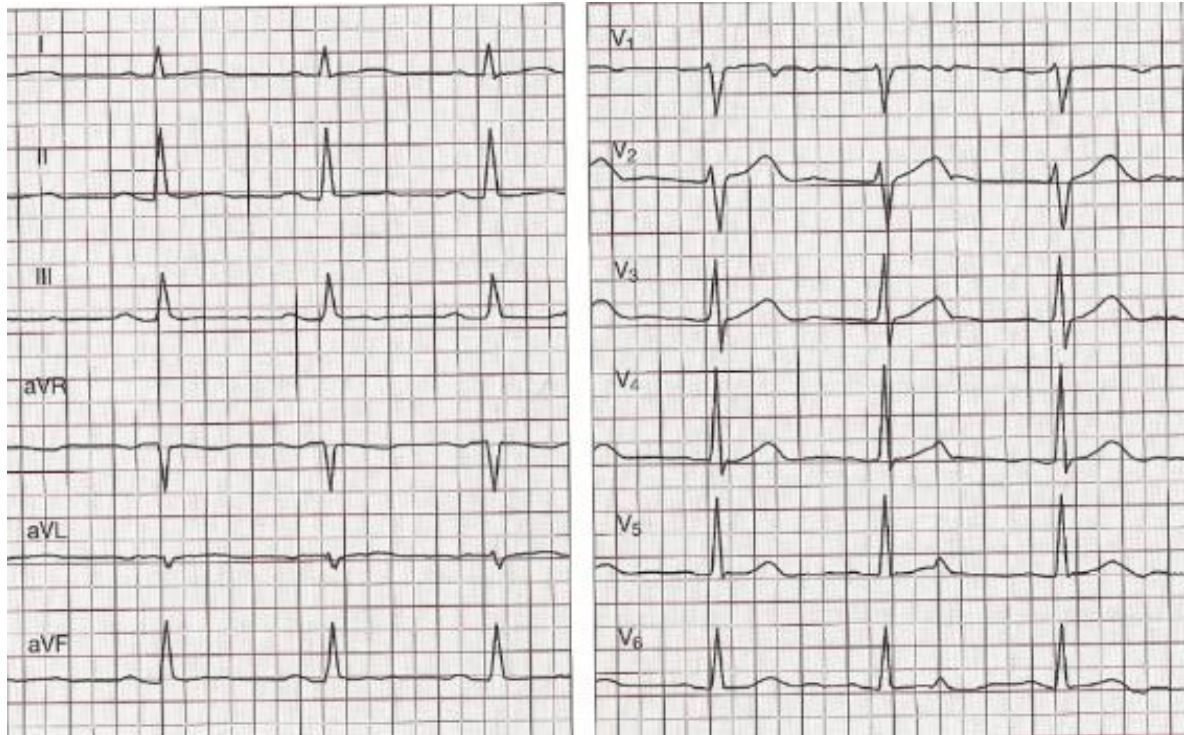
Liite 3. Virheellinen vakaus (1mv = 20 mm) (20, s.60.)



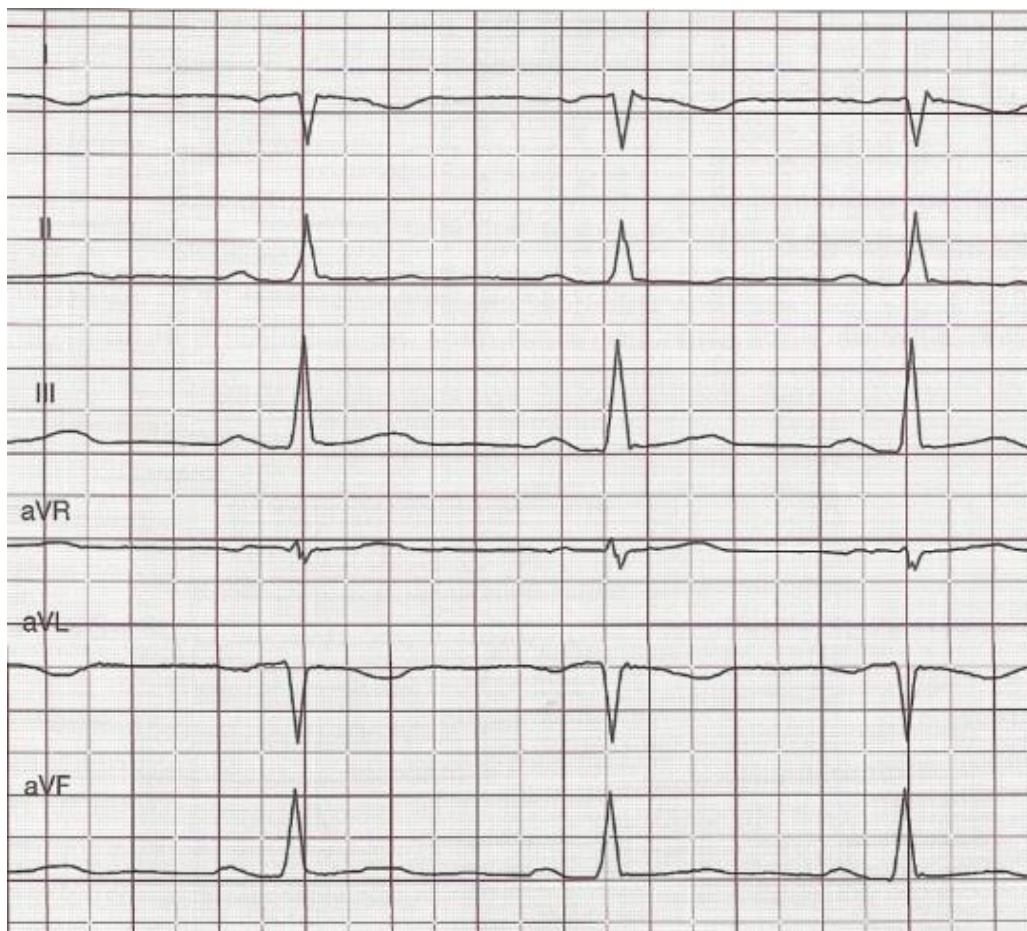
Liite 4. Lihasjännityshäiriö (20, s.57.)



Liite 5. Parkinsonin taudin aiheuttama perustasonvaellus (20, s.58.)



Liite 6. Voimakkaan hengitysliikkeen aiheuttamia perusviivan muutoksia (20, s.59.)



Liite 7. Käsien väliset elektrodit on kytketty väärin (20, s.54.)

Antti Piippo

MOBIILISOVELLUKSET DIABETEKSEN HOIDOSSA

MOBIILISOVELLUKSET DIABETEKSEN HOIDOSSA

Antti Piippo
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 DIABETES	6
2.1 Diabeteksen määritelmä ja toteaminen	6
2.2 Tyypin 1 ja 2 diabetes sekä raskausajan diabetes	6
2.3 Tyypin 3 ja 4 diabetes	7
2.4 MODY, LADA ja muut diabetestyytit	8
2.5 Diabeteksen yleisyys maailmalla ja Suomessa	8
2.6 Diabeteksen hoito	8
2.7 Diabeteksen hoidon kustannukset	9
3 DIABETESSOVELLUKSISTA	VIRHE. KIRJANMERKKIÄ EI OLE MÄÄRITETTY.
3.1 Diabetessovellusten toiminnot	11
3.2 Sovelluksiin liittyvä sääntely	12
3.3 Diabetessovellusten lisälaitteista	12
4 TUTKIMUKSIA	14
4.1 Markkinatutkimuksia	14
4.1.1 Global Diabetes App Market 2014 -tutkimus	14
4.1.2 EU countries' mHealth App Market Ranking 2015 -tutkimus	16
4.1.3 mHealth Solutions Market by Connected Devices -tutkimus	17
4.1.4 mHealth App Developer Economics 2016 -tutkimus	18
4.2 Sovellusten käytettävyyttä ja laatua selvittävä tutkimus	19
4.3 mHealth-sovellusten käytön hyötyä selvittävät tutkimukset	21
4.3.1 American Diabetes Association	21
4.3.2 British Medical Journal	21
5 OMA TUTKIMUS DIABETESSOVELLUKSISTA	22
5.1 Tutkimuksen toteuttaminen	22
5.1.1 Valintakriteerit	22
5.1.2 Exel taulukointi	22
5.2 Valittujen sovellusten luokittelu kategorioittain ja ominaisuuksittain	23
5.2.1 Kategorioittain luokittelu	23

5.2.2 Ominaisuuksittain luokittelu	23
6 TUTKIMUKSEN LOPPUTULOKSET	25
7 YHTEENVETO	31
LÄHTEET	33
Liite 1 Sovellusten ominaisuuksien jakautuminen	
Liite 2 Pylväsdiagrammi sovellusten ominaisuuksista	

1 JOHDANTO

Diabetesta sairastavien määrä on kasvanut huomattavasti niin Suomessa kuin maailmalakin. Diabeteksen hoitoa tukevat diabetessovellukset voivat tuoda merkittävää apua sairauden hoitoon ja hallintaan ja samalla pienentää terveydenhuollon kustannuksia. Olisi kiinnostavaa kehittää tämän tyyppisiä sovelluksia, joista on suurta hyötyä useille.

Opinnäytetyön aihe pohjautuu aiemmin oululaisen USBIMED-nimisen yrityksen toimeksiannosta tekemääni selvitykseen tarjolla olevista suosituimmista diabeteksen hoitoon tarkoitetuista sovelluksista. Selvitystä tehdessä haasteena oli markkinoilla olevien sovellusten suuri määrä. Vertailuun valituille sovelluksille määriteltiin tietyt rajaehdot, jotta päästiin rajaamaan tarkasteltavien sovellusten määrää. Suosituimpien sovellusten ominaisuudet koottiin taulukkoon. Selvityksen laatimisen innoittamana halusin perehtyä kattavammin diabetessovellusten ominaisuuksiin ja markkinanäkymiin, ja selvittää miksi toiset sovellukset ovat suositumpia kuin toiset.

Työn tavoitteena on tarkastella diabeteksen hoitoon suunnattujen sovellusten markkinatilannetta ja -näkyviä ja alaan liittyvän sääntelyn muutoksen mahdollisesti aiheuttamia uhkia perehtymällä aiheesta tehtyihin markkinatutkimuksiin. Tavoitteena on myös selvittää, minkälaisille uusille sovelluksille löytyy kysyntää, tutustumalla diabetessovellusten käytön hyötyä, sovellusten käytettävyyttä ja laatua selvittäviin tutkimuksiin. Menetelmänä on tutkimusmenetelmä. Työn tavoitteena on myös valita ja esitellä omasta mielestäni parhaimmat nykyiset diabetessovellukset.

