



Arttu Kahila

Verensokerimittareiden teknologisen kehityksen merkitys tyypin 1 diabeetikoille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintäteknikka

Insinöörityö

10.3.2025

Tiivistelmä

Tekijä:	Arttu Kahila
Otsikko:	Verensokerimittareiden teknologisen kehityksen merkitys tyyppin 1 diabeetikoille
Sivumäärä:	27 sivua + 2 liitettä
Aika:	10.3.2025
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Tieto- ja viestintätekniikka
Ammatillinen pääaine:	Hyvinvointi- ja terveysteknologia
Ohjaajat:	Lehtori Juha Havukumpu

Teknologia on kehittynyt viimeisten vuosien aikana valtavasti, eivätkä lääkinälliset laitteet ole poikkeus. Eräs loistava esimerkki valtaisasta teknologiahypystä ovat verensokerimittarit, joiden kohdalla mittaustapahtuma on muuttunut käyttäjän kannalta hyvinkin merkittävästi vain muutamassa vuodessa. Tämän insinööriyön tarkoituksena onkin tutkia niin sanottujen uusien verensokerimittareiden eli sensorien ja niihin liitettyjen mobiilisovellusten vaikutusta niin hoitomotivaatioon kuin paremman hoitotasapainon saavuttamiseen verrattuna perinteisiin mittareihin. Lisäksi tarkastelussa on laitteiden käyttöliittymät ja käytettävyys hyvine ja huonoine puolineen.

On selvää, että käytettävyys ja käyttäjän kokemus käytöstä vaikuttavat valtavasti muun muassa siihen, haluaako laitetta ylipäätään käyttää ja motivoiko se optimaalisen hoidon vaatimiin tekoihin. Etenkin nuorilla elämän murrosvaiheessa tyyppin 1 diabeteksen vaatimat toimenpiteet, kuten säännöllinen sokeriarvojen mittaaminen, jäävät helposti vajavaisiksi erinäisistä syistä. Muun muassa tähän ongelmaan sensorit ovat oiva työkalu, mikä mahdollistaa jatkuvan glukosiseurannan ilman erillisiä toimenpiteitä päivän aikana.

Insinööriyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Tavoitteena oli tutkia laajasti laadukasta ja aiheeseen liittyvää kirjallisuutta eri tietokannoista. Käytettyjä tietokantoja olivat muun muassa ScienceDirect sekä PubMed. Laadunarviointiin käytettiin apuna The Joanna Briggs Collaborationin tarjoamaa laadunarviointikriteeristöä.

Sekä kirjallisuus että toteutettu haastattelu puoltavat vahvasti sitä, että uudet sensorit todella ovat oiva työkalu parantamaan erityisesti nuorilla hoitotasapainoa sekä motivaatiota hoidon ylläpitoon kiireestä ja muuttuvasta elämäntilanteesta huolimatta. Sensorit kuormittavat vähemmän potilasta eikä unohduksia mittaamisissa pääse syntymään, mikä mahdollistaa paremman sokeritasapainon. Täytyy toki muistaa rajoitteet sekä yksilöiden omat mieltymykset sairauden hoitoon. Monille vanhemmille henkilöille sensorit voivat olla suuri teknologinen hyppy, ja pienet lapset eivät välttämättä pysty sensoreita edes käyttämään.

Avainsanat:	Lääkinällinen laite, käyttöliittymä, käytettävyys, tyyppin 1 diabetes
-------------	-----------------------------------------------------------------------

Tämän insinööriyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Arttu Kahila
Title: Importance of Technological Development in Blood Glucose Meters for Type 1 Diabetes
Number of Pages: 27 pages + 2 appendices
Date: 10 March 2025

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

Technology has developed enormously in recent years, and medical devices are no exception. One great example of a huge technological leap is blood glucose meters, for which the measurement event has changed significantly from the user's point of view in just a few years. The purpose of the study is to investigate the effect of so-called new blood glucose meters, and the mobile applications connected to them. In addition, the user interfaces and usability of the devices are examined, with their pros and cons.

Usability and the user's experience have a huge influence on, among other things, whether one wants to use the device at all and whether it motivates the actions required for optimal care. Especially for young people in the transition phase of life, the measures required by type 1 diabetes, such as regular measurement of sugar levels, are easily missed for various reasons. Among other things, sensors are a great tool for this problem, enabling continuous glucose monitoring without separate measures during the day.

The study was carried out as a descriptive literature review. The goal was to extensively research high-quality literature related to the topic from different databases. The databases used were, among others, ScienceDirect and PubMed. The quality assessment criteria provided by The Joanna Briggs Collaboration were used for quality assessment.

The literature together with the interview conducted strongly support the fact that the new sensors really are a good tool to improve care balance and motivation to maintain care, especially for young people. The sensors put less burden on the patient and there is no chance of forgetting measurements, enabling a better sugar balance. Of course, one must remember the limitations and the individual's own preferences for the treatment of the disease. For many older people, sensors can be a big technological leap, and small children may not even be able to them.

Keywords: Blood glucose monitoring, usability, user interface, type 1 diabetes

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tausta	2
2.1	Diabetes	2
2.1.1	Tyypin 1 diabetes	3
2.1.2	Tyypin 2 diabetes	3
2.1.3	Muut diabetestyytit	4
2.2	Diabetes ja käyttöliittymät	5
3	Verensokerimittarit sekä niiden käyttöliittymät	6
3.1	Verensokerimittarit	6
3.1.1	Perinteiset verensokerimittarit	6
3.1.2	Uudet verensokerimittarit	7
3.2	Käyttöliittymät	9
4	Tutkimusmenetelmät	11
4.1	Kirjallisuuskatsaus	11
4.1.1	Aineiston keruu ja valintakriteerit	12
4.1.2	Laadun arviointi	13
4.2	Haastattelu	14
4.2.1	Haastattelun rakenne ja kysymykset	14
4.2.2	Haastateltava	14
5	Tulokset	15
5.1	Kirjallisuus ja tutkimukset	15
5.1.1	Apu paremman hoitotasapainon saavuttamisessa	15
5.1.2	Vaikutus yksilön hoitomotivaatioon	17
5.1.3	Sovellusten haasteet	18
5.2	Haastateltavan kokemukset	19
5.2.1	Haastattelun kysymykset ja haastateltavan vastaukset	19
5.2.2	Pohdintaa haastattelun tuloksista ja peilausta kirjallisuuteen	23
6	Yhteenveto ja pohdinta	23

Lähteet	26
Liite 1: JBI: Arviointikriteerit järjestelmälliselle katsaukselle	1
Liite 2: Haastattelun kysymykset	1

1 Johdanto

Lääkinnällisissä laitteissa hyvä ja toimiva käyttöliittymä on avainasemassa, mikä tuo laitteen käyttäjälle varmuutta laitteen käyttöön, ja tätä kautta muun muassa tukee hoidon onnistumista. Nykyään markkinoille tulee vauhdilla uusia laitteita ja kehittyneempiä versioita jo pidemmän aikaa markkinoilla olleista laitteista. Yhtenä hyvänä esimerkkinä ovat verensokerimittarit, joita käytetään osana diabeteksen hoitoa. Vasta muutama vuosi takaperin verensokerimittarilla tarkoitettiin laitetta, jolla mitattiin veritipasta veren hetkellinen glukoosipitoisuus. Nykyään nämä laitteet ovat saaneet rinnalleen mittareita, jotka mittaavat verensokeria jatkuvasti olkavarteen asennettavan anturin kautta kudostenesteestä erinäisiin algoritmeihin, ja tulokset siirtyvät älypuhelimeen langattomasti NFC-tekniologian avulla. Verensokeritasojen reaaliaikaista vaihtelua, tuloksia ja vaikkapa tiettyjen ruoka-aineiden aiheuttamaa muutosta verensokerissa on siis vaivatonta seurata reaaliaikaisesti näillä uuden sukupolven laitteilla. Säännölliset mittaukset eivät myöskään tuota vaivaa tai pääse unohtumaan. Esimerkiksi pienten lasten vanhemmille turvaa tuo se, että diabetesta sairastavan lapsen verensokerin tarkailu on vaivatonta ja onnistuu jopa yöllä lasta herättämättä.

