

**LIKUNNAN VAIKUTUS VERENSOKERIN HALLINTAAN  
TYYPIN 1 DIABEETIKOILLA**

Tuuli Nurmi

Liikuntafysiologian pro gradu -tutkielma

Syksy 2015

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

# TIIVISTELMÄ

Tuuli Nurmi. 2015. Liikunnan vaikutus verensokerin hallintaan tyypin 1 diabeetikoilla. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, Liikuntafysiologian pro gradu-tutkielma, 118 sivua, 11 liitettä.

Tyypin 1 diabetekselle olennaista on oman insuliinin erityksen puute, mikä johtaa verensokerin nousuun. Hoidon tavoitteena on taata mahdollisimman hyvä elämänlaatu ja estää lisäsairauksien synty, missä insuliinihoito on elinehto ja terveillä elämäntavoilla on olennainen rooli. Fyysisellä aktiivisuudella on joissakin tutkimuksissa todettu olevan positiivinen vaikutus glykohemoglobiini-arvoon (HbA1c), joka kuvaa verensokerin tasoa edeltävältä 2-3 kuukaudelta. Liikunta itsessään on merkittävä elimistön tasapainon järkyttäjä ja aiheuttaa muutoksia energia-aineenvaihdunnassa. Seurauksena voi olla hypo- tai hyperglykemia. Liikunnan kesto ja rasittavuus vaikuttavat verensokerivasteeseen. Taustalla kuitenkin vaikuttavat monet tekijät, kuten hormonaaliset sekä ilmastoon ja insuliiniin liittyvät tekijät.

Tutkimuksen tarkoituksena oli saada lisätietoa siitä, miten tyypin 1 diabeetikot kokevat liikunnan vaikuttavan verensokerin käyttäytymiseen ja sen hallintaan. Tarkoituksena oli selvittää, mitkä ovat merkittävimmät haasteet ja, mitkä ovat tavalliset toimenpiteet hallita verensokeria liikunnan yhteydessä. Tutkimus tehtiin yhteistyössä Mendor Oy:n kanssa, joka valmistaa tuotteita ja palveluita diabeteksen hallintaan. Mendor Balance, jonka käyttäjiltä tutkimuksen aineisto kerättiin verkkokyselyn avulla, on verkkopalvelu verensokeriarvojen seuraamiseksi. Kysely kohdistettiin yli 18-vuotiaille tyypin 1 diabeetikoille, jotka olivat fyysisesti aktiivisia tai harrastivat liikuntaa (N=87). Kysely toteutettiin kesäkuussa 2015. Tuloksia kuvattiin frekvenssi- ja prosenttijakaumina sekä tilastollisina merkitsevyyksinä. Tilastollisina menetelminä käytettiin  $\chi^2$ -testiä, Fisherin tarkkaa testiä sekä keskiarvotarkastelussa Kruskal-Wallis testii ja Mann-Whitney U-testiä. Avoimien kysymyksen vastaukset analysoitiin laadullisella sisällön analyysillä.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että säännöllinen liikunnan harrastaminen ei ole este tyypin 1 diabeetikoille, vaikkakin haasteita verensokerin hallinnassa kohdataan. Vastaajista enemmistö (77,0 %), erityisesti 11–20 krt/vk liikkuvat, totesivat säännöllisemmän liikunnan edesauttavan verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä, kun taas 0-5 krt/vk liikkuvat olivat epävarmempia liikunnan vaikutuksesta ( $p=0,040$ ). Tarvittavan insuliinin määrän havaittiin myös olevan pienempi (90,8 % vastaajista). Enemmistö (67,8 %) ja erityisesti eniten liikkuvat, kokivat onnistuvansa verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä toisin kuin vähiten (0-5 krt/vk) liikkuvista alle puolet koki näin ( $p=0,002$ ). Pitkäkestoisen aerobisen liikunnan todettiin olevan haasteellisinta hallita verensokeria (73,2 %), mutta myös suunnittelematon liikunta askarrutti vastaajia (59,8 %). Merkittävimpänä haasteena pidettiin hiilihydraatti- ja insuliiniannostuksen määrittämistä liikunnan yhteydessä. Liikunnan määrä ei vaikuttanut vastauksiin koskien haasteiden kokemista verensokerin hallintaan liittyvissä päätöksissä. Sen sijaan vastaajat, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt 0-3 krt/kk, kokivat, etteivät verensokerin hallinnan päätökset askarruttaneet yhtä vahvasti kuin vastaajia, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt vähintään 4 krt/kk ( $p=0,022$ ). Liikunnan etukäteen suunnittelu oli vastaajien keskuudessa varsin tavallista (61 %), mutta erityisesti niillä, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt useimmin (vähintään 4 krt/kk) verrattuna, vastaajiin, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt harvemmin (0-3 krt/kk) ( $p=0,025$ ).