2 DIABETES

Diabetes on ryhmä aineenvaihdunnan sairauksia. Diabeteksessa haiman insuliinin tuotanto ei ole riittävä tai insuliini vaikuttaa elimistössä puutteellisesti. Insuliini on haiman erittämä hormoni, joka säätelee veren sokeripitoisuutta. Sen tehtävänä on kuljettaa ravinnosta saatu sokeri verestä kudoksiin. Yleensä haima pystyy valmistamaan insuliinia tarpeen mukaan lisää, jolloin veren sokeripitoisuus ei pääse kasvamaan liian suureksi. (1, s 1-2.)

2.1 Diabeteksen määritelmä ja toteaminen

Diabeteksen määritelmänä pidetään sitä, että veriplasman glukoosi yön paaston jälkeen on pysyvästi vähintään 7,0 mmol/l. Normaalina verensokeripitoisuutena pidetään arvoa 6,0 mmol/l. Heikentyneeksi paastoverensokeriksi kutsutaan tilaa, jossa paastoverensokerin arvo on välillä 6,0 - 6,9 mmol/l. Tarvittaessa diabeteksen toteamisessa voidaan käyttää glukoosikoetta, jossa koehenkilön verensokeri mitataan kaksi tuntia sen jälkeen, kun koehenkilö on nauttinut 75 grammaa sokeria. Jos mittausarvo ylittää 11 mmol/l, on henkilöllä diabetes, ja jos arvo on välillä 7,8 - 11,0 mmol/l, on kyseessä heikentynyt glukoosin sietokyky, joka voi johtaa myöhemmin diabetekseen. Diabeteksen voi määrittää myös pitkäaikaisen verensokeripitoisuuden eli HbA1c:n perusteella. Jos kahden mittauksen tulos on 48 mmol/l tai enemmän, on kyseessä diabetes. (2.)

2.2 Tyypin 1 ja 2 diabetes sekä raskausajan diabetes

Yleisimmät diabeteksen muodot ovat tyypin 1 ja 2 diabetes sekä raskausajan diabetes. Tyypin 1 diabetes johtuu haiman solusaarekkeiden asteittaisesta tuhoutumisesta autoimmuunisairaudesta seurauksena (2). Tästä syystä diabeetikon oma haima ei tuota insuliinia, ja puutos on korvattava annostelemalla insuliinia ihon alle useita kertoja päivässä. Näin jäljitellään haiman toimintaa. Insuliinihoito on välttämätöntä sairauden hoidossa. Tyypin 1 diabeteksen takana on perinnöllisten ja ulkoisten tekijöiden vuorovaikutus. (1, s. 1-2.)

Tyypin 1 diabeteksen syntyyn vaikuttavia tekijöitä on tutkittu paljon, mutta asiasta ei tiedetä vielä kukaan tarpeeksi, jotta sen ehkäisy olisi mahdollista. Useita tutkimuksia on aloitettu liittyen primaariehkäisyyn ja sekundaariehkäisyyn. Primaariehkäisyyn tarkoituksena on estää tyypin 1 diabeteksen puhkeaminen henkilöillä, joilla on havaittu perinnöllinen alttius sairastumiseen. Sekundaariseen ehkäisyyn eli jo alkaneen tulehdusprosessin pysäyttämisen selvittämiseksi tehtyjä tutkimuksia on saatu päätökseen, mutta vielä ei ole saatu läpimurtoja. (3.)

Tyypin 2 diabeteksen aiheuttajia ovat mm. lihavuus, liikkumattomuus, rasvamaksa ja jatkuva napostelu. Liika ruuasta saatu energia aiheuttaa rasvasolujen turpoamisen ja rasvan kertymisen sisäelimiin, erityisesti maksaan. Painon pudottaminen ja vyötärönmitan pienentäminen ovat tärkeitä diabeteksen ehkäisemiseksi. (1, s. 1-2.)

Raskausdiabetes ilmenee ensimmäisenä raskausaikana ja häviää yleensä heti synnytyksen jälkeen. Noin yksi kymmenestä odottavasta äidistä sairastuu raskausdiabetekseen. Raskausdiabetekseen sairastuminen voi lisätä riskiä sairastua tyypin 2 diabetekseen. Kehonrasvan määrän kasvu ja raskaushormonit lisäävät insuliiniresistenssiä ja siten kasvattavat sairastumisriskiä. Insuliinin määrä on tasapainotettava veren sokeripitoisuuden mukaisesti. Kasvanut verensokeri on yhdistetty sikiön liikakasvuun ja ennenaikaiseen synnytykseen. (4.)

2.3 Tyypin 3 ja 4 diabetes

2000-luvulla on myös alettu puhua tyypin 3 ja tyypin 4 diabeteksestä. Tyypin 3 diabeteksella tarkoitetaan Alzheimerin tautia. Vaikka Alzheimer ilmenee dementiana, osa tutkijoista uskoo, että se on aineenvaihduntasairaus, joka kehittyy, koska aivot eivät reagoi insuliiniin oikein. Tyypin 4 diabetekseen ovat sairastuneet yleensä hoikat ihmiset. Hoikalla taudin voi laukaista tiettyjen, immuunijärjestelmässä työskentelevien säätelijä-T-solujen eli imusolujen ylimäärä. (5, s.12.)

2.4 MODY, LADA ja muut diabetestyyppit

Harvinaisempia diabeteksen muotoja ovat esim. MODY (Mature-Onset Diabetes of the Young), LADA (Latent Autoimmune Diabetes in Adults), haimatulehduksesta, hormoni-toiminnan häiriöstä tai haiman leikkauksesta johtuva diabetes sekä hemokromatoosi eli raudanvarastoitumistauti. MODY-diabetes on geenivirheen aiheuttama sairaus, jossa insuliinia erittyy vain vähän, mutta tautia sairastavat ovat hyvin herkkiä insuliinille. LADA on tyypin 1 diabeteksen alalaji, aikuisten piilevä autoimmuunidiabetes. Tyypin 2 diabetes -diagnoosin saaneista suomalaisista noin 10 % sairasti ensin piilevänä LADA-diabetesta. (6.)

2.5 Diabeteksen yleisyys maailmalla ja Suomessa

WHO:n kesäkuussa 2016 julkaiseman tiedotteen mukaan vuonna 1980 diabetesta sairastavien määrä oli 108 miljoonaa aikuista. Vuonna 2014 sairastuneiden määrä oli jo 422 miljoonaa aikuista. Dramaattisen kasvun syynä ovat liikalihavuuden aiheuttama tyypin 2 diabeteksen määrän kasvu. Diabetes aiheutti vuonna 2012 maailmalla 1,5 miljoonaa kuolemaa. Sen komplikaatiot voivat johtaa sydänkohtaukseen, aivoinfarktiin, sokeutumiseen, munuaisten toiminnan lakkaamiseen ja alaraajojen amputaatioihin. (7.)

Diabetes on yleistynyt Suomessakin viimeisten vuosikymmenten aikana. Suomessa diabetesta sairastavien määrä on noin 500 000, joista 50 000 sairastaa tyypin 1 diabetesta ja 300 000 tyypin 2 diabetesta. Diabeteksen muita tyyppieitä on vähemmän. Arvioidaan, että tietämättään tyypin 2 diabetesta sairastavien, diagnosoimattomien diabeetikkojen määrä on jopa noin 150 000. (6.)

2.6 Diabeteksen hoito

Tyypin 1 diabetesta sairastavan oma elimistö ei tuota ollenkaan insuliinia, koska haiman beeta-solut ovat vaurioituneet. Tästä syystä elintärkeä insuliini annostellaan pistoksina tai insuliinipumpulla. (3, s. 12.)

Insuliini on haiman tuottama hormoni, joka säätelee elimistön sokerin ja rasvan käyttöä eli energia-aineenvaihduntaa. (8.) Insuliinia tarvitaan, jotta veren glukoosi pääsee verestä elimistön käyttöön tai varastoon eikä veren glukoosipitoisuus nousisi liian korkeaksi. Diabeetikon on verensokerin mittaamisen lisäksi laskettava ravinnon hiilihydraattipitoisuus, jotta hän osaisi annostella oikean insuliiniannoksen. (1.)

Väärin käytettynä insuliini tai diabeteslääkkeet voivat aiheuttaa verensokerin liian nopean laskun, jolloin riskinä on hypoglykemia. Ensiapu hypoglykemiaan on sokeria sisältävä ruoka tai juoma. Jos diabeetikko menettää tajuntansa, on hänet vietävä välittömästi sairaalahoitoon. (1.)

Hyperglykemia eli korkea verensokeri ei ole yhtä vaarallinen kuin hypoglykemia, mutta jatkuvasti korkealla olevat verensokeriarvot lisäävät diabeteksestä aiheutuvien sairauksien riskiä. Hyperglykemia korjataan annostelemalla insuliinia. Hyperosmolaarinen kooma johtuu tyypin 2 diabetesta sairastavilla toistuvista korkeista verensokeriarvoista eli yli 55 mmol/l. Korkean verensokerin vuoksi munuaiset erittävät liian paljon vettä. Tämä johtaa elimistön kuivumiseen, ja jos tilannetta ei korjata, seurauksena voi olla tajunnan häiriö tai kooma. (9.)

Diabeteksen hoidossa erittäin tärkeää on syödä terveellisesti, pitää paino hallinnassa, liikkua säännöllisesti, nukkua riittävästi ja huolehtia henkisestä hyvinvoinnista. Suun terveydestä ja jalkojen hoidosta on myös erityisesti pidettävä huolta. Diabeteksen hoito vaatii diabeetikolta paljon vastuullisuutta. Hyvistä elintavoista on pidettävä kiinni. Verensokerin mittaaminen on elintärkeää. Saatujen tulosten perusteella diabeetikko voi muunnella insuliiniannoksiaan ja osin muuttaakin verensokeriin vaikuttavaa lääkitystään. Omahoidon tavoitteena on ylläpitää verensokeriarvot mahdollisimman normaaleina. (1.)

2.7 Diabeteksen hoidon kustannukset

Diabetes aiheuttaa monia vakavia lisäsairauksia, kuten valtimotauteja (sepelvaltimotautia ja aivoverenkiertohäiriöitä), alaraaja-amputaatioita, munuais- ja silmäsairauksia sekä hermostomuutoksista aiheutuvia sairauksia. Lisäsairauksien myötä diabeteksen hoidon

kustannukset tyyppin 1 diabetesta sairastavalla kuusinkertaistuvat ja tyyppin 2 diabetesta sairastavalla jopa 4,4-kertaistuvat. (1.) Diabeteksen hoito muodostaa merkittävän osan, noin 15 %, Suomen terveydenhuollon kustannuksista. Varhaisessa vaiheessa diagnosoituna diabetesta sairastavan elämänlaatuun voidaan merkittävästi vaikuttaa ja samalla hoidon kustannukset pienenevät selvästi. (10.)