Suurin muutos on käyttäjän kannalta kuitenkin käyttöliittymän muutos toislaiseksi. Enää ei ole pakko pistää sormeen tietyn väliajoin mittauksen suorittamiseksi, vaan tulokset ovat nähtävissä älylaitteesta reaaliajassa, sillä mittari on kiinni kehossa 24/7. Tämän insinööriyön tarkoitus onkin tutkia sitä, kuinka käyttöliittymä vaikuttaa hoidon mielekkyyteen ja parempaan hoitotasapainoon potilaan kannalta ja onko sillä työkuormaa helpottava vaikutus. Pääpaino tässä insinööriyössä onkin siis selvittää juuri potilaan kannalta muutosta muun muassa motivaatiossa diabeteksen hoitoon verrattuna vanhoihin laitteisiin. Lisäksi tarkastelussa on se, voisiko nykyisiä älylaitteissa käytettäviä käyttöliittymiä parantaa entisestään hoidon mielekkyyden tukemiseksi.

2 Tausta

Insinööriyön tarkoituksena on selvittää, kuinka uusien olkavarteen kiinnitettävien verensokerimittareiden sekä niihin yhteydessä olevien sovellusten käyttöliittymä ja sen toimivuus sekä intuitiivisuus vaikuttavat tyypin 1 diabeteksen hoidon mielekkyyteen ja hoitomotivaatioon yksilöillä, jotka ovat aiemmin käyttäneet niin sanottuja perinteistä verensokerimittaria. Tavoitteena lisäksi on selvittää, olisiko jotain kehittämiskohteita nykyään jo markkinoilla oleville sovelluksille. Tässä insinööriyössä perinteisillä verensokerimittareilla tarkoitetaan yleisesti kaikkia sellaisia verensokerimittareita, jotka mittaavat verensokerin sormenpäästä liuskaan asetetun veritipan avulla näyttäen tuloksen laitteen näytöllä. Uusilla verensokerimittareilla taas tässä työssä tarkoitetaan olkavarteen kiinnitettäviä kudostesteantureita, jotka ovat yhteydessä älypuhelimeen ja joista tulokset ovat reaaliaikaisesti luettavissa erilaisten sovellusten avulla.

Diabeteksen hoito etenkin tyypin 1 diabeteksen kohdalla onkin läpi elämän kestävä oppikoulu, joka opettaa parhaimmat ja itselleen sopivimmat keinot sairauksien hoitoon unohtamatta hoitohenkilöstön tietotaidon jatkuvan kehittämisen tarvetta. Teknologian kehitys sekä uudet hoitomahdollisuudet, kuten sensorit ja mobiilisovellukset ovat viime aikoina mahdollistaneet parannuksia potilaan elämänlaatuun sekä hoitomotivaatioon. Lisäksi oikein toteutettuna on uusi teknologia kustannustehokkaampaa muun muassa uusien digitaalisten tiedonsiirtomahdollisuuksien avulla. [1.]

2.1 Diabetes

Diabetes eli kansankielisesti sokeritauti on yläkäsite ryhmälle aineenvaihduntasairauksia, joissa yhteisenä tekijänä ovat häiriöt insuliinin tuotannossa sekä kohonnut veren glukoosipitoisuus. Diabeteksen kaksi päätyyppiä ovat tyypin 1 ja tyypin 2 diabetekset. Muita hieman harvinaisempia diabetestyppejä ovat muun muassa raskausdiabetes, LADA-diabetes sekä MODY-diabetes. [2.]

2.1.1 Tyypin 1 diabetes

Tyypin 1 diabetes on aineenvaihdunnallinen autoimmuunisairaus, jossa haiman insuliinituotanto on häiriintynyt, mikä johtuu haiman beetasolujen autoimmuunitulehduksesta. Solujen ja niissä tapahtuvan insuliinin eritysiin loppuu, sillä autoimmuunitulehdus saa aikaan solujen tuhoutumisen. Koska insuliinia ei enää erity sairauden puhjettua, on asianmukainen insuliinihoito välttämätöntä veren sokeripitoisuuden hallinnassa. Ilman asianmukaista hoitoa eli verensokeriarvojen tarkkailua ja insuliinipistoksia sairaus onkin hengenvaarallinen, sillä ilman insuliinia ei veressä oleva glukoosi muun muassa pääse siirtymään soluihin polttoaineeksi. [2.]

Tyypin 1 diabeteksen puhkeamisen syytä ei edelleenkään tarkkaan tunneta eikä sitä voi ehkäistä esimerkiksi elintavoilla. Tiettyjä perinnöllisiä riskitekijöitä on havaittu, mutta sairaus voi puhjeta myös ilman minkäänlaista sukurasitetta. Sairaus diagnosoidaan verikokein lääkärissä. [2.]

2.1.2 Tyypin 2 diabetes

Tyypin 2 diabetes eroaa hyvinkin paljon tyypin 1 diabeteksestä. Tyypin 2 diabetes on elintavoista johtuva vuosien ajan kehittyvä sairaus, jossa jo paljon ennen varsinaisen diabeteksen puhkeamista on insuliinin vaikutus kudoksissa hiljalleen heikentynyt eli solut tulevat resistentteiksi haiman erittämälle insuliinille huonojen elintapojen seurauksena. Näin ollen haima joutuu erittämään tavallista enemmän insuliinia saadakseen verensokeripitoisuudet hallintaan. Lopulta insuliini ei toimi kuten pitäisi eikä haiman beetasolut pysty tuottamaan tarvittavaa insuliinimäärää. Tämä johtaa siihen, että veren sokeripitoisuudet lähtevät nousuun. Usein puhutaan esidiabeteksestä, joka ajan myötä kehittyy varsinaiseksi tyypin 2 diabetekseksi, mikäli muutoksia elintapoihin ei tehdä. Esidiabeteksessa veren sokeriarvot ovat jo koholla, mutta oikeilla elintapamuutoksilla vielä hallittavissa ja varsinaisen diabeteksin puhkeaminen voidaan estää. Mikäli tyypin 2 diabetes etenee riittävän pitkälle, voidaan joutua turvautumaan myös insuliinipistoksiin. Toisin kuin tyypin 1 diabetes, on tyypin 2 diabetes täysin

ehkäistävissä elintavoilla ja useimmiten myös parannettavissa elintapamuutoksilla eikä kyseessä siis ole elinikäinen autoimmuunisairaus. Riittävän pitkälle edennyt hoitamaton tyypin 2 diabetes voi kuitenkin vaurioittaa haiman beetasoluja niin paljon, ettei täysi parantuminen ole taattua. [2.]

2.1.3 Muut diabetestyytit

LADA-diabetes (eng. latent autoimmune diabetes in adults) on diabetesmuoto, jossa on havaittavissa piirteitä sekä tyypin 1 että tyypin 2 diabeteksestä. LADA-diabetes on myös autoimmuunisairaus, jossa haiman beetasolut asteittain tuhoutuvat. Poikkeavuutena on se, että solujen tuhoutuminen on huomattavan hidasta, ja sitä pidetäänkin hitaasti kehittyvänä tyypin 1 diabeteksena. LADA-diabetekseen sairastutaan yleisesti keski-iässä. [2.]

MODY-diabetes (eng. maturity-onset diabetes in the young) on harvinaisempi vallitsevasti periytyvä diabetestyyppi, jossa on useita eri alatyyppejä. MODY-diabetesta sairastavien hoitomuodot riippuvat alatyypeistä ja osalle riittää pelkkä ruokavaliohoito siinä, missä toiset joutuvat pistämään insuliinia ja tarkkailemaan veren sokeriarvoja. [2.]

Raskausdiabeteksella tarkoitetaan yleisesti veren sokeriarvojen nousua raskauden aikana. Raskaushormonit sekä painonnousu lisäävät insuliinin tarvetta. Korkea verensokeri raskauden aikana on haitallista sekä äidille että sikiölle. Ensisijaisena hoitona ovat elintavat, mutta ajoittain voidaan joutua turvautumaan myös lääkinällisiin hoitomenetelmiin. Raskausdiabetes paranee usein synnytyksen jälkeen, mutta hoitamattomana se voi kehittyä myös tyypin 2 diabetekseksi. [2.]

2.2 Diabetes ja käyttöliittymät

Kaikissa laitteissa ja ohjelmistoissa on käyttöliittymä, joka on suunniteltu varta vasten kyseiseen laitteeseen sopivaksi. Jotkin käyttöliittymät ovat käytettävyydeltään intuitiivisia ja vaivattomammin omaksuttavampia kuin toiset. Hyvä ja selkeä käyttöliittymä tarjoaa miellyttävän käyttökokemuksen siinä missä vaikeasti käytettävä, ja sekava käyttöliittymä on usein luotaantyöntävä eikä herätä käyttäjässään halua jatkaa laitteen tai ohjelmiston käyttöä. Toki käyttöliittymään ja sen ominaisuuksiin vaikuttaa myös tavoiteltu kohderyhmä eikä ammattikäyttöön suunnattujen ohjelmistojen käyttöliittymien tarvitsekaan olla yhtä hyviä intuition ja helppokäyttöisyyden suhteen kuin vaikkapa massatuotteeksi tarkoitettujen sovellusten.