Tämän tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää yleisesti lisäämään ymmärrystä tyypin 1 diabeetikoiden kokemista haasteista verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä, mutta myös tukemaan jo olemassa olevia tutkimustuloksia. Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että vastaajat olivat fyysisesti varsin aktiivisia liikkujia, joilla hoitomuotona oli pääasiassa monipistohoito. Tutkimuksessa esille tulleet haasteet verensokerin hallinnassa antavat perustietoa jatkotutkimukselle. Selvästi haasteet verensokerin hallinnalle ovat fysiologisesti haastavia. Erityisesti haasteiden näkökulmasta uusien verensokerin hallinnan apukeinojen selvittäminen ja niiden luotettavuuden varmistaminen olisivat jatkotutkimuksen arvoisia.

Avainsanat: Tyypin 1 diabetes, verensokeritasapaino, liikunta, verensokerin hallinta

## KÄYTETYT LYHENTEET JA KÄSITTEET

Aerobinen	Hapen läsnä ollessa ( <i>engl. aerobic</i> ). Aineenvaihdunnassa energiantuotto ravintoaineista (pääasiassa rasvat ja hiilihydraatit) hapen avulla, jolloin lihasten hapen tarve saadaan tyydytettyä.
Anaerobinen	Ilman happea ( <i>engl. anaerobic</i> ). Energiantuotto glukoosista ja glykokeenista ilman happea, jolloin muodostuu laktaattia. Pääasiassa korkeaintensiteetisessä kuormituksessa, kun hengitys- ja verenkiertoelimistö ei pysty vastamaan lihasten hapentarpeeseen.
Endogeeninen glukoosin tuotanto	Elimistön sisäinen glukoosin muodostus ( <i>engl. endogenous glucose production</i> ). Glukoosin muodostaminen glukoneogeneesin ja glykogenolyysin kautta.
Glukoosi	Rypälesokeri ( <i>engl. glucose</i> ) Hiilihydraatit muutetaan elimistössä aina glukoosiksi. Tärkeä kudosten energialähde, jota voidaan käyttää aerobisessa ja anaerobisessa energiantuotossa. Veren paastoglukoosi on yön jälkeen mitattu veren glukoosipitoisuus, joka terveillä noin 4-6 mmol/l.
Glukoneogeneesi	Glukoosin muodostaminen maksan ja munuaisten kuoriosassa muusta kuin glykokeenista, kuten aminohapoista, laktaatista ja rasvahapoista ( <i>engl. gluconeogenesis</i> ).
GLUT-4 reseptori	Glukoosin kuljettajaproteiini 4 ( <i>engl. Glucose Transporter type 4</i> ). Vastaa glukoosin kuljetuksesta lihassoluun insuliinin stimuloimana.
Glykogenolyysi	Maksassa ja lihassoluissa tapahtuva glukoosin ja glukoosi 1-fosfaatin muodostaminen glykokeenista ( <i>engl. glycogenolysis</i> ).
Glykeeminen indeksi	GI kuvaa hiilihydraattien vaikutusta verensokerin nousuun ( <i>engl. glycemic index</i> ). GI-luku kertoo kuinka nopeasti hiilihydraatti imeytyy suolistosta verenkiertoon. Suuri luku (yli 70) tarkoittaa, että se nostaa verensokeria paljon ja matala (alle 55) vain vähän. Ravintoaineet voidaan luokitella tämän mukaan.