3 DIABETESSOVELLUKSISTA

WHO:n ja Euroopan komission määritelmän mukaan mHealth (mobile health) tarkoittaa mobiililaitteiden, kuten tablettitietokoneiden, älypuhelimien, tai muiden langattomien laitteiden hyödyntämistä terveydenhuollon palveluissa ja omahoidossa. Käsitteeseen kuuluvat myös erilaiset hyvinvointisovellukset ja puettava teknologia. Sovelluskaupassa on myynnissä itsenäisiä sovelluksia tai sovelluksia, jotka hyödyntävät puhelimen omia sensoreita. Terveyssovellus voi olla lääkinnällisen laitteen jatke. Sovellus ja lääkinnällinen laite voivat myös muodostaa yhdessä kokonaisuuden. (11.) mHealth-palveluita käytetään mm. potilaan ja hoitajan yhdistämiseen, potilaan neuvomiseen, sairauden etene-
misen tarkkailemiseen, terapeuttiseen tukeen ja kroonisen sairauden hallintaan (12).

3.1 Diabetessovellusten toiminnot

Diabetessovelluksia on monenlaisia. Osa sovelluksista mahdollistaa käyttäjän verensokerin, verenpaineen, liikunnan määrän ym. seurattavien tietojen tallentamisen ja arvojen pitkäaikaisen seurannan. Toiset sovellukset keskittyvät diabeetikoille sopivan ravinnon neuvontaan, ohjeistavat esimerkiksi ravintolan valitsemisessa tai yhdistävät käyttäjän diabeetikoille tarkoitettuun sosiaaliseen yhteisöön. Lisäksi on sovelluksia, jotka antavat neuvoja lääkkeiden käyttöön. (13.)

Pelilliset ja sosiaaliset ominaisuudet sovelluksessa sopivat kaikenikäisille ja motivoivat käyttäjää tavoitteidensa saavuttamisessa. Osa pelillisistä mHealth-sovelluksista motivoi fyysiseen aktiivisuuteen mm. hyödyntämällä puhelimen GPS-ominaisuutta, kiihtyvyyssanturia liikkeen mittaamiseen tai ulkoisia laitteita, jotka mahdollistavat mm. verenpaineen tai sykkeen mittaamisen. (14.)

Pelillisissä sovelluksissa tärkeinä motivaatiota lisäävinä ominaisuuksina pidetään tarinalisuutta, progressiota ja sosiaalista kanssakäymistä. Pelit palkitsevat käyttäjää pisteillä ja saavutuksilla ja toisinaan pudottavat ansaittuja pisteitä, jos pelaaja ei käytä sovellusta aktiivisesti. (14.)

3.2 Sovelluksiin liittyvä sääntely

Suurimmalla osalla diabetessovelluksista ei ole FDA:n hyväksyntää. FDA eli Food and Drug Administration on Yhdysvaltain elintarvike- ja lääkevirasto. FDA:n vastuulla on säädösten laatiminen Yhdysvaltojen markkinoille. Virasto valvoo mm. lääkkeiden ja lääkintälaitteiden turvallisuutta. FDA tarkkailee saatavilla olevia sovelluksia kansalaisten hyvinvoinnin takaamiseksi. (15.)

FDA julkaisi vuonna 2015 ohjeistusdokumentin, jossa kuvailtiin, millaisia sovelluksia FDA aikoo jatkossa säännellä. Näihin lukeutuivat mm. sovellukset, jotka muuttavat iPhoneen EKG-laitteeksi. Lisäksi FDA aikoo säännellä sovelluksia, jotka toimivat lisälaitteina FDA:n sääntelemään laitteeseen, samoin kuin insuliinin annostuksesta tai insuliinipistoksista pumpun avulla päättäviä sovelluksia. (15.)

FDA ei sääntele mobiilisovelluskaupoista löytyvien sovellusten myyntiä tai käyttöä älypuhelimella. Sovelluskauppojen, kuten Google Play tai Apple App Store, ei lasketa olevan lääkinnällisten laitteiden tuottajia. FDA:n hyväksyntä tarvitaan kaikille USA:n markkinoilla myytävälle tuotteille. FDA tekee tarkastuksia myös Yhdysvaltojen ulkopuolella, jos kyseessä on tehdas, joka valmistaa Yhdysvaltojen markkinoilla myytäviä tuotteita. (15.)

Euroopan komissio asetti vuonna 2016 työryhmän laatimaan ei-lääkinnällisille laitteille laatua, turvallisuutta, vaikuttavuutta ja luotettavuutta koskevat ohjeistukset (16).

3.3 Diabetessovellusten lisälaitteista

On olemassa laitteita, jotka arvioivat henkilön hien, syljen tai kyynelnesteen perusteella verensokeriarvon, mutta tutkimukset ovat todistaneet kyseiset teknologiat epätarkaksi verensokerin määrittämiseksi (17).

Esimerkiksi FreeStyle Libre Flash Glucose Monitoring System on kokonainen järjestelmä diabeteksen omahoitoon (kuva 1). Järjestelmään kuuluu älypuhelinsovellus, tietokone-sovellus, verensokerimittari ja näyttölaite. FreeStyle Libre Sensor mittaa anturin avulla verensokeripitoisuuden keskiarvon 15 minuutin välein ja varastoi sen 8 tunnin ajalta.

Anturi asetetaan olkavarren taakse. Tiedot voi siirtää langattomasti FreeStyle Libre Reader -näyttölaitteeseen tai älypuhelinsovellukseen. Sensoria voi käyttää jopa 14 päivän ajan, eikä sen käyttö rajoita normaalia elämää. (18.)



KUVA 1. FreeStyle Libre Flash veren glukoosin seurantajärjestelmä (19.)

4 TUTKIMUKSIA

Opinnäytetyötä varten valittiin tutkimuksia, jotka tarkastelevat diabetessovellusten markkinanäkymiä, laatua, käytettävyyttä ja sovellusten käytöstä saatuja hyötyjä.

4.1 Markkinatutkimuksia

4.1.1 Global Diabetes App Market 2014 -tutkimus

Global Diabetes App Market 2014 -raportin mukaan 310 miljoonaa diabeetikkoa käyttää älylaitetta vuonna 2018. Parhaiten menestyneiden 14 julkaisijan diabetessovelluksen markkinaosuus kaikista ladatuista diabetessovelluksista on 65 %. Raportin mukaan markkinamahdollisuuksia löytyy kuitenkin runsaasti, sillä yhdenkään yksittäisen sovelluksen markkinaosuus tai käyttäjämäärät eivät merkittävästi ylitä muiden sovellusten markkinaosuuksia. Kysyntää on erityisesti kehittyneille sovelluksille. (20.)

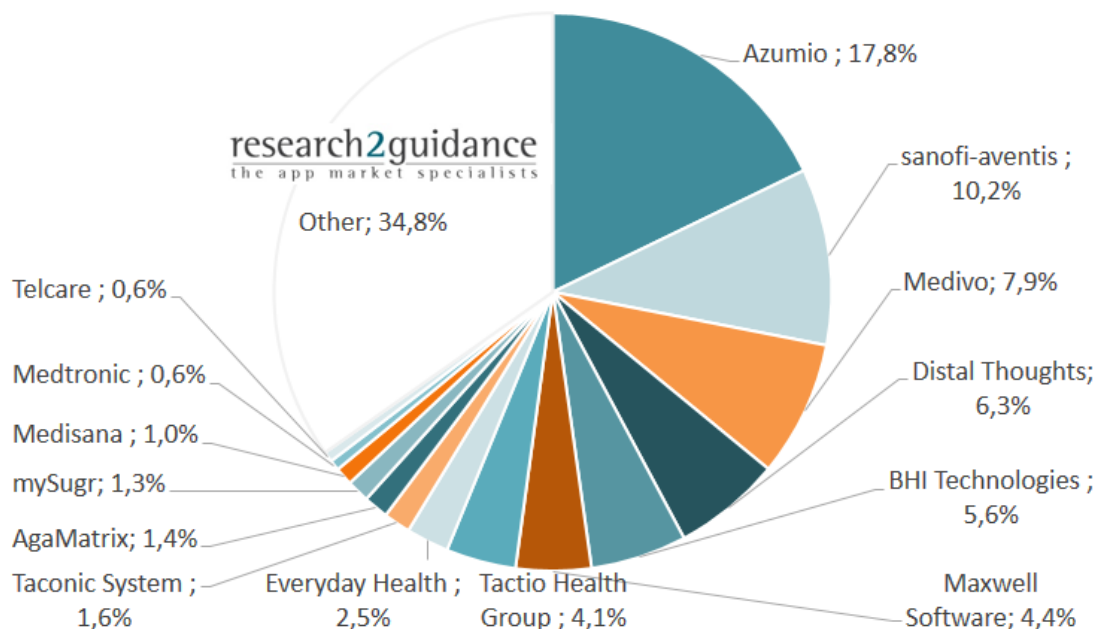
Diabeteksen hoitoon suunnattujen sovellusten markkinaosuuksien odotetaan kasvavan voimakkaasti seuraavien vuosikymmenten aikana, sillä diabeetikkojen määrän oletetaan kasvavan vuoteen 2030 mennessä kaksinkertaiseksi ja yhä useammalla on käytössään älypuhelin. Vuonna 2018 läpäisevyyden uskotaan nousevan 7,8 %:iin eli 24:ään miljoonaa käyttäjään (kuva 2.) (21.)

Global penetration of diabetes app users within the target group



KUVA 2. Diabetessovellusten läpäisevyys kohderyhmään (21.)

Suurin markkinaosuus on Yhdysvaltalaisen Azumio-yhtiön kahdella eri sovelluksella, Glucose Buddy ja Blood Sugar Tracker, joiden osuus kattaa noin 18 % markkinoista. Toisena markkinoita hallitsevana yrityksenä on Sanofi aventi established, jonka kaksi diabetessovellusta, Gomeals ja IBGStar, kattavat 10 %:n markkinaosuuden. Seuraavien kolmen yrityksen sovellusten markkinaosuus on yli 5 % ja loppujen yritysten alle 5 %. (kuva 3.) Markkinaosuus määritetään sovelluksen elinaikana kertyneiden latausten määrän suhteena yhtiötä kohden kaikkien sovellusten latausmäärään verrattuna. (22.)