Yksinkertaistettuna voineekin sanoa, että hyvän käytettävyyden omaava käyttöliittymä herättää käyttäjässään halua käyttää juuri kyseistä käyttöliittymää, mikä muodostaa loogisen toimintapolun, jossa ei ole mahdollisuuksia virhetilanteisiin. Jos ohjelmistolla on huono käytettävyys, se voi jopa vihastuttaa toimimattomuuden, sekavuuden tai vaikkapa huonojen visuaalisten elementtien takia. Lääkinnällisten omahoitoon tarkoitettujen laitteiden, kuten verensokerimittareiden, kohdalla hyvä ja intuitiivinen käytettävyys nousevatkin aivan eri valoon, sillä kyseessä on oman terveyden ylläpito. Huono käyttöliittymä ja jatkuva päivittäinen taistelu toimimattomien laitteiden kanssa eivät nimittäin motivoi hoitoon läheskään yhtä paljon kuin toimiva ja hoitoa tukeva intuitiivisen käytettävyyden omaava laite. Jos diabeetikko joutuu päivittäin taistelemaan huonon käytettävyyden omaavan laitteiston kanssa, on melko selvää, ettei motivaatiota hoitoon tai sen optimoimiseen varmasti ole jaksamista. Hyvä käytettävyys onkin avaintekijä tukemaan onnistunutta hoitoa kaikissa tapauksissa, joissa hoito vaatii itsenäistä lääkinällisten laitteiden käyttöä.

3 Verensokerimittarit sekä niiden käyttöliittymät

Verensokerimittareita ja hoitolaitteita diabeteksen hoitoon on ollut markkinoilla jo pitkään, vaikkakin vain reilu sata vuotta sitten tyypin 1 diabetekseen sairastuneen kohtalo oli synkkä. Insuliini nimittäin keksittiin vasta vuonna 1921. Verensokeriarvojakaan ei tarkemmin voitu mitata ennen 1960-lukua, ja tällöinkin mitausarvot olivat arvioita värikartan ja mittaliuskan värien välillä. Ensimmäiset verensokerimittarit tulivat markkinoille 1970-luvulla ja kotikäyttöön laitteita sai 1980-luvulla. 2000-luku onkin ollut erittäin nopeaa kehityskautta mittareiden saralla, ja suurin ongelma potilaalle lienee nykyään valinnanvaikeus eri ominaisuuksia sisältävien mittareiden kesken. [3.]

3.1 Verensokerimittarit

Verensokerimittareita eli viralliselta nimeltään verengluukoosin pikamittareita on markkinoilla laaja kirjo eri valmistajilta. Kaikki mittarit antavat arvon veren plasman glukoosina, ja arvona Suomessa on käytössä millimoolia/litra. Koska verensokerimittarit ovat lääkinnällisiä laitteita, on niiden täytettävä tietyt standardit ja lainpykälät muun muassa mittaustarkkuuden osalta. Itse käyttöliittymiin ja käytettävyyteen liittyviä vaatimuksia ei tarkemmin ole määritelty. Standardissa ISO 62366 esitetyt vaatimukset käytettävyyden osalta ovat: 1) vaivaton käyttö, 2) vaivaton huolto/ylläpito, 3) helppo puhdistettavuus/desinfiointi, 4) kulutusta ja kulumaa kestävä, 5) hyvä luettavuus/vaivaton ymmärrettävyys sekä 6) selkeät viestit/virheilmoitukset.

3.1.1 Perinteiset verensokerimittarit

Perinteiset verensokerimittarit ovat tyypillisin käytössä oleva tapa mitata veren sokeriarvoja. Verensokerin mittaamiseen tarvitaan itse mittari, siihen asetettavat mittaliuskat sekä erillisen pistolaitteen vaihdettavine neuloineen. Perinteisiä verensokerimittareita on Suomessa markkinoilla yli 20 erilaista eri valmistajilta hie- man eri ominaisuuksilla varustettuna. [4.]

Perinteisissä verensokerimittareissa pääominaisuudet ja toimintaperiaate ovat kutakuinkin samat, eli mittaaminen tapahtuu asettamalla veritippa mittariin kiinnitettyyn mittaliuskaan. Mittari ilmoittaa veren glukoosipitoisuuden noin viidessä sekunnissa. Eroavaisuuksia on lähinnä muistitoiminnoissa sekä mahdollisuuksissa laitteen parittamiseen mobiilisovellusten kanssa. Kaikki mittarit kuitenkin vaativat joka mittauskerta sen, että potilas pistää sormeensa veritipan saamiseksi. Mittaustulokset kertovat myös veren glukoosiarvon juuri kyseisellä hetkellä, eikä arvon vaihtelua voi tarkastella pidemmällä aikavälillä. Kuvassa 1 on esitetty mittaustapahtuma perinteisellä verensokerimittarilla. [4.]



Kuva 1. Verensokerin mittaus perinteisellä verensokerimittarilla. (Adobe Stock)

Kuvassa 1 esitetty verensokerin mittaus on suoritettu perinteisellä verensokerimittarilla, jossa mittaus aloitetaan pistämällä lansetilla sormenpään ihoon reikä veritipan saamiseksi. Tämän jälkeen veritippa asetetaan mittarissa kiinni olevaan liuskaan, joka johtaa veren mittariin analysoitavaksi. Tulokset eli kyseisen hetken veren sokeripitoisuus (mmol/l) ilmestyy näytölle noin 5 sekunnissa. [3.]

3.1.2 Uudet verensokerimittarit

Markkinoille on viime vuosina saapunut uudentyyppisiä mittareita veren sokeriarvojen mittaamiseen. Nämä mittarit eroavat perinteisistä jokseenkin paljon, sillä mittausta on jatkuvaa ja tapahtuu olkavarteen kiinnitettävän pienen laitteen

eli sensorin avulla, joka on yhteydessä älypuhelimeen tai vaihtoehtoisesti muuhun päätelaitteeseen langattoman tiedonsiirron eri tekniikoilla. Kenties tunnetuin sensorityyppinen mittari on Abbotin Freestyle Libre -glukoosiseurantajärjestelmä, jossa pieni kolikon kokoinen sensori kiinnitetään olkavarteen ja verensokeriarvot siirtyvät lukulaitteeseen tai älypuhelimeen. Arvojen tarkkailu tapahtuu FreeStyle LibreLink -sovelluksen avulla, josta näkee muun muassa nykyisen verensokerin, trendit sekä historiakäyrän. Itse sensori on kiinnitettynä 2 viikkoa kerrallaan eikä vaadi esimerkiksi kalibrointia. Markkinoilla on lisäksi eri valmistajilta niin sensoreita kuin myös pelkkiä sovelluksia verensokeriarvojen tarkkailuun ja esimerkiksi insuliinimäärien laskemiseen. Viimeksi mainitusta hyvänä esimerkkinä mainittakoon Balansio. Kuvassa 2 on Abbotin Freestyle Libre -glukoosiseurantajärjestelmä käytössä potilaalla lukulaitteen kera. [4; 5.]



Kuva 2. FreeStyle Libre -glukoosiseurantajärjestelmä käytössä potilaalla. Itse sensori on kiinni olkavarressa ja lukulaite näyttää veren glukoosiarvon sekä arvojen vaihtelujen käyrän. [1.]

Vaikka sensorit, kuten yllä olevan kuvan Freestyle Libre, eroavat paljonkin perinteisestä sormenpäämittauksesta, on itse mittaustapahtuma pohjimmiltaan

hyvin samantapainen. Sensorien mittaama kudoksen glukoosipitoisuuden mittaaminen perustuu niin ikään glukoosioksideasi-entsyymin reaktioon glukoosin kanssa. Reaktio aiheuttaa elektronivirran, ja tämän avulla korreloiva glukoosipitoisuus saadaan selville vertaamalla sitä signaalin voimakkuuteen. Kuitenkin merkittävin ero sormenpäämittauksen ja sensoroinnin välillä on se, että kudoksen glukoosiarvot tulevat aina hieman jäljessä etenkin nopeiden vaihteluiden kohdalla esimerkiksi aterian tai liikunnan jälkeen. Tämä viive itsessään on 5–10 minuuttia yksilön mukaan. Viiveen takia onkin käyttöliittymissä käytössä trendinuolet, jotka antavat suuntaa antavan arvion glukoosiarvon muutoksen suunnasta ja suuruudesta. [1.]