Glykogeeni	Useasta glukoosi-molekyylistä muodostettu glukoosin varastointimuoto ( <i>engl. glycogen</i> ). Glykogeeni varastoituu maksaan ja lihaksiin, joista sitä voidaan vapauttaa energiaksi ensiksi muutamalla se glukoosiksi.
HbA1c	Glykohemoglobiini ( <i>engl. glycated hemoglobin</i> ), jolla kuvataan tyypillisesti verensokerin pitkäaikaista tasoa. HbA1c vastaa plasman glukoosipitoisuuden keskiarvoa 2-3 kuukauden ajalta. Kuvaa sitä, kuinka paljon punasolujen hemoglobiiniin on kiinnittynyt glukoosia.
HR <sub>max</sub>	Maksimisyke ( <i>engl. maximum heart rate</i> ). Vastaa syketasoa, joka kuormitustasoa nostettaessa ei enää kasva. Muun muassa ikä ja perinnölliset tekijät vaikuttavat tähän, kuten myös jotkin lääkkeet. Iän myötä maksimisyke laskee. Voidaan arvioida useilla eri arviointikaavoilla, kuten 220-ikä.
Hyperglykemia	Korkea verensokeri diabeetikoilla ( <i>engl. hyperglycaemia</i> ). Verensokeri yli 11 mmol/l. Syynä tavallisesti liian pieni insuliinin tai liian suuri hiilihydraatin määrä. Stressi sekä myös korkeaintensiteettinen liikunta voi välittömästi aiheuttaa verensokerin nousun. Pahimmassa tapauksessa voi johtaa happomyrkytykseen eli ketoasidoosiin.
Hypoglykemia	Matala verensokeri diabeetikolla ( <i>engl. hypoglycaemia</i> ). Verensokeri alle 70 mg/dl (4 mmol/l). Voi johtua useasta tekijästä, kuten liiallisesti insuliinin määrästä, liian vähäisestä syömisestä, runsaasta alkoholin käytöstä tai liikunnan seurauksena.
Insuliini	Insuliini on hormoni, jota erittyy haiman Langerhansin saarekkeiden β-soluista. Insuliini on ainut elimistössä verensokeria laskeva hormoni. Se edesauttaa glukoosin ottoa soluihin, ylimääräisen glukoosin varastoitumista glykogeeniksi lihaksiin ja maksaan, proteiinisynteesiä sekä rasvahappojen varastoitumista triglyserideiksi.
Insuliiniherkkyys	Kuvaa sitä, kuinka herkkä elimistö on insuliinille eli elimistön kykyä siirtää glukoosia kudoksiin, kuten lihaksiin verenkierron avulla ( <i>engl. insulin sensitivity</i> ).
Mendor Balance™	Erityisesti diabetestä sairastaville kehitetty verensokeriarvojen seurantaan tarkoitettu palvelu. Se on sähköinen päiväkirja, mutta myös analysointityökalu, jonka avulla voi saada kokonaiskuvan verensokerin päivittäisestä käyttäytymisestä.