KUVA 3. Markkinaosuuksien jakautuminen (23.)

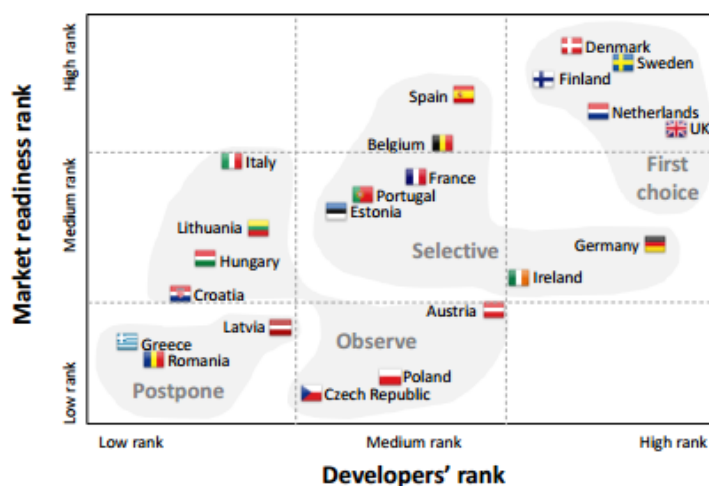
4.1.2 EU countries' mHealth App Market Ranking 2015 -tutkimus

Research2guidancen tuottamassa tutkimuksessa nimeltä "EU countries' mHealth App Market Ranking 2015" tarkasteltiin eri EU-maiden mHealth-markkinamahdollisuuksia. Laajassa tutkimuksessa 4471 sovellusten kehittäjää, terveydenhuollon ammattilaista ja mHealth-harjoittajaa kertoivat näkemyksensä maailman ja EU:n markkinoiden tilasta. (24.)

Tutkimuksen perusteella Tanska, Suomi, Alankomaat, Ruotsi ja Englanti ovat parhaat markkinakohdemaat mHealth-sovelluksille. Potentiaalia löytyy myös Belgiasta, Virosta, Ranskasta, Saksasta, Irlannista, Portugalista ja Espanjasta. Saksassa ja Ranskassa markkinamahdollisuudet ovat tällä hetkellä hankalat. Markkinapotentiaalia kuitenkin on potilaiden, sairaanhoitajien ja sairaaloiden määrän perusteella. Toisaalta Saksassa ja Ranskassa digitaalisten palvelujen käyttö- ja hyväksyntätaso ovat vähäiset sekä lääketieteellinen sääntely on keskitasoa. Tarkkailtaviksi maiksi valikoituivat Itävalta, Kroatia, Tšekin tasavalta, Unkari, Italia, Liettua ja Puola. Arvioinnista jätettiin pois Bulgaria, Kypros, Lu-

xenburg, Malta, Slovakia ja Slovenia, koska arvioiden määrä näistä maista oli liian vähäinen. Saksaa pidetään yliarvostetuimpana maana mHealth-markkinoille. Kuvassa 4 on verrattu mHealth-markkinamahdollisuuksia ja sovellusten kehittäjien arviota markkinamahdollisuuksista eri maissa. (kuva 4.) (24.)

Comparison of country's rank in market readiness score and developer index



KUVA 4. Maiden välinen mHealth-markkinoiden vertailu (24.)

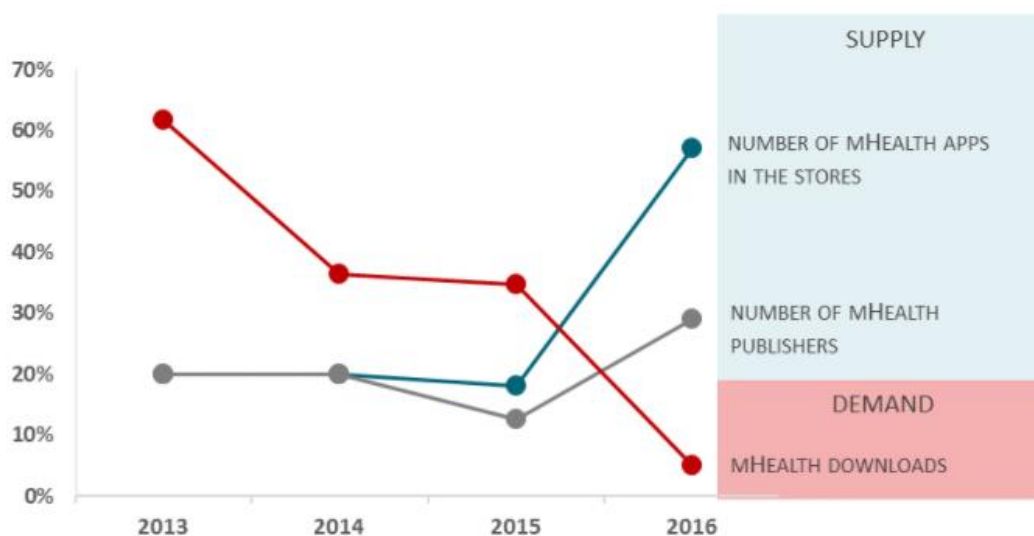
4.1.3 mHealth Solutions Market by Connected Devices -tutkimus

mHealth Solutions Market by Connected Devices -raportin mukaan mHealth-ratkaisujen markkinaosuus kasvaa 90,49 miljardiin dollariin vuoteen 2022 mennessä. Kasvu perustuu älypuhelimien, tablettien ja muiden kannettavien näyttölaitteiden parantuvaan läpäisevyyteen, lisääntyneeseen mobiililaitteiden hyödyntämiseen, kasvavaan mHealth-sovellusten hyödyntämiseen ja entistä paremmin toisiinsa verkostoituvien lääkinnällisten laitteiden käyttöön. Muita syitä ovat vakaasti toimivat 3G- ja 4G-verkostot ja entistä potilaskohtaisempi terveyspalvelujen tarjonta. Markkinoiden kasvua hillitsevinä tekijöinä ja riskeinä pidetään mahdollista käyttäjien tietojen joutumista väärin käsiin, FDA:n ja EU:n vaatimusten kiristymistä mHealth-sovelluksille, perinteisten terveydenhuollon tarjoajien vastustusta kehittyvissä maissa sekä tarjolla olevaa vähäistä ohjausta lääkäreille sovellusten valitsemiseksi. (25.)

4.1.4 mHealth App Developer Economics 2016 -tutkimus

Tarjolla olevien mHealth-sovellusten määrä ylittää selvästi kysynnän vuonna 2016 tehdyn tutkimuksen mukaan. Vuosien 2015-2016 aikana mHealth-sovellusten määrä kasvoi peräti 57%. Kasvu johtuu lisääntyneestä mHealth-sovellustenkehittäjien määrästä ja sovellusten yhteensopivuudesta yhä useammalle käyttöjärjestelmälle. Selvityksen mukaan 75 % mHealth sovellusten kehittäjistä tekee sovelluksia Androidille ja IOS -käyttöjärjestelmille. HTML5 ja Windows Phone -käyttöjärjestelmille on vain vähän sovelluksia tällä hetkellä. (26.)

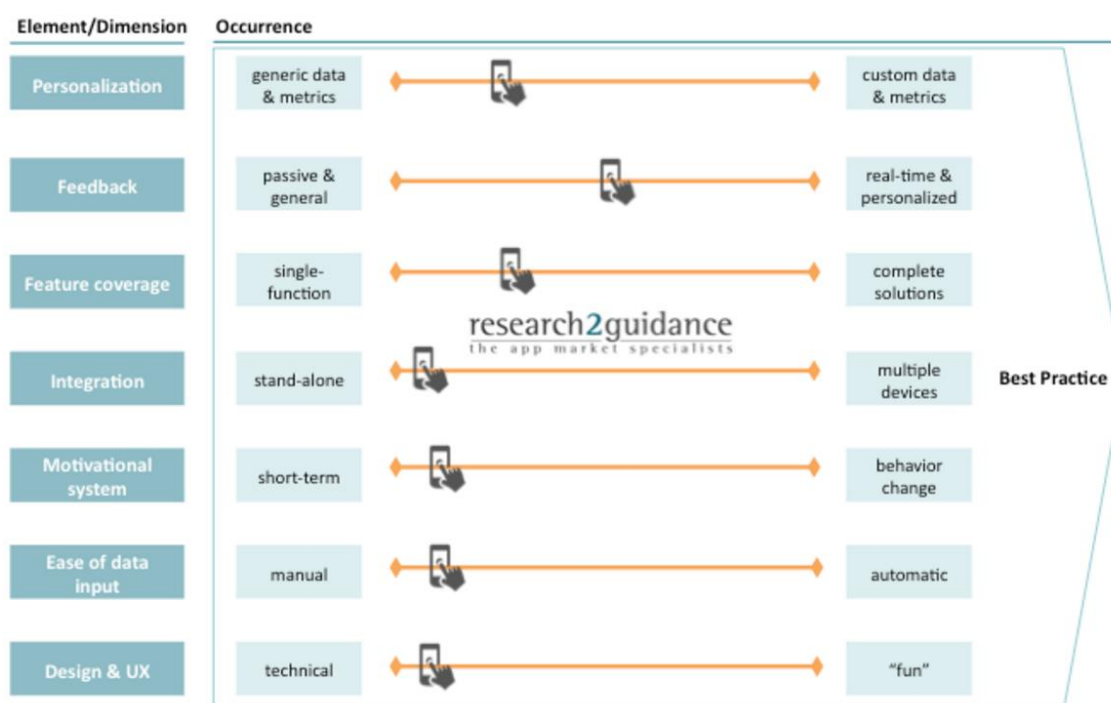
mHealth-sovellusten myynti nousi vuonna 2016 vain 7 %, kun aikaisempana vuonna nousua oli 35 %. Tulokset johtuvat siitä, että niiden mobiililaitteiden määrä, joiden kanssa sovellukset ovat yhteensopivia kasvoi vain vähän vuonna 2016. Kasvaneen sovellusten määrän vuoksi voi olla vaikea erottautua joukosta. (kuva 5.) (26.)



KUVA 5. mHealth sovellusten tarjonta, kysyntä ja sovelluksia kehittävien yritysten määrä (26.)

4.2 Sovellusten käytettävyyttä ja laatua selvittävä tutkimus

Diabetes App Market Report 2014 -tutkimuksen mukaan diabetessovellusten toiminnot eivät ole riittävät kattamaan seitsemää tärkeimpänä pidettävää käytännön standardia, joita ovat personointi, palaute, toimintojen kattavuus, integraatio, motivointi, tiedon tallentamisen helppous sekä design ja käyttäjäkokemus. (kuva 6.) (27.)