Tässä insinööriyössä keskitytään nimenomaan näihin uudentyyppisiin verensokerimittareihin eli sensoreihin, niiden käyttöliittymiin sekä siihen, kuinka suhteellisen suuri muutos käyttöliittymässä vaikuttaa hoidon mielekkyyteen, hoitomotivaatioon ja yleisesti elämänlaatuun henkilöillä, jotka sairastavat tyyppin 1 diabetesta.

3.2 Käyttöliittymät

Verensokerimittareiden käyttöliittymät voidaan karkeasti jakaa kahteen pääryhmään edellisten lukujen mukaisesti. Niin sanottujen perinteisten verensokerimittareiden käyttöliittymät ovat kokonaisuudessaan hyvin lähellä toisiaan. Kaikki mittarit vaativat mittauksen suorittamiseksi pistoksen ja veritipan, joka asetetaan mittariin kiinnitettävään liuskaan. Mittaustulos tulee näkyviin itse mittarin näytölle. Uudet sensorytyyppiset mittarit ovat toinen pääryhmä, ja näiden käyttöliittymä on hyvinkin poikkeava perinteisiin mittareihin verrattuna. Mittaukset itsessään ovat jatkuvia eikä pistoksia tai veritippoja tarvita lainkaan. Tuloksista myös näkee verensokerin vaihtelut tarkasti graafisesti ja esimerkiksi pienten lasten vanhemmat voivat tarkastella lapsensa verensokeriarvoja tämän nukkuessa herättämättä lasta.

Käyttöliittymillä ja käytettävyydellä on erittäin suuri merkitys käyttäjän kannalta koettuun kokemukseen laitteen ja sovelluksen käytöstä. Verensokerimittareiden

käyttöliittymät ovat moniulotteinen ja laaja käsite, joka ei rajoitu vain näytöllä näkyviin visuaalisiin elementteihin ja valikkorakenteisiin. Mukana mittareiden käyttöliittymässä on näytön tapahtumien lisäksi muun muassa koko mittaustapah-tuma pistoineen, liuskan asettamisineen ja tulosten tarkasteluineen. Sensorian-tureissa käyttöliittymään sisältyy sovelluksen toimivuuden lisäksi muun muassa sensorin asettaminen, vaihto sekä niinkin merkittävä tekijä kuin mobiililaitteen akun riittävyys.

Yleisesti käytettävyyden ja käyttöliittymien hyvyyttä ja onnistunutta suunnittelua tarkastellaan Nielsenin heuristiikan kymmenen kohdan ohjenuoran avulla. Nämä pätevät yleisesti kaikkeen käytettävyyteen, ja ne ovatkin oiva työkalu tutkittaessa verensokerimittareiden käytettävyyttä etenkin uuden sukupolven mitta-reiden kohdalla ominaisuuksien ja mobiilisovellusten mukaantulon myötä. Nämä kymmenen ohjetta ovat:

1. Vuorovaikutuksen käyttäjän kanssa tulee olla yksinkertaista ja luonnol-lista.
2. Vuorovaikutuksessa tulee käyttää käyttäjän kieltä.
3. Käyttäjän muistin kuormittaminen tulee minimoida.
4. Käyttöliittymän tulee olla yhdenmukainen.
5. Järjestelmän tulee antaa käyttäjälle kunnollista palautetta.
6. Ohjelmassa ja sen osissa tulee olla selkeät poistumistiet.
7. Oikopolkuja ja tehokasta työskentelyä tulisi tukea.
8. Virheilmoitusten tulee olla selkeitä ja ymmärrettäviä.
9. Virhetilanteisiin joutumista tulisi välttää.

10. Käyttöliittymässä tulee olla kunnolliset avustustoiminnot ja dokumentaatio.

Kuten voinee huomata, ovat nämä Nielsenin ohjeet melko yksinkertaisia ja jopa itsestään selviä kuvauksia siitä, mitä hyvän käytettävyyden omaava ohjelmisto tai laite vaatii. Todellisuudessa vain harva ohjelma tai laite näitä täyttää, ja käytettävyys onkin usein tuotekehityksessä se, josta kiireen tai resurssien säästön toivossa karsitaan. [6.]

4 Tutkimusmenetelmät

Insinööriyön tutkimusmenetelmiksi valikoituivat kirjallisuuskatsaus sekä haastattelu. Kirjallisuuskatsauksessa pääpaino oli verensokerimittareiden käyttöliittymissä ja käytettävyydessä unohtamatta mahdollisia vaikutuksia hoitomotivaatioon, hoidon onnistumiseen ja sitouttamiseen. Haastattelun tarkoituksena oli selvittää tyypin 1 diabeetikon omakohtaisia kokemuksia verensokerimittareiden käyttöliittymien ja käytettävyyden vaikutuksesta koettuun motivaatioon hoidon suhteen. Tavoitteena haastatteluissa oli haastatella henkilöä, joka on käyttänyt laajemmalla kirjolla erilaisia mittareita mukaan lukien uudet sensorit sekä niihin yhteydessä olevat sovellukset.

4.1 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksella tarkoitetaan erilaisia metodeja, joiden avulla muun muassa kartoitetaan saatavilla olevaa tietoa tietyn aihepiirin tai tutkimuskysymyksen ympäriltä. Useimmiten opinnäytetöissä kirjallisuuskatsausta käytetään työn osana ja siinä käydään analyttisesti lävitse tarkasteltavasta aiheesta saatavilla olevaa tietoa. Kirjallisuuskatsauksia on monia erityyppisiä, mutta yhteistä kaikille on kirjallisuuden haku, arviointi ja analyysi. Tässä insinööriyössä käytetään kuvailevaa kirjallisuuskatsausta.

4.1.1 Aineiston keruu ja valintakriteerit

Aineiston keruussa pyrittiin käyttämään laajasti saatavilla olevia tunnettuja tietokantoja, joihin oli kirjoitushetkellä pääsy Metropolian tunnuksilla. Näitä olivat muun muassa ScienceDirect, Google Scholar sekä PubMed. Mukana aineiston keruussa olivat lisäksi Käypä hoito -suositukset sekä Duodecim-terveyskirjasto.

Aineiston keruu aloitettiin tutkimalla näiden tietokantojen tarjontaa eri aiheeseen liittyvien hakusanojen turvin. Hakusanoina käytettiin muun muassa “Diabetes management user interface/experience”, “Glucose monitoring”, “Type 1 diabetes and motivation” ja “Different ways to monitor blood glucose”. Jo tällä hakutavalla löytyi laajasti eri artikkeleita, jotka ainakin osaltaan sivusivat aihetta.

Jotta aineiston tutkiminen ja keruu olisi mahdollisimman mielekästä, ja aineisto mahdollisimman relevanttia, lopullisiksi sisäänottokriteereiksi valikoituivat alla olevassa taulukossa 1 esitetyt kriteerit.

Taulukko 1. Sisäänottokriteerit.

Sisäänottokriteerit	
Julkaisuvuosi	2014-2024, jotta tutkimukset tuoreita. Mittauslaitteet muuttuneet valtavasti viime vuosien aikana, joten tätä vanhemmat eivät välttämättä ole enää relevantteja.
Kieli	Englanti/Suomi

Otsikko ja tiivistelmä potentiaalisia sekä aiheeseen liittyviä	Kyllä/Ei
Tutkimuksen lukemiseen lisenssi opiskelaitoiksella	Kyllä/Ei

Taulukon 1 sisäänottokriteerien täyttäviä tutkimuksia ja artikkeleita löytyi yhteensä 19 kpl. Nämä kirjattiin ylös erilliseen tiedostoon jatkokäsittelyä varten. Kaikki tutkimukset käytiin vielä tarkasti läpi, ja rajattiin vain kaikista lähinnä aiheetta olleet tutkimukset mukaan lopullisiksi lähteiksi. Näiden lopullinen määrä oli lopulta 6 kpl. Vaikka lähteiden lukumäärä lopulta oli pieni, on niiden laadukkuus tärkeämmässä roolissa kuin niiden määrä.

4.1.2 Laadun arviointi

Kirjallisuuskatsauksissa aineiston laadun arviointi ei aina ole yksiselitteisen suoraviivaista ja selkeää. Arviointiin vaikuttaa moni asia eikä tutkimuksia pysty yksiselitteisesti lajittelemaan laadun mukaan. Pääosassa laadunarvioinnissa ovat muun muassa aineiston pätevyys, yleistettävyyys, luotettavuus ja sovellettavuus. Tutkimuksien laadunarvioinnissa merkittävässä osassa ovat myös tutkimuksen/artikkelin julkaisija, kirjoittaja, julkaisupaikka ja -alusta.