MET	Metabolinen ekvivalentti ( <i>engl. metabolic equivalent</i> ) kuvaa sitä, kuinka paljon fyysinen aktiivisuus lisää hapenkulutusta suhteessa lepoon. Levossa arviolta hapenkulutus on 3,5 ml/kg/min, joka voidaan ilmaista 1 MET.
OGTT	Sokerirasituskoe ( <i>engl. oral glucose tolerance test</i> ). Paaston (12 h) jälkeen katsotaan veren glukoosipitoisuus ja nautitaan 75 g oraaliuota glukoosia. Uusi veren glukoosipitoisuus katsotaan kahden tunnin kuluttua.
RM	Toistomaksimi ( <i>engl. repetition maximum</i> ) tarkoittaa voimaharjoittelussa yksilöllistä maksimaalista toistomäärää valitussa liikkeessä. 1 RM vastaa yhtä maksimaalista suoritusta.
SMBG	Verensokerin omaseuranta ( <i>engl. self-monitoring of blood glucose</i> ). Perustuu säännölliseen verensokerin itsemittaukseen erillisellä verensokerin mittarilla tai jatkuvan verensokerin mittaussensorilla. Olennainen osa diabeteksen sairauden hallinnassa sekä oman aineenvaihdunnan ja hoidon ymmärtämisessä.
Vastavaikuttajahormonit	Vastakkaisesti insuliinin toimintaan vaikuttavia hormoneja, jotka pyrkivät nostamaan verensokeria ( <i>engl. counterregulatory hormones</i> ). Tällaisia ovat muun muassa glukagoni, adrenaliini, noradrenaliini sekä kortisoni ja kasvuhormoni.
Verensokerin vaihtelu	Verensokerin omamittausten tai jatkuvan sensorin päivittäisten verensokeriarvojen vaihtelu ( <i>engl. glycaemic variability</i> ). Analysoidaan esimerkiksi keskiarvon keskihajonnan tai kovarianssin avulla.
VO <sub>2max</sub>	Maksimaalinen hapenotto- ja hengitys- ja verenkiertoelimistön kykyä kuljettaa happea sekä lihaksiston kykyä käyttää happea hyväkseen. Määritetään tasoksi, jossa kuormitusta nostettaessa, hapenkulutus enää nouse. Ilmoitetaan joko absoluuttisena arvona (l/min) tai suhteutetaan henkilön painoon (ml/kg/min).

# SISÄLTÖ

## TIIVISTELMÄ

## KÄYTETYT LYHENTEET JA KÄSITTEET

1 JOHDANTO .....	1
2 TYYPIN 1 DIABETES MELLITUS .....	3
2.1 Määritelmä .....	3
2.2 Glukoositasapaino .....	4
2.2.1 Hypo- ja hyperglykemia.....	5
2.3 Hoito.....	6
2.3.1 Insuliiniterapia.....	7
2.3.2 Verensokerin omaseuranta .....	9
2.3.3 Liikunnan rooli.....	10
3 LIIKUNTA, ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA JA TYYPIN 1 DIABETES .....	12
3.1 Liikunnan aikainen energia-aineenvaihdunta .....	12
3.1.1 Liikunnan intensiteetin määrittäminen .....	12
3.1.2 Energiantuottotavat .....	15
3.1.3 Verensokerin säätely .....	17
3.1.4 Hypoglykemia ja vastavaikuttajahormonit .....	18
3.2 Liikuntamuodot ja verensokeri .....	21
3.2.1 Matala tai keskiraskas aerobinen kuormitus .....	22
3.2.2 Korkeaintensiteettinen anaerobinen kuormitus.....	24
3.2.3 Voimaharjoitus.....	28
4 VERENSOKERI JA SEN HALLINTA.....	31

4.1	Insuliinin määrä.....	32
4.2	Hiilihydraattien tarve .....	34
4.3	Liikunnan ajoitus.....	37
5	TUTKIMUKSEN TARKOITUS .....	40
5.1	Tutkimusongelma.....	40
5.2	Tutkimuksen rajaus .....	41
6	TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO.....	42
6.1	Tutkimusmenetelmä.....	42
6.2	Kyselyn luominen .....	43
6.3	Tutkimuksen kulku ja aineiston keruu .....	45
6.4	Tutkimusaineiston analysointi .....	46
6.4.1	Fyysisen aktiivisuuden arviointi .....	49
6.4.2	Summamuuttujien muodostaminen.....	50
7	TUTKIMUSTULOKSET .....	53
7.1	Tutkimusjoukon taustatiedot.....	53
7.1.1	Fyysinen aktiivisuus, työ ja diabeteksen vaikutus liikuntaan .....	56
7.2	Liikunta ja verensokerin hallinta.....	59
7.2.1	Havainnot liikunnan vaikutuksesta verensokeriin .....	60
7.2.2	Koettu onnistuminen verensokerin hallinnassa.....	62
7.3	Haasteet verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä.....	66
7.3.1	Koetut haasteet verensokerin hallinnassa.....	66
7.4	Tyypilliset toimintatavat verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä .....	70
7.4.1	Liikunnan ajoitus.....	72
7.4.2	Hiilihydraatit ja insuliini .....	74