KUVA 6. Sovellusten tärkeimpien käytännön standardien tarkastelu (27.)

Personoinnilla (Personalization) tarkoitetaan mahdollisuutta itse vaikuttaa tietojen esittämiseen ja siihen, miten tieto siirretään kolmannen osapuolen edustajille, kuten esim. sovelluksen käyttäjän vanhemmille, ystäville, lääkärille ja sosiaaliseen verkkoon. Myös mittayksikköihin vaikuttaminen ja optimaalisten arvojen arviointi käyttäjän elämäntapojen ja fysiikan perusteella ovat tärkeitä. Sovelluksen pitäisi myös antaa aktiivisesti palautetta ja muovautua käyttäjästä keräämiensä tietojen avulla. (27.)

Palautteella (Feedback) tarkoitetaan sovelluksen kykyä antaa vaihtelevaa palautetta tarpeen mukaan sosiaalisten ulottuvuuksien kautta ja tarjota tukea antava verkko reaaliaikaisen palautteeseen ja valmennukseen. Onnistunut sovellus motivoi käyttäjää palautteen ja tiedon avulla. (27.)

Toimintojen kattavuudella (Feature coverage) tarkoitetaan sovelluksen kykyä tarjota tarpeelliset toiminnot diabeteksen hoitoon (27).

Integraatiolla ja yhteentoimivuudella (Integration and interoperability) tarkoitetaan mobiilisovelluksen kykyä siirtää tai vastaanottaa tietoa useista laitteista ja lähteistä. Parhaimmillaan sovellukset pystyvät integroitumaan ulkoisten laitteiden, sensoreiden, tietokantojen ja toisten sovellusten kanssa ja siten auttavat käyttäjän terveyden seurannassa mutkattomasti ja parantavat sovelluksen käyttäjän ja hoitajan välistä yhteistyötä. Integraatio mahdollistaa parantuneen näkemyksen potilaan terveydentasosta, diabeteksen hallinnasta, arvojen trendeistä ja tuloksiin reagoinnista sekä tarkan ja henkilökohtaisen palautteen saamisen. Tämä myös helpottaa diabeteksen hoitoon suunnattujen sovellusten integraatiota potilaitten päivittäiseen elämään ja siten parantaa sovellusten hyväksynnän tasoa. (27.)

Motivoivalla järjestelmällä (Motivational system) tarkoitetaan sitä, että sovellus motivoi käyttäjää sovelluksen käyttöön. Sovelluksen pelimäisyyttä pidetään tärkeänä motivaation lisäämisessä. (27.)

Tietojen asettamisen helppoudella (Easy of data input) tarkoitetaan sitä, että sovelluksen käytön tulisi olla helppoa. Tietojen asettamisen tulisi olla mahdollisimman yksinkertaista ja vaivatonta. Tiedon siirtyminen laitteiden väliltä pitäisi olla automaattista. (27.)

Suunnittelu ja käyttäjäkokemus (Design & user experience): Hyvä sovellus innostaa ja motivoi käyttäjää. Helppokäyttöisyys, tyylikäs ulkoasu ja pelimäisyys ovat tärkeitä tämän saavuttamiseksi. (27.)

Eniten ongelmia näyttäisi olevan sovellusten suunnittelussa, käyttökokemuksessa ja motivoinnissa sekä integraatiossa. Pelillisiä ominaisuuksia arvostetaan eniten motiivoinnin tukemisen välineenä. (27.)

4.3 mHealth-sovellusten käytön hyötyä selvittävät tutkimukset

4.3.1 American Diabetes Association

American Diabetes Association tekemän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää älypuhelinsovellusten käytön vaikutusta HbA1c-arvoihin. Meta-analyysiin valitut tutkimukset olivat 1.1.1996 - 1.6.2015 väliseltä ajalta. Tutkimuksia oli yhteensä 14, ja osallistujien määrä tutkimuksissa oli yhteensä 1360 henkilöä. Kaikissa tutkimuksissa havaittiin hyötyjä tyypin 2 diabeteksen hoitoon tarkoitetuista sovelluksista. Nuoret henkilöt hyötyivät enemmän kuin vanhemmat. Tyypin 1 diabetekseen suunnattujen sovellusten hyödyistä ei saatu tarvittavan suurta näyttöä. (28.)

4.3.2 British Medical Journal

British Medical Journalissa vuonna 2016 julkaistussa tutkimuksessa havaittiin, että Mobile platform delivering the National Diabetes Prevention Program (NDPP) yhdistettynä valmentamiseen auttoi esidiabetesta sairastavia pudottamaan painoa perinteiseen henkilökohtaiseen ohjelmaan verrattavalla tehokkuudella. Tutkimuksessa tarkasteltiin 43:a ylipainoista tai lihavaa aikuista, jotka oli diagnosoitu esidiabeetikoiksi. Osallistujat lupautuivat 24 viikon pituiseen virtuaaliseen ohjelmaan, jonka tarkoituksena oli ennaltaehkäistä diabetekseen sairastuminen. Käytetty sovellus oli nimeltään Noom Coach. Kokeen suoritti loppuun asti 84 % osallistujista, ja he pudottivat painoaan keskimäärin 7,01 kg 24 viikon aikana. Lopputuloksena pääteltiin, että mobiiliterveyspalvelujen soveltaminen NDPP-ohjelmassa on verrattavissa nykyisiin yhteisöllisiin ohjelmiin ja on lähiyhteisöohjelmia joustavampia. (29, s.1-3.)

5 OMA TUTKIMUS DIABETESSOVELLUKSISTA

Keväällä 2016 ohjaajan, Terhi Holapan, pyynnöstä tehtiin selvitys markkinoilla olevista sovelluksista. USBIMED hyödyntää tutkimuksen tuloksia toimintansa kehittämisessä. Selvityksen tarkoituksena oli verrata sovelluksia ominaisuuksien, laadun ja käyttäjäarvojen perusteella. Vertailevaan tutkimukseen valittiin kaikkiaan 68 sovellusta Google Play ja Apple App Store -sovelluskaupoista. (Liite 1)

5.1 Tutkimuksen toteuttaminen

5.1.1 Valintakriteerit

Tarkasteluun valittiin Google Play ja Apple App Store. ”Diabetes”-sanaa käytettiin sovelluksien etsimiseen. Markkinoilla olevia sovelluksia käytiin systemaattisesti läpi ja tarkemman tarkastelun kohteeksi valittiin sovellukset, jotka olivat saaneet käyttäjäarvojen keskiarvona vähintään 3/5 tähteä. Arvioiden määrän tuli olla vähintään 30 sovellusta kohden. Sovellukset oli tarkoitettu joko Android tai IOS -käyttöjärjestelmille.

5.1.2 Excel- taulukointi

Kaikkiaan 68 sovellusta valittiin vertailtavaksi Excel-taulukkoon, josta löytyy sovellusten nimet, käyttöjärjestelmä, toiminnot ja kategoria.

Word-dokumenttiin kirjattiin mahdolliset liitettävät laitteet, lisättävät sensorit, arvojen asettamistapa, hinta sekä linkki sovelluksen virallisille verkkosivuille. Ongelmallista tutkimuksessa oli se, ettei kaikista diabetessovelluksista löytynyt kunnollisia verkkosivuja eivätkä tiedot kaikissa tapauksissa olleet vaivattomasti löydettävissä.

5.2 Valittujen sovellusten luokittelu kategorioittain ja ominaisuuksittain

5.2.1 Kategorioittain luokittelu

Valitut diabetessovellukset jaettiin neljään eri kategoriaan, joita ovat Single use mHealth, Social mHealth, Integrated mHealth ja Complex mHealth.

Single mHealth -kategoriaan kuuluvat kuluttajan yksityiseen älypuhelinikäyttöön tai puettavaan teknologiaan kuuluvat sovellukset. Social mHealth -kategoriaan kuuluvat tavoitteiden saavuttamisen ja tulosten jakamisen sosiaalisen median kautta mahdollistavat sovellukset. Integrated mHealth -kategoriaan kuuluvat sovellukset, jotka yhdistävät potilaan ja lääkärin tai muut eri tahot toisiinsa. Complex mHealth -kategoriaan lasketaan sovellukset, jotka keräävät tietoa väestön terveydestä ja analysoivat sitä tai antavat yksityistasolla neuvoja vastaanottamansa tiedon perusteella.

Tarkastelussa valittiin sopivin ryhmä jokaiselle sovellukselle. Single use mHealth -sovellusten määrä oli 18 kappaletta. Social mHealth -sovellusten osuus oli 3 kappaletta. Integrated mHealth -sovelluksia oli 47 kappaletta. Complex mHealth -kategoriaan ei kuulunut yksikään valituista sovelluksista.

5.2.2 Ominaisuuksittain luokittelu

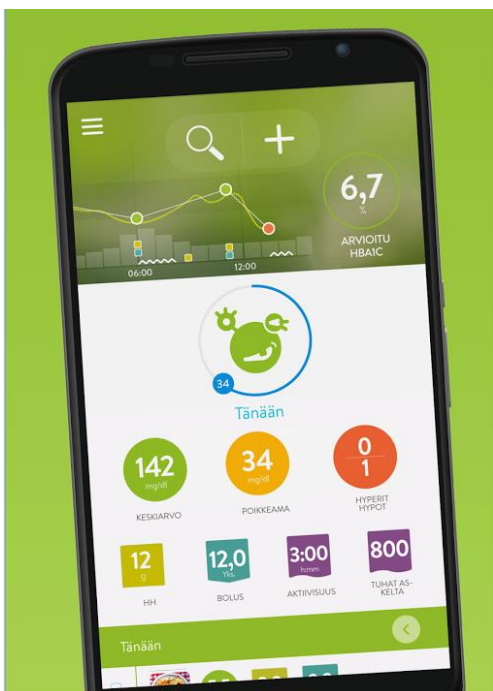
Sovellukset lajiteltiin vielä ominaisuuksien puolesta. Dokumentointiin kykenevät sovellukset mahdollistavat arvojen sijoittamisen ja seurannan pitkältä ajalta. Analysointiin pystyvät sovellukset tekevät analyysin käyttäjästä koottujen tietojen perusteella. Opettavat sovellukset kertovat tietoa diabeteksen hoidosta. Kommunikointiin pystyvät sovellukset mahdollistavat käyttäjästä saatavien tietojen jakamisen lääkärin tai muun henkilön kanssa sähköisen tulosraportin avulla. Muistutukseen ja hälytykseen pystyvät sovellukset muistuttavat esimerkiksi lääkkeiden ottamisesta ja hälyttävät sovellukset ilmoittavat esimerkiksi liian korkeasta verensokerista. Hoitoneuvontaan pystyvät sovellukset antavat käyttäjäkohtaisia hoito-ohjeita saamansa tiedon perusteella. Lääkeneuvontaan pystyvät sovellukset arvioivat lääkeannoksen kerättyjen tietojen avulla.