Kaikki käytetyt lähteet olivat laadullisesti vakuuttavia laadunarvioinnin peruseräpäätteisiin peilattaessa. Aineistot olivat tunnetuista tietokannoista sekä luotettavilta tahoilta. Apuna laadunarvioinnissa käytettiin The Joanna Briggs Collaboration tarjoamaa arviointikriteeristöä järjestelmälliselle katsaukselle. Apuna käytetty lomake on esitetty liitteessä 1.

4.2 Haastattelu

Toiseksi tiedonhankintamenetelmäksi tässä insinööriyössä valikoitui haastattelu, jossa päätarkoituksena on haastatella tyyppin 1 diabeetikkoa. Tarkoituksena on haastatella sellaista henkilöä, joka on hoidon alkutaipaleella käyttänyt perinteisiä verensokerimittareita käyttöliittymineen, ja tämän jälkeen siirtynyt käyttämään uusia verensokerin mittaustärjestelmiä eli sensoreita ja niihin liittyviä mobiilisovelluksia/lukulaitteita. Edellä mainitut kriteerit valikoituivat siksi, koska näin on mahdollista saada asianomaiselta aidosti laadukasta tietoa käyttöliittymien ja käytettävyyden sekä mittaustavan vaikutuksista hoitomotivaatioon ja sen mielekkyyteen.

4.2.1 Haastattelun rakenne ja kysymykset

Haastattelun pääpaino haluttiin pitää ytimekkäänä ja sellaisena, että tulokset ovat vaivatta analysoitavissa. Kysymykset itsessään keskittyivät verensokerimittareiden käyttöliittymiin, käytettävyyteen sekä omakohtaisiin kokemuksiin laitteiden käyttöliittymien vaikutuksista hoidon mielekkyyteen ja hoitomotivaatioon. Tukirankana kysymyksille toimi kirjallisuudesta saadut alkutiedot verensokerimittareiden käyttöliittymistä sekä niiden vaikutuksista muun muassa hoitomotivaatioon. Taustavaatimuksina haastateltavalle oli ainoastaan se, että haastateltava sairastaa tyyppin 1 diabetesta ja on käyttänyt jossain vaiheessa hoitoaan pääsääntöisesti sekä perinteisiä verensokerimittareita että uusia sensoreita ja niihin liittyviä mobiilisovelluksia. Haastattelu tehtiin kyselymuodossa ja alustana kyselylle toimi TypeForm. Haastattelukysymykset ovat liitteessä 2.

4.2.2 Haastateltava

Haastateltavana toimi yksi nuori aikuinen, joka täytti edellä mainitun kriteeristön. Haastateltavan tuli olla käyttänyt sairauden hoitoon sekä perinteisiä että uudentyyppisiä verensokerimittareita. Myös täysi-ikäisyys oli vaatimuksena, jotta haastattelun vastaukset olisivat mahdollisimman laadukkaita, eikä osallistuminen haastatteluun vaatisi lupia vaikkapa nuoren huoltajilta.

5 Tulokset

Kirjallisuus sekä haastattelu tarjosivat vankkaa näyttöä aiheen ajankohtaisuudesta sekä tärkeydestä. Tuloksista käy ilmi selkeästi sensorien vaikutukset muun muassa hoitomotivaatioon sekä paremman hoitotasapainon saavuttamiseen. Myös heikkoudet sensoreihin yhteydessä olevien sovellusten kohdalla tulevat ilmi. Seuraavissa luvuissa on käyty läpi saadut tulokset niin kirjallisuuden kuin haastateltavan tietojen perusteella.

5.1 Kirjallisuus ja tutkimukset

Aiheeseen suoraan ja lähes suoraan liittyviä tutkimuksia löytyi suhteellisen vaihatta, mikä osoittaa sen, että aihe on ajankohtainen huolenaihe teknologian nopean kehittymisen keskellä. Käytettävyydellä ja käyttöliittymillä todella on valtava merkitys niin hoidon mielekkyyteen, onnistumiseen kuin myös potilaan kokemaan motivaatioon. On todettu, etteivät perinteiset menetelmät useinkaan riitä saavuttamaan optimaalista aineenvaihdunnallista tilaa muun muassa rajallisten mittausten ja insuliinipistosten avulla. Apu niin teknologiasta kuin myös tietotaidon lisäämisestä onkin etenkin nuorille hyvin suuressa roolissa sairauden hoidossa. Seuraaviin lukuihin on jaettu kirjallisuuden ja tutkimusten pohjalta tehdyt havainnot aihealueittain.

5.1.1 Apu paremman hoitotasapainon saavuttamisessa

On selvää, että etenkin tyypin 1 diabeetikoille on ensiarvoisen tärkeää pitää verensokeri suhteellisen tasaisena oikeiden hoitotoimenpiteiden avulla. Näitä ovat veren sokeriarvojen tarkkailu mittaamalla sekä arvoihin reagointi muun muassa ruoan ja insuliinin avulla terveitä elintapoja ja hoitorutiineja unohtamatta. Tutkimuksissa on kuitenkin huomattu etenkin perinteisiä verensokerimittareita käytävillä nuorilla se, ettei jatkuvia yksittäisiä mittauksia tehdä riittävän usein tai säännöllisesti. Tämä johtaa muun muassa siihen, etteivät veren sokeriarvot välttämättä pysy tasaisina päivän mittaan ja heittelyt veren sokeriarvoissa ovat

suuria. Harvempi mittausväli myös altistaa väärille insuliiniannoksille, sillä trendeistä eli veren sokeriarvojen vaihteluista ei ole tietoa. [7; 8.]

On kuitenkin havaittu, että potilaat, jotka ovat siirtyneet käyttämään uudentyyppisiä sensoreita mittaamaan verensokeriarvoja jatkuvasti reaaliajassa, ovat saaneet parannettua glukoositasapainoa sekä välttyneet sokeriarvojen suurilta vaihteluilta. Myös tunnistamattomat korkeat ja matalat veren sokeriarvot pysyvät paremmin hallinnassa jatkuvan glukoosiseurannan ansioista parantaen muun muassa yleistä elämänlaatua. On myös huomattu, että jatkuvalla glukosiseurannalla on opettava aspekti potilaalle, sillä jatkuva seuranta voi opettaa potilaalle eri elintapojen sekä muun muassa ruokien vaikutusta veren sokeriarvojen trendeihin paremmin kuin perinteiset satunnaismittaukset. [7; 8.]

Tutkimusten tuloksista käy selkeästi ilmi parantuneet pitkäaikaiset veren sokeriarvot (B-HbA1c) käytettäessä sensoreita ja jatkuvaa glukosiseurantaa apuna tyyppin 1 diabeteksen hoidossa. Etenkin teini-ikäisten ja nuorten aikuisten kohdalla parannus oli merkittävää, mikä selittyy sillä, että etenkin murrosiässä hoitomotivaatio voi kokea kolauksen erinäisistä syistä. Esimerkiksi pistovälit sekä verensokerin tarkkailu ilman jatkuvaa seurantalaitetta jää usein vaja-vaiseksi. Tutkimuksesta voi havaita myös sen, että potilaiden kokemukset itse laitteen käytöstä olivat pääpiirteittäin positiivisia. [7; 8.]

Tässäkin tapauksessa täytyy pitää mielessä se, että tutkimukseen osallistuneet saivat enemmän tietoa veren sokeriarvojen hallinnasta, mikä osaltaan voi selittää parantuneita tuloksia. Pääyhteenvetona voinee kuitenkin todeta, että jatkuva glukosiseuranta on oiva työkalu etenkin nuorille, jotka ovat elämän kriittisessä murrosvaiheessa kuormittuneet ja kyllästyneet perinteisiin glukosimittauksiin. Sensorien selkeänä etuna onkin niiden tuoma vapaus murrosikäisen nuoren arkeen samalla kuitenkin tukien parempaa verensokerin hallintaa samalla opettaen elintapojen vaikutuksesta kehon toimintaan. [7; 8.]