7.4.3 Verensokerin mittaus .....	77
8 POHDINTA .....	80
8.1 Päätulokset .....	80
8.2 Liikunnan vaikutus verensokerin vaihteluun ja hallintaan.....	81
8.3 Havaitut haasteet .....	86
8.4 Tyypilliset toimintatavat hallita verensokerin vaihtelua .....	89
8.5 Tutkimuksen luotettavuus .....	95
9 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	99
9.1 Ideat jatkotutkimuksille.....	100
LÄHTEET .....	102
LIITE 1. Aerobinen matala- tai keskiraskas sekä anaerobinen korkeaintensiteettinen kuormitus. Yhteenveto tutkimuksista ja niiden päätuloksista	
LIITE 2. Voima- ja aerobinen kestävyys harjoitus Yhteenveto tutkimuksista ja niiden päätuloksista	
LIITE 3. Kyselyn saatekirje	
LIITE 4. Kyselylomake	
LIITE 5. Liikunnan vaikutus verensokeriin	
LIITE 6. Vaikein ja helpoin liikuntamuoto, yhteenveto vastauksista analysoinnin jälkeen	
LIITE 7. Onnistuminen verensokerin hallinnassa	
LIITE 8. Eniten päivittäin verensokerin hallinnassa askarruttavat asiat	
LIITE 9. Merkittävimmät haasteet hallita verensokerin vaihtelua liikunnan yhteydessä	
LIITE 10. Tyypilliset toimintatavat verensokerin vaihtelun hallitsemiseksi	
LIITE 11. Yhteenveto summamuuttujien tilastista	



# 1 JOHDANTO

Diabetes Mellitus on ryhmä aineenvaihduntasairauksia, jonka kaksi ääripäätä ovat tyypin 1 ja 2 diabetes. Yleisesti diabetesta arvellaan sairastavan Suomessa jopa 500 000 henkilöä, joista tyypin 1 diabeetikoita olisi 10–15 %. (Duodecim 2013.) Diabetekselle luonteenomaista on hyperglykemia eli korkea verensokeri ja hiilihydraatti-, rasva- ja proteiiniaineenvaihdunnan häiriö. Aineenvaihdintahäiriön ja korkean verensokerin aiheuttaa insuliinin puute, sen toiminnan heikkeneminen tai molemmat. Tähän voi johtaa haiman autoimmuuni  $\beta$ -solujen tuhoutuminen tai insuliinin vaikutuksen puute johtuen kudosten heikentyneestä vasteesta insuliinille. Tyypin 1 diabeteksessä on kyse autoimmuunirektiosta ja tyypin 2 ensisijaisesti insuliinin heikentyneestä toiminnasta. Jatkuva korkea verensokeri altistaa lisäsairauksien syntymiselle, kuten mikrovaskulaarisiin komplikaatioihin muun muassa silmänpohjamuutoksiin (retinopatia), munuaisvaurioihin (nefropatia) ja hermovaurioihin (neuropatia) sekä makrovaskulaarisiin komplikaatioihin muun muassa sepelvaltimotautiin ja aivohalvaukseen. (American Diabetes Association 2014; Leroux ym. 2014.)

Hoidon näkökulmasta tyypin 1 diabetesta ei voida parantaa, vaan tarkoituksena on estää mahdollisten komplikaatioiden syntyminen ja mahdollistaa hyvä elämänlaatu, missä verensokerin päivittäisellä hallinnalla ja pitkäaikaisella tasapainolla on olennainen merkitys (Duodecim 2013; Tenzer-Iglesias ym. 2012). Oman insuliinin erityksen puutteen johdosta insuliinihoito on ehdoton. Sen lisäksi ruokavalion ja liikunnan yhteensovittamisella insuliinihoidon kanssa on tärkeä rooli verensokerin hallitsemiseksi pitkällä aikavälillä. (Pilacinski & Zozulinska-Ziolkiewicz 2014; Tenzer-Iglesias ym. 2012.) Vuorovaikutus terveydenhuollon ammattilaisten kanssa hyvän hoitosuunnitelman laatimisessa on tärkeää, vaikka itse taudin hallinnan kannalta verensokerin omaseurannalla ja verensokerin itsehallinnalla on olennainen rooli (Ilanne-Parikka 2010; Nokoff & Rewers 2013).