Tutkimukseeni valituista suurin osa, kaikkiaan 51 sovellusta, mahdollisesti tulosten dokumentoinnin. Kommunikointimahdollisuus löytyi 49 sovelluksesta. Analysointitoiminto oli 45 sovelluksessa ja opettamistoiminto 24 sovelluksessa. Muistutuksia antoi 26 sovellusta ja ruokareseptejä 11 sovellusta. Lääkkeiden käytön neuvonta löytyi 11:ssä ja hoitoneuvontatoiminto 13:ssa sovelluksessa. (Liite 2.)

6 TUTKIMUKSEN LOPPUTULOKSET

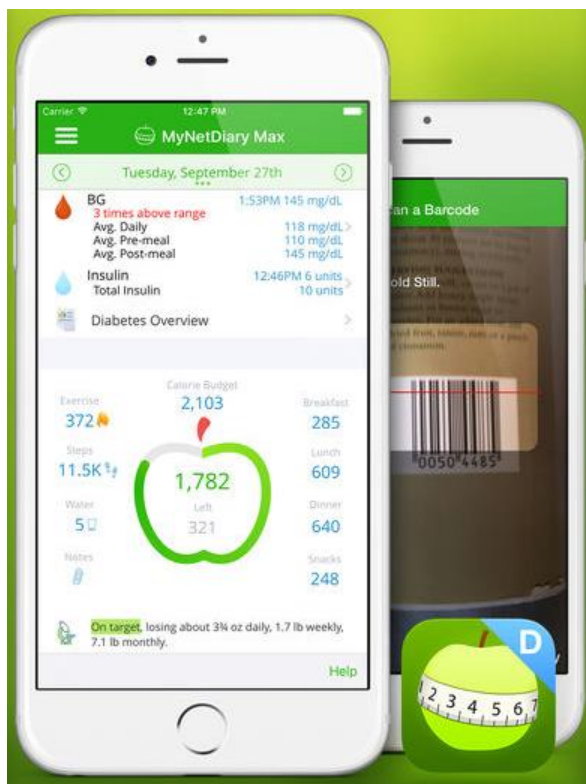
Vertailevan tutkimustyön tuloksena todetaan, että markkinoilla on tarjolla todella runsaasti mobiilisovelluksia diabeteksen omahoitoon, mutta sovellusten laatu vaihtelee hyvin paljon. Yksikään sovellus ei täyttänyt kuitenkaan diabeteksen omahoidon kannalta kaikkia tärkeimpiä osa-alueita. Parhaimmat sovellukset valittiin käyttäjä- ja ammattilaisten arvioiden, toimintojen ja laadun perusteella. Valittiin toiminnoittain mahdollisimman erilaisia sovelluksia. Tärkeimpinä ominaisuuksina pidettiin sitä, että sovellus on turvallinen käyttää, mukaansatempaava ja käyttäjää innostava. Parhaiten menestyneissä sovelluksissa on keskivertoa huomattavasti enemmän toimintoja.

Parhaaksi sovellukseksi valittiin **MySugr Diabetes Logbook** (kuva 7). Sovellus tarjoaa monipuolisesti eri toimintoja aktiivisuuden, verensokerin ja nautitun ravinnon seurantaan, mutta ei ole liian monimutkainen käytettäväksi. Pelilliset ominaisuudet innostavat käyttäjää sovelluksen käyttöön. Sovellukseen voi yhdistää useita eri verensokerimittareita. Sovellus soveltuu tyyppin 1 ja 2 diabeteksen hoitoon. Sovellus tekee käyttäjän tiedoista raportin, jonka voi jakaa lääkärin kanssa.



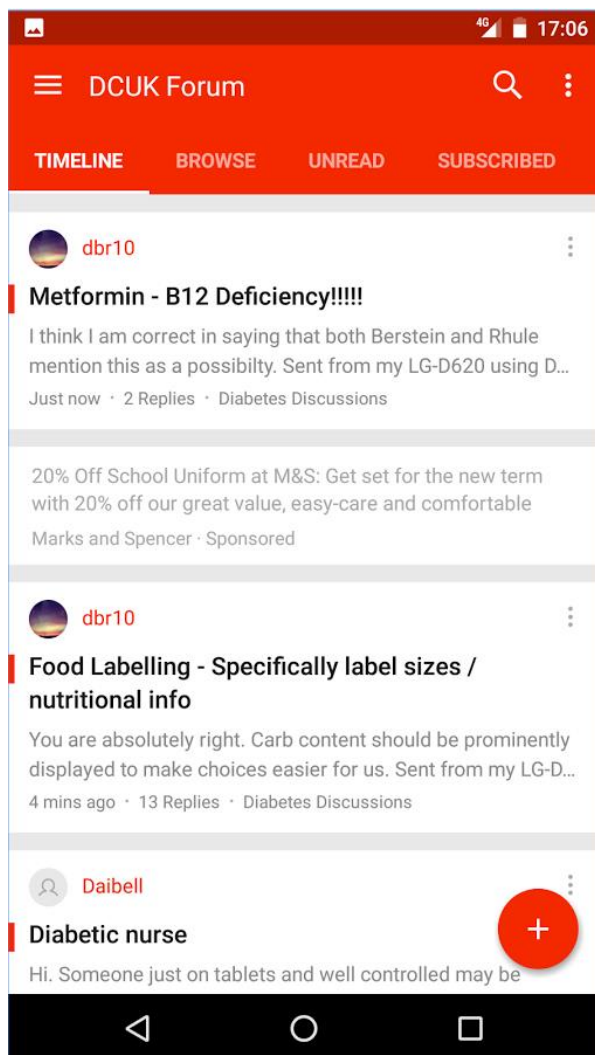
KUVA 7. MySugr Diabetes Logbook (30.)

Diabetes & Diet Tracker on MyNetDiaryn kehittämä sovellus (kuva 8). Sovellus mahdollistaa kaikkien diabeetikolle tärkeimpien arvojen seurannan. Lisäksi sovellus sisältää sosiaalisia toimintoja ja kattavan tietokannan, jossa yli 390 000 tuotteen ravintoarvot on listattu. Sovellus tunnistaa viivakoodin perusteella tuotteen ravintosisällön. Sovellus on tarkoitettu tyyppin 1 ja 2 diabeteksen, esidiabeteksen ja raskausdiabeteksen hoitoon.



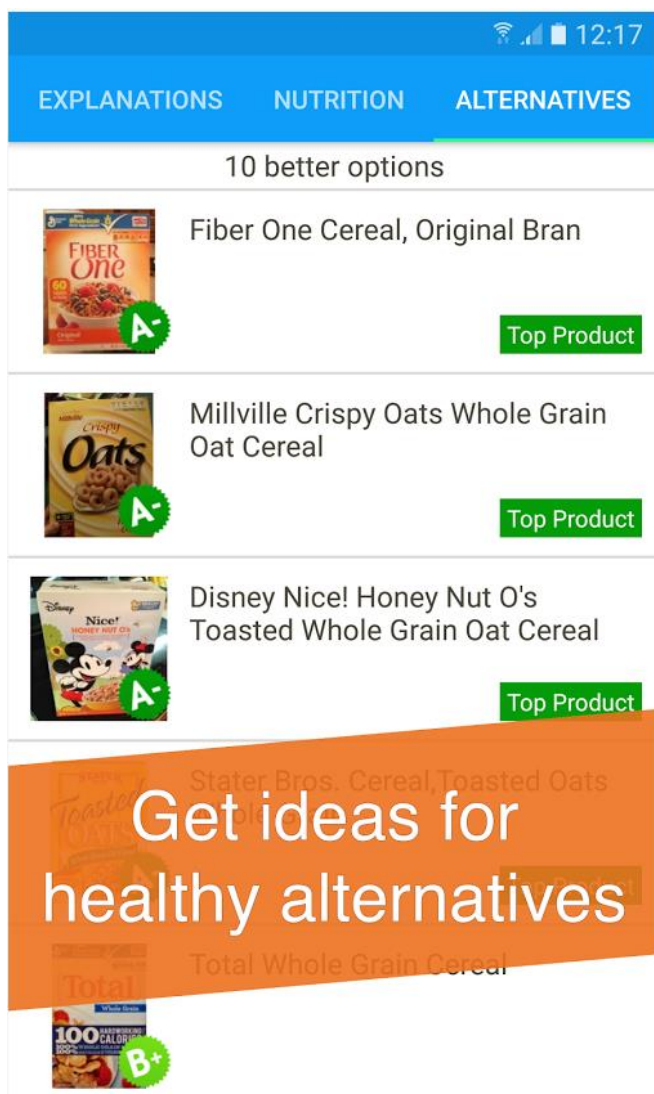
KUVA 8. Diabetes & Diet Tracker (31.)

Diabetes Forum -sovellusta voidaan pitää parhaana sosiaalisena diabeteksen omahoitoon tarkoitettuna sovelluksena (kuva 9). Sen avulla diabeetikot saavat tukea sairautensa hallintaan. Sovellus yhdistää diabeetikon yli 250 000 muun sovelluksen käyttäjän kanssa. Sovellus tarjoaa monipuolisesti tietoa diabetekseen liittyviin aiheisiin.



KUVA 9. Diabetes Forum (32.)

Fooducate Weight Loss Coach on Fooducaten kehittämä sovellus (kuva 10). Sovellus tarjoaa neuvoja sopivan ruokavalion noudattamiseksi ja sisältää suuren joukon eri ruokatuotteita arvioituna terveellisyden mukaan. Sovellus myös varoittaa erityisen haitallisista ruoka-aineista ja seuraa kaloreiden laatua. Sovelluksessa on myös sosiaalisia toimintoja, joiden avulla omia tietoja voidaan jakaa muiden kanssa. Sovellus sopii eri dieeteille, kuten matalahiilihydraattinen ruokavalio ja paleoruokavalio.



KUVA 10. Fooducate Weight Loss Coach (33.)

BeatO Diabetes Management on BeatO:n tuottama sovellus (kuva 11). Sovellus seuraa kaikkia yleisimpiä diabeetikon terveyteen liittyviä arvoja, kuten aktiivisuutta, kalorien määrää ja painon kehitystä ja antaa suosituksia niiden perusteella. Sovelluksen voi halutessa yhdistää BeatO-glukoosimittariin, joten verensokeriarvoja ei tarvitse syöttää itse manuaalisesti.