5.1.2 Vaikutus yksilön hoitomotivaatioon

Tyypin 1 diabeetikoista etenkin nuoret aikuiset nousevat tutkimuksissa esiin hoitomotivaation ylläpidon vaikeuksien yhteydessä. Monet arkielämän osat nuorten elämässä usein häiritsevät hyvää hoitomotivaatiota ja sen ylläpitoa. Nuoret yleisesti kokevat sairauden negatiivisemmin. Yleistä sairastaville nuorille on muun muassa sairauden peittely, hoitoon sitoutumattomuus sekä häpeästä muodostuva ahdistus. Kirjallisuudessa ei selkeitä syvällisempiä tutkimuksia sairauden psykologisista vaikutuksista ja motivaatiosta ole. On kuitenkin selvää, että keinoja etenkin nuorille parantamaan hoitomotivaatiota ja siihen sitoutumista tulisi kehittää entisestään. Yhtenä työkaluna voisi toimia erilaiset teknologiset innovaatiot, kuten sensorit sekä sovellukset, jotka yhdessä tukevat hoitoon sitoutumista. [9.]

On selvää, että itsehoito on tärkein osa koko diabeteksen hoitoa, sillä avainasemassa hyvän hoitotasapainon saavuttamisessa on optimaalisen glukoositasapainon saavuttaminen. Hyvä glukoositasapaino vaatii ruokavalion ja elintapojen lisäksi jatkuvia verensokerimittauksia sekä insuliinipistoksia. Yleisesti raskain osuus yksilölle hoidossa ovatkin juuri mittauksien suorittaminen riittävän usein ja veren sokeriarvojen tarkkailu jokapäiväisissä arjen tilanteissa. Etenkin nuorilla taipumus sairauden piilotteluun vaikuttaa negatiivisesti niin yleiseen elämänlaatuun kuin mielenterveyteenkin. Vaikka terveydenhuollolla onkin käytössään joitain ohjeita nuorille hoidon suhteen, perustuvat ne poikkeuksetta vanhoihin hoitomenetelmiin eli perinteisiin verensokerimittareihin ja insuliiniruiskuihin. Ohjeet olisi hyvä päivittää huomioimaan muun muassa jatkuvat glukoosimittarit eli sensorit sekä insuliinipumput yhtenä työkaluna motivaation ja sitouttamisen apuna unohtamatta tutkimuksia psykologisista puolista hoitoon liittyen. Erinäisten tutkimusten mukaan vain nuorten aikuisten itsehoitoon liittyviä arvioita ei kirjallisuudessa ole vielä laaja-alaisesti käsitelty. Hoitomotivaation parannus jo varhain voi mahdollisesti myös tukea parempaa hoitotasapainoa pitkälle aikuisuuteen ja työelämään. On raportoitu, että tyypin 1 diabeteksella voi olla lieviä negatiivisia vaikutuksia työelämässä muun muassa suorituskykyyn, ja hyvästä hoitotasapainosta olisikin hyötyä niin työnantajalle kuin tekijällekin. [9; 10.]

5.1.3 Sovellusten haasteet

Markkinoille on tullut viime vuosina useita sovelluksia diabeteksen hoitoon ja sen tukemiseen. Suurin haaste näihin sovelluksiin liittyen on niiden käytettävyys, sillä vakavan sairauden hoidon tukeen suunnitellut sovellukset tulee olla käytettävyydeltään erittäin hyviä muun muassa merkittävän itsehoitoaspektin takia. Huono käytettävyys voi esimerkiksi estää sovelluksen tehokkaan käytön ja jopa haitata hyvän hoitotasapainon saavuttamista. [11; 12.]

Diabetessovelluksia ja niiden käytettävyyttä ei ole kovin paljon perusteellisesti tutkittu, mutta monissa tutkimuksissa käy ilmi vakaviakin puutteita käytettävyyden saralla. Eräässä tutkimuksessa yksi suosituimmista diabetessovelluksista rikkoi käytettävyytutkimuksessa Nielsenin heuristiikan käytettävyyden periaatteita usealla osa-alueella. Muun muassa jo pelkkä sovelluksen aloitusnäyttö sisälsi kyseisessä tutkimuksessa 51 heuristista rikkomusta. Koko sovelluksessa ongelmista neljä viidestä oli merkittävä käytettävyysongelma ja yli 5 % oli käytettävyysekatastrofeja. Suurimmat ongelmat olivat intuition puutteessa sekä sekavissa tiedonsyöttötiloissa. [11; 12.]

Edellä mainittu tutkimus on oiva esimerkki siitä, että diabetessovelluksissa on havaittavissa samoja ongelmia kuin viihdesovelluksissa siitä huolimatta, että niiden tavoite on vakavan sairauden hoidon tukemisessa. Suunnittelusta usein suuressa mittakaavassa paistaa läpi kiire, resurssien puute ja käytettävyyden merkityksen sivuuttaminen. Potilastestauksissa pääongelmat sovelluksissa ovat suunnitteluvirheet tietojen syöttämisessä ja raporteissa. Nykyisellään hyvä itsehoito ja hoitotasapainon parantaminen on saavutettavissa sovellusten avulla riittävän koulutuksen avulla. Pelkät sovellukset itsessään eivät välttämättä ole hyvä työkalu parantamaan hoitomotivaatiota tai sitoutumista hoitoon puutteellisen käytettävyyden takia. [11; 12.]

5.2 Haastateltavan kokemukset

Haastattelun tulokset olivat lähes identtisiä kirjallisuuden kanssa havainnoista siitä, että sensorit ja jatkuva glukoosiseuranta ovat lähes ylivoimainen tapa mitata veren sokeritasoja ja ylläpitää tasaista verensokeria, hoitotasapainoa ja motivaatiota suhteellisen vaivatta etenkin kiireisen arjen keskellä. Kuten kirjallisuudessaakin tuli ilmi, on etenkin nuorilla ajoittain haasteita suorittaa erinäisistä syistä riittävästi mittauksia perinteisiä verensokerimittareita käytettäessä. Muun muassa tämä ongelma poistuu jatkuvan glukoosiseurannan ja sensoreiden ansioista kokonaan tukien niin motivaatiota kuin paremman hoitotasapainon saavuttamista.

Haastattelusta kävi selkeästi ilmi se, että sensorit ovat ylivoimainen valinta verensokerin tarkkailuun. Mittaukset hoituvat automaattisesti, ja itse sensorit ovat huomaamattomia. Lisäksi haastateltavan mukaan mobiilisovellukset ovat hyvällä tasolla, mikä tarjoaa muun muassa elintärkeitä ilmoitukset ajoissa äkillisistä verensokerin heittälyistä. Sensorit ovat todella tervetullut teknologinen kehitysskaskel diabeteksen hoitoon. Seuraavassa luvussa taulukossa 2 on esitetty haastattelun kysymykset ja haastateltavan vastaukset kysymyksiin.

5.2.1 Haastattelun kysymykset ja haastateltavan vastaukset

Taulukossa 2 on esitetty haastattelun kysymykset ja niihin haastateltavan antamat kirjalliset vastaukset. Vastaukset on saatu TypeForm -kyselyalustalta ja niiden suoraan lainaamiseen on lupa haastateltavalta.

Taulukko 2. Haastattelun kysymykset ja vastaukset.

Kysymykset	Vastaukset
Ikä ja Sukupuoli	Mies, 24 vuotta

Sairastanut tyypin 1 diabetesta	23 vuotta
Onko sinulla jokin harrastus/työ, joka vaikuttaa siihen, minkälaisia hoitolaitteita ja käytänteitä joudun hoidossa huomioimaan?	”Vuorotyö ja fyysinen työ on vaikuttanut hoitoon. Laitteiden oltava ns sopivia liikkumiseen ja helppokäyttöisiä.”
Minkälaista mittarityyppiä käytät tällä hetkellä pääsääntöisesti? Mitä mittareita olet käyttänyt aiemmin?	” <i>Sensori (Libre3), mittaus mobiililaitteella.</i> ” ” <i>Accu-Check (useita malleja), Medtronic (useita malleja).</i> ”
Vapaa sana: Perinteisten verensokerimittareiden hyvät ja huonot puolet	” <i>Mielestäni kaikki versiot joissa oli liuska/pisto, olivat sensoriin verrattuna hankalia. Kätevin oli Medtronicin kasettiliuskoilla toimiva verensokerimittari, jonka kasetissa oli yhteensä 50 mittauskertaa. Sisällä meni nauha joka toimi ns. liuskoina. Tämä tuli vaihtaa sen verran harvoin, että koin sen käteväksi. Aikaisemmin käytössä oli Accu-Checkin mittari jossa oli ”liuska patruuna” joka sisälsi 6-liuskaa. Kätevää Medtronicin mittarissa oli myös neula-osa jossa oli patruuna mikä sisälsi 6-neulaa. Näin neula oli helppo vaihtaa aina halutessaan.</i> ”