Tyypin 1 diabetes ei estä harrastamasta liikuntaa eikä se ole este edes kilpaurheilulle, vaan sallitut liikuntamuodot ovat samat kuin terveilläkin. Liikunnan merkitys korostuu ensisijaisesti komplikaatioiden synnyn ehkäisyssä ja hyvinvoinnin parantamisessa ja sitä pidetään tärkeänä osana hoitosuunnitelmaa. Liikunnalla on havaittu olevan samoja positiivisia vaikutuksia tyypin 1 diabeetikoiden keskuudessa kuin terveilläkin, kuten veren rasvaprofiilin, insuliinisensitiivisyyden parantumiseen sekä pienentyneeseen riskiin sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin. Myös yhteys elämänlaadun paranemisen kanssa on havaittu, mikä voi edesauttaa myös sairauden itsehallinnassa. (Leroux ym. 2014; American Diabetes Association 2013; Chimen ym. 2012; Waden ym. 2005; Beraki ym. 2014; Lumb 2014.)

Johtuen energia-aineenvaihdunnan muutoksista elimistössä liikunta aiheuttaa vaihtelua verensokerissa enemmän kuin pelkkä lepo (Iscoc & Riddell 2011). Hypoglykemian eli matalan verensokerin on todettu olevan merkittävä akuutti komplikaatio tyypin 1 diabeteksessä (Weinstock ym. 2013). Intensiivisen insuliiniterapian (Siegelhaar ym. 2010), mutta myös liikunnan on havaittu lisäävän sen ilmenemisen riskiä (Camacho ym. 2005; Lumb 2014; Macknight ym. 2009; Tonoli ym. 2012; Iscoc & Riddell 2011). Verensokerin vasteen saattaa erota liikunnan intensiteetin ja keston mukaan, millä on myös vaikutusta tarvittavaan insuliinin ja hiilihydraattien määrään (Macknight ym. 2009; Tonoli ym. 2012). On havaittu, että ymmärryksen puute verensokerin käyttäytymisestä liikunnan yhteydessä, saattaa aiheuttaa turhautuneisuutta (Lascar ym. 2014). Yleiset ohjeet verensokerin hallitsemiseksi liikunnan yhteydessä on määritetty (American Diabetes Association 2014; Mustajoki 2014), mutta moni opettelee parhaan toimintatavan itse kokeilemalla onnistumisien ja virheiden kautta (Colberg 2000; Francescato ym. 2011). Usein henkilöt ovatkin löytäneet omat toimintatapansa yhdistäessään liikunnan, insuliiniannostuksen ja hiilihydraattien nauttimisen välttääkseen liikunnan aiheuttaman verensokerin liiallisen vaihtelun (Herbst ym. 2006; D'hooge ym. 2011; Chimen ym. 2012; Graveling & Frier 2009).

## 2 TYYPIN 1 DIABETES MELLITUS

### 2.1 Määritelmä

Tyypin 1 diabetes on autoimmuunisairaus, jonka puhkeamisen syytä ei ole vielä täysin pystytty määrittämään (Zoka ym. 2013). Tyypin 1 diabeteksessä haiman Langerhansin saarekkeissa sijaitsevien insuliinia erittävien  $\beta$ -solujen tuhoutuminen johtaa kokonaan insuliinin erityksen puutteeseen. Sairaus ilmenee yleensä, kun 80–90 %  $\beta$ -soluista on tuhoutunut (Precechtelova ym. 2014). Tyypillistä sairaudelle on korkea verensokeri sekä hiilihydraatti-, rasva- ja proteiiniaineenvaihdunnan häiriö. Tyypin 1 diabetesta kutsutaan myös nuoruusiän diabetekseksi sillä, se puhkeaa usein alle 30-vuotiaana, vaikkakin taudin synty myöhemmin on myös mahdollista. Tyypillisesti lapsilla ja nuorilla taudin eteneminen eli  $\beta$ -solujen tuhoutuminen on nopeampaa ja aikuisilla hitaampaa. Asteittainen  $\beta$ -solujen tuhoutuminen on kuitenkin normaalia jopa vielä diagnoosin jälkeen ja voi vaihdella hyvinkin paljon henkilöstä riippuen. (Dabelea ym. 2012.)