KUVA 11. BeatO Diabetes Management (34.)


MyDiabeticAlert-sovellus laatii käyttäjälle sopivan ruokavalion tehden kaloreiden laskennasta tarpeetonta (kuva 12). Sovelluksessa on myös veren glukoosipitoisuuden, lääkkeiden ja liikunnan seurantomahdollisuus sekä hälytystoiminto ja tietojen jakamisen mahdollistava ominaisuus. Sovelluksesta on olemassa tietokoneversio, jonka avulla huoltaja voi seurata diabeetikon tilaa.


Cancel Sign Up Next >

Select Profile

 Child & Caregiver

 Senior & Caregiver

 Adult

 Caregiver

Next >

KUVA 12. MyDiabeticAlert (35.)

7 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli vertailla diabeteksen hoitoon tarjolla olevia mobiilisovelluksia ja selvittää diabeteksen hoitoon tarkoitettujen sovellusten markkinatilannetta nyt ja tulevaisuudessa. Yhteenveto on koostettu oman tutkimukseni sekä muiden tahojen tutkimusten, selvitysten ja analyysien perusteella.

mHealth-sovelluksia diabeteksen hoitoon löytyy todella paljon, mutta sovellusten ominaisuuksissa ja laadussa on parantamisen varaa. Markkinamahdollisuuksia löytyy siten erityisesti laadukkaille ja kattaville diabeteksen hoitoon suunnatuille mHealth-sovelluksille. Diagnosointiin, kroonisen sairauden hallintaan ja monitorointiin kykenevien sovellusten määrä kasvaakin koko ajan. Sovelluksen tulisi erottua runsaasta tarjonnasta. Sovellusten tulee pystyä keräämään ja käsittelemään suuria tietomääriä pysyäkseen samassa tasossa muiden sovellusten kehityksessä. Joustavan tiedonsiirron tarve potilaan ja terveydenhuollon eri tahojen välillä tuo markkinoille yhä uusia erilaisia pilvipalveluja tarjoavia yrityksiä, jolloin terveyteen vaikuttavia hoitopäätöksiä voidaan tehdä ajasta ja paikasta riippumatta reaaliajassa, ja samalla saadaan parempia hoitotuloksia. Osa sovellusten kehittäjistä ottaa todennäköisesti yhdeksi merkittävaksi painopistealueeksi sovellusten kehittämistyössä kiinteästi terveydenhuollon ammattilaisten kanssa yhteistyössä kehitettävät sovellukset, joiden avulla pyritään ennaltaehkäisevään työhön. Tätä edellyttää jo merkittävästi kasvaneet terveydenhuollon kustannukset niin Suomessa kuin maailmanlaajuisesti.

Markkinoille tulevien sovellusten laatu tulee selkeästi parantumaan myös siitä syystä, että sovelluksia kehittävät jatkossa yhä useammin erityisesti terveysteknologian koulutuksen saaneet henkilöt.

Yhtenä syynä sille, että diabeteksen hoitoon tarkoitettut sovellukset eivät ole suunnitelmassa laajuudessa levinneet terveyssovellusmarkkinoilla on se, että terveydenhuollossa toimivat henkilöt eivät tiedä tarpeeksi mHealth-sovellusten käytön hyödyistä voidakseen suositella niitä potilailleen käytettäväksi. Terveydenhuollon henkilöstön yleistä tie-

tämystä mHealth-sovellusten käytön hyödyistä tulisi edelleen voimakkaasti lisätä ja tähän ammattiryhmään tulisi suunnata markkinointia, kuten esittelytilaisuuksia. Hyvä diabetessovellus auttaa potilasta sairautensa hallinnassa ja auttaa terveydenhuollonhenkilöstöä työssään.

LÄHTEET

1. Mitä diabetes on?. 2016. Suomen Diabetesliitto. Saatavissa: https://www.diabetes.fi/files/103/Mika_diabetes_ontuloste2016.pdf. s. 1-2. Hakupäivä 8.7.2017.
2. Mustajoki, Pertti. 2017. Diabetes (sokeritauti). Terveyskirjasto Duodecim. Saatavissa: http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00011. Hakupäivä 7.8.2017.
3. Koski, Sari. 2015. Diabetesbarometri 2015. Suomen Diabetesliitto. Saatavissa: <https://www.diabetes.fi/files/6203/barometri2015.pdf>. Hakupäivä 2.9.2017.
4. Raskausdiabetes kaipaa huomiota raskauden jälkeenkin. 2017. Suomen Diabetesliitto. Saatavissa: <https://www.diabetes.fi/diabetes/raskausdiabetes>. Hakupäivä 4.7.2017.
5. Tiede. 2016. Diabetes laajenee tyyppiin 4. tammikuu 2016. s.12. Salk-instituutti. Hakupäivä 2.7.2017.
6. Diabetes on monta diabetesta. 2016. Suomen Diabetesliitto. Saatavissa: https://www.diabetes.fi/diabetes/yleista_diabeteksesta. Hakupäivä 4.7.2017.
7. GLOBAL REPORT ON DIABETES. 2016. World Health Organization. Saatavissa: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204871/1/9789241565257_eng.pdf?ua=1. S. 6. Hakupäivä 15.8.2017.
8. Lianne-Parikka, Pirjo. 2017. Mihin insuliinia tarvitaan?. Suomen Diabetesliitto. Saatavissa: http://www.diabetes.fi/diabetestietoa/tyyppi_1/tyypin_1_hoidon_abc/mihin_insuliinia_tarvitaan. Hakupäivä 3.8.2017.
9. Komplikaatiot. 2017. Diabetescare. Saatavissa: <http://www.mylife-diabetescare.fi/mylife-diabetes-tietoutta-komplikaatiot.html>. Hakupäivä 9.10.2017.
10. Diabetes. 2018. Käypähoito. Saatavissa: <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus;jsessionid=8D67FC2BACA098A6774FAF25A23BE546?id=hoi50056>. Hakupäivä 10.2.2018.

11. Holappa, Terhi. 2017. Diabetes ja lääkäri. Suomen Diabetesliitto. Saatavissa: https://www.diabetes.fi/files/8182/Diabetes_ja_laakari_1_2017_rinnakkainen.pdf. Siv. 26. Hakupäivä 2.9.2017.
12. Rouse, Margaret. 2017. mHealth. TechTarget. Saatavissa: <http://search-healthit.techtarget.com/definition/mHealth>. Hakupäivä 4.8.2017.
13. Johnson, Jon. 2017. Best diabetes apps of 2017. MedicalNewsToday. Saatavissa: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/317364.php>. Hakupäivä 4.7.2017.
14. King, Dominic - Greaves, Felix - Exeter, Christopher - Darzi, Ara. 2013. 'Gamification' Influencing health behavior with games. SAGE journals. Saatavissa: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0141076813480996>. Hakupäivä 7.6.2017.
15. Mobile Medical Applications. 2015. FDA. Saatavissa: <http://www.fda.gov/MedicalDevices/DigitalHealth/MobileMedicalApplications/ucm255978.htm>. Hakupäivä 15.6.2017.
16. Current initiatives to unlock the potential of mobile health in Europe. 2016. Euroopan komissio. Saatavissa: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/current-initiatives-unlock-potential-mobile-health-europe>. Hakupäivä 18.6.2017.
17. What Happened to the Smart Contact Lens for Diabetics. 2017. Labiotech. Saatavissa: <https://labiotech.eu/contact-lens-glucose-diabetes/>. Hakupäivä 4.11.2017.
18. FreeStyle Libre Flash Glucose Monitoring System. 2017. Freestyle. Saatavissa: <https://freestylediabetes.co.uk/our-products/freestyle-libre>. Hakupäivä 12.11.2017.
19. FreeStyle Libre Glucose Reader for Diabetes Plus Two Sensors. 2017. Souq. Saatavissa: <https://saudi.souq.com/sa-en/freestyle-libre-glucose-reader-for-diabetes-plus-two-sensors-11327561/i/>. Hakupäivä 9.9.2017.
20. Tiwari, Ritesh. 2014. Global Diabetes App Market Report 2014: 310M Diabetes with Smart Devices. 2014 PR Newswire. Saatavissa: <http://www.prnewswire.com/news-releases/global-diabetes-app-market-report-2014-310m-diabetics-with-smart-devices-in-2018-278167101.html>. Hakupäivä 5.6.2017.

21. Research2guidance. 2014. Currently, only 1,2% of diabetics that have a smartphone use a diabetes app. Until 2018 the share will rise to 7,8% globally. Saatavissa: <https://research2guidance.com/currently-only-12-of-diabetics-that-have-a-smartphone-use-a-diabetes-app-until-2018-the-share-will-rise-to-78-globally/>. Hakupäivä 11.7.2017.
22. Top 14 diabetes app publishers capture 65 % market share of the diabetes app market. 2014. Pharmaphorum. Saatavissa: <http://pharmaphorum.com/views-and-analysis/top-14-diabetes-app-publishers-capture-65-market-share-of-the-diabetes-app-market/>. Hakupäivä 5.7.2017.
23. Research2guidance. Top 12 diabetes app publishers capture 65% market share of the diabetes app market. 2014. Saatavissa: <https://research2guidance.com/top-14-diabetes-app-publishers-capture-65-market-share-of-the-diabetes-app-market-2/>. Hakupäivä 10.7.2017.
24. The 5 countries ranked first choice for starting an mHealth business in the EU. 2016. Research2guidance. Saatavissa: <https://research2guidance.com/the-5-countries-ranked-first-choice-for-starting-an-mhealth-business-in-the-eu/>. Hakupäivä 10.8.2017.
25. mHealth Solutions Market worth 90.49 Billion USD by 2022. 2016. MARKETSandMARKETS. Saatavissa: <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/mhealth-apps-and-solutions.asp>. Hakupäivä 17.7.2017.
26. The mHealth apps market is getting crowded. 2016. Research2Guidance. Saatavissa: <https://research2guidance.com/mhealth-app-market-getting-crowded-259000-mhealth-apps-now/>. Hakupäivä 5.9.2017.
27. Jahns, Ralf-Gordon. 2014. Today's diabetes apps are far away from meeting the seven best practice standards. Research2Guidance. Hakupäivä 3.6.2017. Saatavissa: <https://research2guidance.com/todays-diabetes-apps-are-far-away-from-meeting-the-seven-best-practice-standards-2/>. Hakupäivä 4.7.2017.