<p>Vapaa sana: Uudentyyppisten sensoreiden (sekä niihin liittyvien mobiilisolvellusten) hyvät ja huonot puolet</p>	<p><i>”Sensorit ovat todellakin ylivoimaisesti parempi vaihtoehto verensokerin seuraamiseen. Libren3:n käyttöliittymä on helppo sovelluksessa. Puhelimeen tulevat ilmoitukset äkillisistä glukoositason vaihdoksista helpottavat reagointia ja tasapainottaa täten verensokeritasoa merkittävästi. Erityisesti työssäni en pääse jatkuvasti mittaamaan verensokeria, jolloin ilmoitukset ja jatkuva sensorointi helpottaa arkea todella paljon. Verrattuna aikaisempiin kokemuksiin sensoroinnista (Medtronicin sensori) on Libre huomattavasti parempi ja helppokäyttöisempi. Libre on helpompi vaihtaa ja tulee vaihtaa vain 2 viikon välein, toisinkuin Medtronicin, joka tuli vaihtaa viikon välein. Libren sensori on kooltaan erittäin pieni, toisinkuin Medtronicin jonka isomman koon lisäksi tuli päälle vielä laittaa suojakalvo.”</i></p>
<p>Jos pitäisi valita, kumman tyyppisen verensokerimittarin ottaisit päivittäiseen käyttöösi.</p>	<p><i>”Ehdottomasti sensori joka on yhteydessä mobiililaitteeseen. Nykypäivänä jokaiselta löytyy taskusta puhelin, jonka tekniset ominaisuudet/tehot riittävät näihin. Ylimääräisten laitteiden kantaminen ja muistaminen luo aina riskin unohduksille.”</i></p>

<p>Arvioi seuraavia väitteitä asteikolla 1-5 (1=huonoin/eri mieltä, 5=paras/samaa mieltä)</p>	<p>Eri mittarityypeillä ei ole ollut lainkaan merkitystä hoidon mielekkyyteen tai kokemani hoitomotivaatioon?</p> <p>Vastaus: 1</p> <p>Perinteisten mittareiden vaatima jatkuva sormeen pisto sekä liuskosten/neulojen vaihto on kuormittavaa</p> <p>Vastaus: 5</p> <p>Uudet sensorit ovat tervetullut teknologinen kehitys helpottamaan diabeteksen hoitoa</p> <p>Vastaus: 5</p> <p>Sensoreihin liittyvien mobiilisovellusten käyttöliittymät ja käytettävyys ovat hyvällä tasolla</p> <p>Vastaus: 4</p>
<p>Mahdolliset mittareiden käyttöliittymään/käytettävyyteen liittyvät parannusehdotukset/heikkoudet</p>	<p><i>”Mielestäni libren ainoa heikkous päivitysten ja libre3 myötä on se, ettei se kommunikoi insuliinipumppujen kanssa. Muuten Medronicin sensoreihin ylivoimainen.”</i></p>

5.2.2 Pohdintaa haastattelun tuloksista ja peilausta kirjallisuuteen

Haastattelusta saadut tulokset olivat kutakuinkin odotusten mukaiset etenkin, kun tarkastelussa on mittareiden teknisen kehityksen tuomia mahdollisuuksia vaivattomampaan glukoosiseurantaan. Toki haastattelun otanta oli pieni ja varmasti yksilöllisiä eroja on paljonkin riippuen yksilön taustoista, elämäntilanteesta, iästä ja muista preferensseistä, kuten työn tai harrastusten mahdollisesti tuomista rajoituksista. Uskaltanee kuitenkin sanoa, että tulosten ja kirjallisuuden perusteella tulokset viittaavat vahvasti siihen, että uudet sensorit ovat oiva työkalu paremman hoitotasapainon saavuttamiseen ja hoitomotivaation ylläpitoon erityisesti nuorilla tyypin 1 diabeetikoilla. Laajempaan katsaukseen tulisi tietysti ottaa tarkemmin käsittelyyn erilaisia ihmisiä eri taustoista ja eri elämäntilanteissa, jota tulokset ovat mahdollisimman realistisia.

6 Yhteenveto ja pohdinta

Tämä insinööriyö on ollut monine vaiheineen opettavainen kokemus lääkkinnällisten laitteiden teknologisen kehityksen maailmaan, mikä käsittää tässä tapauksessa yksityiskohtaisemmin verensokerimittareiden kehitystä. Minulle on avautunut täysin uusi maailma ja syvällisempi käsitys siitä, kuinka paljon pelkkä käyttöliittymä ja käytettävyys voikaan vaikuttaa potilaan kokemaan hoitomotivaatioon ja jopa auttaa paremman hoitotasapainon saavuttamisessa. On selvää, että etenkin nuorille teknologinen kehitys on poikkeuksetta motivoivaa ja sairauden eli tyypin 1 diabeteksen luonteen huomioon ottaen teknologian tarjoama vaivattomuus ja luontevuus on avaintekijänä positiivisille tuloksille. Nuoret ja nuoret aikuiset ovat elämässään murrosvaiheessa, jossa diabeteksen kaltaiset sairaudet, jotka vaativat jatkuvaa verensokerin tarkkailua ovat kiistatta kuormittavia.

Jatkuva glukoosiseuranta tuokin loistavia etuja tarjoten muun muassa veren glukoosiseurannan lähes täydellisen automatisoinnin sensorien ja mobiilisovellusten avulla. Nuoret ovat tunnetusti aina älylaite kädessään, joten mittari/lukulaite ei myöskään pääse unohtumaan ainakaan kovin helposti pois matkasta. Toki puhelimen unohtuessa/kadotessa voi olla ongelmassa, mikäli vaihtoehtoista tapaa mitata verensokeria ei ole lähettyvillä.

Sensoreissa ja niihin liitetyissä mobiilisovelluksissa on kuitenkin rajoitteensa, eivätkä ne sovi joka tilanteeseen tai kaikille potilaille. Toisaalta tämä tuo turvaa sen suhteen, etteivät perinteiset verensokerimittarit ole vielä pitkään aikaan syrjäytymässä sensoreiden tieltä esimerkiksi ensihoidossa tai terveystalveissa. Perinteiset mittarit ovat välttämättömiä muun muassa silloin, kun potilaalta tarvitaan pikaisesti saada tietoa veren sokeriarvoista. Jokaisella tyyppin 1 diabeetikolakin tulisi olla sensoreista huolimatta perinteinen verensokerimittari tarvittavien mittausvalmiudessa mahdollisten ongelmien ilmaantuessa vaikkapa sensorien kiinnityksen, mobiilisovelluksen tai älylaitteen muiden ongelmien takia.

Vaikka on selvää kirjallisuuden sekä haastattelun pohjalta että sensorit ja jatkuva glukoosiseuranta ovat todella tervetullut teknologinen kehitys diabeteksen hoitoon tukemaan niin hoitomotivaatiota kuin parempaa hoitotasapainoa, on selvää, etteivät sensorit ainakaan nyky muodossaan ole syrjäyttämässä perinteisiä mittareita vaan ne toimivat parhaiten arkea helpottavana työkaluna perinteisten mittareiden rinnalla tukena hoidossa. Lisää tutkimusta tarvitaan etenkin tunnistamaan se, missä tilanteissa sensorit ovat perinteisiä mittareita parempi vaihtoehto ja mitä hyötyjä suuressa mittakaavassa väestötasolla sensorien tarjoaminen kaikille tyyppin 1 diabeetikoille voisi antaa. Sovellusten kohdalla käytettävyyteen ja käyttöliittymiin tulisi kehitysvaiheessa niin ikään kiinnittää entistä enemmän huomiota, jotta sovellusten käytettävyys olisi mahdollisimman hyvä tukien optimaalista hoitotasapainoa sekä motivaatiota hoitoon elämäntilanteesta riippumatta.

Eettisiin periaatteisiin ja luotettavuuteen on läpi työn kiinnitetty huomiota, ja tämä insinööriyö täyttää tieteellisen tutkimuksen eettiset periaatteet.

Insinööriyössä on käytetty hyvän tieteellisen käytännön menettelytapoja sekä ohjeistuksia hyvästä tutkimuseetiikasta. Lähteet ja käytetty aineisto sekä tietokannat ovat luotettavia ja sellaisia, joihin on ollut kirjoitushetkellä vapaa pääsy Metropolian tarjoamilla tunnuksilla. Tämä työ on julkinen, ja se on tarkastettu plagioinnin varalta. Luotettavuuden suhteen työn tulokset on hyvällä tasolla muutamia seikat huomioiden. Luotettavuutta ja tuloksia heikentää hieman se, että lähteiden määrä ei ole kovinkaan suuri, ja se, että haastateltavia työssä oli vain yksi. Toisaalta tämän haastateltavan kertoman mukaan yhtäläisiä havainnoja haastattelun tulosten kanssa on tullut vastaan aiemminkin, joten tuloksia voidaan pitää hyvin totuudenmukaisia. Kirjallisuuskatsauksen tarjoamat tulokset tarjosivat lähes poikkeuksetta yhteneväisiä tuloksia, joten niiden perusteella voidaan sanoa katsauksen olleen laadukas ja luotettava. Toki tutkimusta täsmällisesti tästä aiheesta on suhteellisen vähän, mikä osaltaan voi heikentää luotettavuutta. Kokonaisuudessaan työ kuitenkin täyttää niin eettiset kuin luotettavuuden kriteeristön insinööriyölle. [13; 14.]