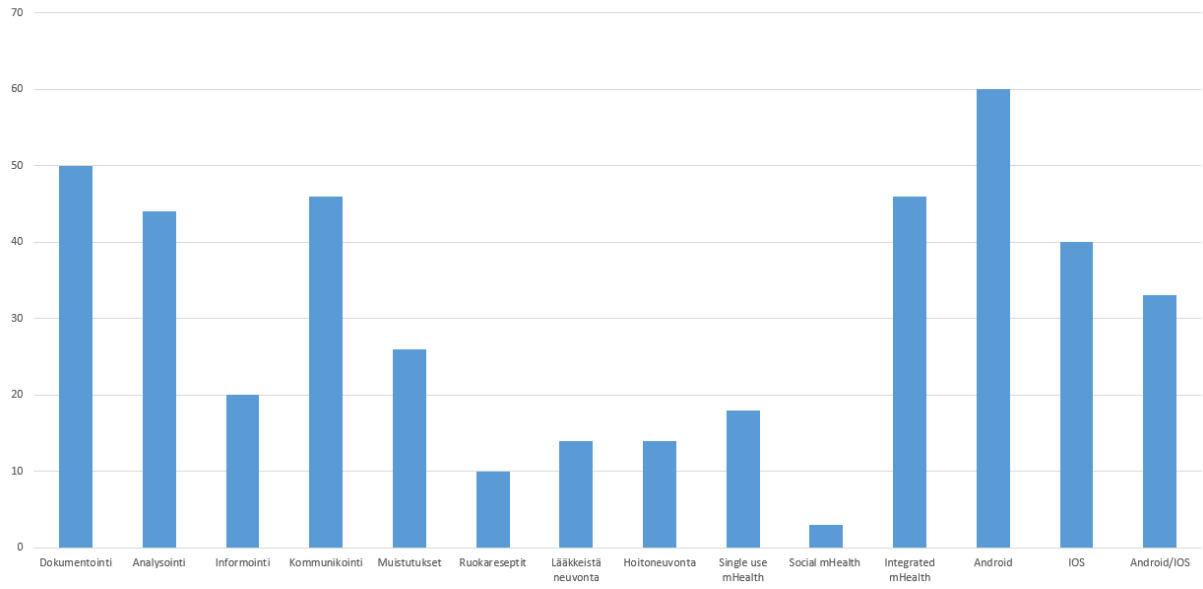
28. Carter, Ben. 2016. Do Mobile Phone Applications Improve Glycemic Control (HbA1c) in the Self-management of Diabetes?. American Diabetes Association. A Systematic Review, Meta-analysis, and GRADE of 14 Randomized Trials. Saatavissa: <http://care.diabetesjournals.org/content/39/11/2089>. Hakupäivä 5.7.2017.
29. Michaelides, Andreas - Raby, Christine - Wood, Meghan - Farr, Kit - Toro-Ramos, Tatiana. 2016. Weight loss efficacy of a novel mobile Diabetes Prevention Program delivery platform with human coaching. BMJ Open Diabetes Research & Care. Saatavissa: <http://drc.bmj.com/content/bmjdr/4/1/e000264.full.pdf>. s. 1-3. Hakupäivä 22.7.2017.
30. mySugr: the blood sugar tracker made just for you. 2017. Google Play. Saatavissa: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mysugr.android.companion&hl=en>. Hakupäivä 12.8.2017.
31. Diabetes and Blood Glucose Tracker by MyNetDiary. 2017. Itunes. Saatavissa: <https://itunes.apple.com/us/app/diabetes-and-blood-glucose-tracker-by-mynet-diary/id541478695?mt=8>. Hakupäivä 4.8.2017.
32. Diabetes Forum. 2017. Google Play. Saatavissa: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tapataalk.diabetescoukdiabetesforum>. Hakupäivä 12.8.2017.
33. Fooducate Healthy Weight Loss & Calorie Counter. 2017. Google Play. Saatavissa: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fooducate.nutritionapp&hl=fi>. Hakupäivä 12.8.2017.
34. BeatO - Diabetes Care and Management App. 2017. Google Play. Saatavissa: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.healtharx.beato&hl=fi>. Hakupäivä 5.8.2017.
35. Diabetes App - MyDiabeticAlert. 2017. Google Play. Saatavissa: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cystelcom.attcr.mydiabeticalert&hl=fi>. Hakupäivä 8.8.2017.

LIITTEET

Sovellus	Dokumentointi	Analysointi	Opettaminen	Kommunikointi	Muistutukset	Ruokareseptit	Lääkkeen annostus neuvonta	hoitoneuvonta	Single use mHealth	Social mHealth	Integrated mHealth	Android	iOS	Sovellus
MySugr Diabetes Logbook	1	1	1	1	1		1	1			1	1	1	MySugr Diabetes Logbook
DiabetesM	1	1	1	1	1		1	1			1	1	1	DiabetesM
OnTrack Diabetes	1	1		1	1						1	1	1	OnTrack Diabetes
Diabetes (diabetesta)	1			1	1						1	1	1	Diabetes
Diabetes Journal (lehti)	1			1	1						1	1	1	Diabetes Journal
Glucose Buddy : Diabetes Log	1			1	1		1				1	1	1	Glucose Buddy : Diabetes Log
Diabetes Tracker	1	1	1	1	1	1					1	1	1	Diabetes Tracker
Social Diabetes	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	Social Diabetes
Recipes for Diabetes						1				1				Recipes for Diabetes
Diabetes Connect	1	1		1							1	1	1	Diabetes Connect
Diabetes Fitness										1				Diabetes Fitness
Diabetes Management (beatoapp)	1	1	1	1				1			1	1	1	Diabetes Management (beatoapp)
Diabetes Self-Management				1		1		1		1				Diabetes Self-Management
460 Diabetic Recipes						1				1				460 Diabetic Recipes
Diabetes Plus	1	1		1			1				1	1	1	Diabetes Plus
Sugar Sense – Diabetes App	1	1	1	1	1	1					1	1	1	Sugar Sense – Diabetes App
Diabetes Drugs Dictionary			1							1				Diabetes Drugs Dictionary
Laborom	1	1		1	1	1					1	1	1	Laborom
Yoga For Diabetes			1							1				Yoga For Diabetes
Diabetes Pal	1	1		1							1	1	1	Diabetes Pal
Diabetic Recipes!			1			1				1				Diabetic Recipes!
Diabetes Recipe App						1				1				Diabetes Recipe App
BlueStar Diabetes	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	BlueStar Diabetes
Diabetes & Diet Tracker	1	1	1	1	1			1			1	1	1	Diabetes & Diet Tracker
Diabeto Diabetes Logbook	1	1		1	1	1					1	1	1	Diabeto Diabetes Logbook
BG Monitor Diabetes	1	1		1	1	1		1			1	1	1	BG Monitor Diabetes
Health2Sync – Diabetes Care	1	1		1	1						1	1	1	Health2Sync – Diabetes Care
Prognosis : Diabetes			1							1				Prognosis : Diabetes
Smart e-SMBG -Diabetes lifestlog	1			1	1	1					1	1	1	Smart e-SMBG -Diabetes lifestlog
World Diabetes Day										1				World Diabetes Day
Diabetes @ Hypertension Coach	1	1	1	1				1			1	1	1	Diabetes @ Hypertension Coach
Diabetes Forum										1				Diabetes Forum
Diabetes Acupressure Trainer			1			1						1	1	Diabetes Acupressure Trainer
Habits: Diabetes Coach	1	1	1	1				1				1	1	Habits: Diabetes Coach
Diabetes Diary	1			1								1	1	Diabetes Diary
Easy Diabetes	1	1		1								1	1	Easy Diabetes
Diabetes BP Health Tracker App	1	1		1	1	1						1	1	Diabetes BP Health Tracker App
Diabetes Diary Glucose Tracker	1	1		1	1							1	1	Diabetes Diary Glucose Tracker
Dr. Mohan's Diabetes App	1	1	1	1	1			1				1	1	Dr. Mohan's Diabetes App
SDiary Diabetes Management	1	1	1	1	1			1				1	1	SDiary Diabetes Management
Glucose meter - Diabetes	1	1	1	1	1	1						1	1	Glucose meter
Glucol Diabetes	1	1	1	1	1	1						1	1	Glucol Diabetes
IFORA Diabetes Manager	1	1		1				1				1	1	IFORA Diabetes Manager
Diabetes PA (Diabetes Manager)	1	1		1	1	1						1	1	Diabetes PA (Diabetes Manager)
Carbs & Cals		1					1			1				Carbs & Cals
dBees.com	1	1		1	1	1						1	1	dBees.com
Blood Glucose Tracker	1	1		1	1	1						1	1	Blood Glucose Tracker
Diabetes Tools - Glucose	1	1		1	1			1				1	1	Diabetes Tools - Glucose
Glucose Wiz	1	1		1	1	1						1	1	Glucose Wiz
Diabetes Pacer	1	1	1	1	1	1						1	1	Diabetes Pacer
Glooko	1	1		1	1	1						1	1	Glooko
Diabetes App Lite	1	1		1	1	1			1			1	1	Diabetes App Lite
Diabetes in Check	1	1	1	1	1	1						1	1	Diabetes in Check
Glucose Companion Free	1	1		1	1	1						1	1	Glucose Companion Free
BlueLoop	1			1	1	1						1	1	BlueLoop
mySugr Junior	1	1	1	1	1	1		1				1	1	mySugr Junior
Track3 Diabetes Tracker	1	1		1	1	1						1	1	Track3 Diabetes Tracker
CarbsControl	1			1	1					1				CarbsControl Carb Tracker
Carb Counting with Lenny								1		1				Carb Counting with Lenny
HelpDiabetes	1	1		1				1						HelpDiabetes
Diabetic Connect	1	1		1						1				Diabetic Connect
Diabetes Pilot (Classic)	1	1		1	1			1				1	1	Diabetes Pilot
Fooducate Weight Loss Coach	1	1	1							1				Fooducate Weight Loss Coach
HealthOut Healthy Meal Finder								1		1				HealthOut Healthy Meal Finder
Managing Type 1 Diabetes: A guide for kids and their families				1						1				Managing Type 1 Diabetes
MedSimple	1		1	1	1	1						1	1	MedSimple
Diabetes App -myDiabeticAlert	1	1		1	1	1		1				1	1	Diabetes App -myDiabeticAlert
Diabetic recipes free						1				1				Diabetic recipes free
Pisteitä yhteensä:	51	45	25	49	26	11		12	13	18	3	47	61	40

Liite 1. Sovellusten ominaisuuksien jakautuminen

Sovellusten (n=68) ominaisuuksien jakautuminen



Liite 2. Pylväsdiagrammi sovellusten ominaisuuksista