Lähteet

1. Diabetesteknologian käyttö perusterveydenhuollossa. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Verkkoaineisto. <https://www.duodecim-lehti.fi/duo14609>. Luettu 22.11.2024.
2. Ilanne-Parikka, Pirjo. Diabetes. Lääkärikirja Duodecim. 30.8.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00011>. Luettu 1.11.2024.
3. Diabetesliitto. Inspis -artikkeli. Verkkoaineisto. https://www.diabetes.fi/inspis/diabeteksen_hoitaminen_ruoka/hoitovalineiden_huima_kehitys#24a19112. Luettu 1.11.2024.
4. Duodecim Oppiportti. Diabetes -oppikirja. 2019. Verkkoaineisto. <https://www.oppiportti.fi/opk04626?q=diabetes>. Luettu 15.11.2024.
5. Abbott. Freestyle Libre 3. Valmistajan infosivu. Verkkoaineisto. <https://www.freestyle.abbott/fi-fi/tuotteet/freestyle-libre-3.html>. Luettu 20.11.2024.
6. Kuutti, Wille. Käytettävyys, suunnittelu ja arviointi. Talentum Oyj. 2003.
7. Glowinska-Olszewska, B. ym. Monthly use of a real-time continuous glucose monitoring system as an educational and motivational tool for poorly controlled type 1 diabetes adolescents. ScienceDirect. 2014. Verkkoaineisto. <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.metropo-lia.fi/science/article/pii/S1896112614602108>. Luettu 5.1.2025.
8. Lawton, J. ym. Patients' and caregivers' experiences of using continuous glucose monitoring to support diabetes self-management: qualitative study. PubMed. 2018. Verkkoaineisto. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29458348/>. Luettu 5.1.2025.

9. Shiel, Emma Victoria. ym. Self-management of type 1 diabetes in young adults: Is it impeded by aspects of everyday life? A scoping review. PubMed. 2023. Verkkoaineisto. <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.metropolia.fi/science/article/pii/S187140212300214X>. Luettu 15.1.2025.
10. Hakkarainen, Pirjo. ym. Working people with type 1 diabetes in the Finnish population. PubMed. 2017. Verkkoaineisto. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29025404/>. Luettu 5.1.2025.
11. Harrington, Linda. etc. Heuristic Evaluation of a Top-Rated Diabetes Self-Management App. PubMed. 2021. Verkkoaineisto. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34734402/>. Luettu 10.1.2025.
12. Helen, N C Fu. etc. Content Analysis: First-Time Patient User Challenges with Top-Rated Commercial Diabetes Apps. PubMed. 2021. Verkkoaineisto. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32795144/>. Luettu 10.1.2025.
13. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Hyvä tieteellinen käytäntö. 2023. Verkkoaineisto. <https://tenk.fi/fi/tiedevilppi/hyva-tieteellinen-kaytanta-htk>. Luettu 15.2.2025
14. Arene. Opinnäytetöiden eettiset suositukset. 2018. Verkkoaineisto. <https://arene.fi/julkaisut/raportit/opinnaytetoiden-eettiset-suositukset/>. Luettu 15.2.2025

Liite 1: JBI: Arviointikriteerit järjestelmälliselle katsaukselle



29.11.2018

JBI: Arviointikriteerit järjestelmälliselle katsaukselle

Tätä tarkistuslistaa käytetään järjestelmällisen katsauksen metodologisen laadun arviointiin. Arvioinnin tarkistuslistaan sisältyy yhteensä 11 arviointikriteeriä, joiden yksityiskohtaiset sisällöt on lyhyesti kuvattu alhaalla. Arvioijan on hyvä tutustua myös Joanna Briggs Instituutin julkaisemaan katsauksen tekijöiden [käsikirjaan](#) arviointia tehdessään. Tarkistuslistan alkuperäinen englanninkielinen versio löytyy tästä [linkistä](#). Kunkin kriteerin toteutuminen arvioidaan asteikolla: Kyllä (K), Ei (E), Epäselvä (?), Ei sovellettavissa (NA).

Arvioija _____ Päiväys _____

Tekijä(t) _____ Vuosi _____ Nro _____

Arviointikriteeri	K	E	?	NA
1. Onko katsauksen kysymys esitetty selvästi ja yksiselitteisesti?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ovatko mukaanottokriteerit asianmukaiset verrattuna tutkimuskysymykseen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Onko hakustrategia asianmukainen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ovatko käytetyt tiedonlähteet riittäviä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ovatko tutkimusten laadun arvioinnissa käytetyt kriteerit asianmukaiset?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Onko vähintään kaksi arvioijaa itsenäisesti toteuttanut tutkimusten kriittisen laadun arvioinnin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Onko tietojen uuttamisvaiheessa käytetty menetelmiä virheiden minimoimiseksi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Onko tutkimustulosten yhdistämisessä käytetty tarkoituksenmukaisia menetelmiä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Onko katsauksessa arvioitu julkaisuharhan todennäköisyyttä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Ovatko katsauksessa esitetyt käytännön suositukset linjassa katsauksen tulosten kanssa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Ovatko katsauksessa esitetty jatkotutkimusehdotukset linjassa katsauksen tulosten kanssa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kokonaisarviointi: Hyväksy Hylkää Lisätietoja tarvitaan

Kommenteja (mukaan lukien syy hylkäykseen):

Liite 2: Haastattelun kysymykset

Haastattelu

Taustaa: Haastattelu on suunnattu tyyppin 1. diabetesta sairastaville henkilölle, ja tarkoituksena on selvittää, kuinka verensokerimittareiden käyttöliittymä ja käytettävyys vaikuttaa/on vaikuttanut hoidon mielekkyyteen sekä hoitomotivaatioon. Mikäli olet käyttänyt 1. tyyppin diabeteksen hoidossa sekä ns. perinteisiä verensokerimittareita että uudentyyppisiä olkavarteen kiinnitettäviä sensoreita, olet sopiva henkilö haastatteluun

1. Ikä
2. sukupuoli
3. kuinka kauan olet sairastanut tyyppin 1. diabetesta?
4. Onko sinulla jokin harrastus/työ, joka vaikuttaa siihen, minkälaisia hoito-laitteita tai käytänteitä joudut hoidossa huomioimaan/käyttämään.
5. Minkälaista mittarityyppiä käytät tällä hetkellä pääsääntöisesti.
6. Mitä mittareita olet käyttänyt aiemmin
7. Vapaa sana: perinteisten verensokerimittareiden hyvät ja huonot puolet
8. Vapaa sana: Uudentyyppisten sensoreiden (sekä niihin liittyvien mobiil-sovellusten) hyvät ja huonot puolet
9. Jos saisin valita, ottaisin mielummin sensorin ja siihen liitetyn mobiiliso-velluksen kuin perinteisen verensokerimittarin käyttöni. (Kyllä/ei ja muu-taman sanan lyhyt perustelu)
10. Mitkä ovat mielestäsi tärkeimmät tekijät hoitomotivaation ylläpidossa

11. Arvioi seuraavia väitteitä/toteamuksia asteikolla 1-5. (1=huonoin/erimielistä 5=paras/samaa mieltä)

- a. Eri mittarityypeillä ei ole ollut lainkaan merkitystä hoidon mielekkyyteen tai kokemaani hoitomotivaatioon
- b. Perinteisten mittareiden vaatima jatkuva sormeen pisto sekä liuskosten vaihtelu on kuormittavaa
- c. Uudet sensorit ovat tervetullut teknologinen kehitys helpottamaan diabeteksen hoitoa
- d. Sensoreihin liittyvien mobiilisovellusten käyttöliittymä ja käytettävyys ovat hyvällä tasolla (mainitse myös käyttämäsi sovellus ja laite)

12. Mahdolliset mittareiden käyttöliittymään/käytettävyyteen liittyvät parannusehdotukset/heikkoudet

13. Yleinen palaute tästä haastattelusta/sen sisällöstä