Maaailman terveysjärjestön, WHO (*engl. the World Health Organisation*) suositusten mukaan diabeteksen diagnosointi kriteerinä tulisi pitää plasman paastoglukoosiarvoa  $\geq 7$  mmol/l (126 mg/dl) tai 2-tunnin glukoosiarvoa plasmasta mitattuna oraalisokerirasituskokeessa, OGTT (*engl. oral glucose tolerance test*), jossa nautitaan 75 g glukoosia suun kautta,  $\geq 11.1$  mmol/l (200 mg/dl) (WHO 2006). Lisäksi glykohemoglobiinia (HbA1c) voidaan käyttää diabeteksen toteamisessa, arvon ollessa yli 47,5 mmol/l (6,5 %). Kuitenkin toteamiseen tarvitaan toistomittaus, jollei henkilöllä ole muita oireita tai plasman glukoosiarvo ei ole sokerirasituskokeessa yli 11,1 mmol/l (200 mg/dl) (WHO 2011). Yleisiä oireina saattaa ilmetä janoa, laihtumista ja virtsanerityksen lisääntymistä (Duodecim 2013).

Taudin synnyssä useilla geneettisillä tekijöillä uskotaan olevan merkittävä rooli, mutta myös ympäristötekijöiden vaikutusta taudin synnyssä pidetään mahdollisena, vaikkakaan niitä ole pystytty tarkasti määrittämään (American Diabetes Association 2014; Nokoff & Rewers

2013; Zoka ym. 2013; Precehtelova ym. 2014). Ympäristötekijöinä on esitetty viruksia, mikrobeja, ruokavaliota sekä antropometrisia (eli kehon mittasuhteisiin liittyviä) tekijöitä, kuten lapsuuden lihavuutta (Morran ym. 2015; Nokoff & Rewers 2013). Epigeneettinen tutkimus, joka tutkii perinnöllisiä muutoksia geenien ilmentymisessä ilman DNA mutaatiota, on pyrkinyt löytämään selitystä kasvavalle tyypin 1 diabeteksen määrälle (Nokoff & Rewers 2013). Geneettisillä ominaisuuksilla on arvioitu olevan noin 50–65 % summautuva vaikutus altistaa tyypin 1 diabetekseen, mikä perustuu kaksoistutkimuksiin (Zoka ym. 2013). Etenkin diabeetikon sisaruksilla on korkea riski sairastua myös itse ja vielä korkeampi riski on identtisillä kaksosilla (Precehtelova ym. 2014), jopa 50 % riksialttius (Morran ym. 2015).

## 2.2 Glukoositasapaino

Glykohemoglobiini, HbA1c, (*engl. glycated hemoglobin*) vastaa plasman glukoosipitoisuuden keskiarvoa 2-3 kuukauden ajalta eli sen avulla voidaan arvioida verensokerin pitkäaikaista tasoa ja kutsutaan täten myös pitkäaikaissokeriksi (Saudek ym. 2006; Little & Sacks 2009). Glykohemoglobiini kuvaa, kuinka paljon veren punasolujen hemoglobiiniin on kiinnittynyt glukoosia (Saudek ym. 2006). HbA1c-pitoisuuteen vaikuttavat muun muassa glukosipitoisuus veressä ja toisaalta punasolujen elinikä, joka on noin 120 päivää. Viimeisillä 3-4 viikolla ennen mittausta on kuitenkin eniten vaikutusta tulokseen (Little & Sacks 2009). Se ilmoitetaan yleensä prosentteina kokonaishemoglobiinista, mutta toinen tapa on ilmoittaa se millimoolia per moolia muodossa (mmol/mol) (Little & Sacks 2009; Saudek ym. 2006). Glykohemoglobiini voidaan määrittää yhdellä mittauksella eikä se vaadi paastoamista. Suositeltavaa on mitata glykohemoglobiini vähintään 2 kertaa vuodessa, mutta tarvittaessa mittauksia voi tehdä useamminkin (3 kuukauden välein) etenkin, jos henkilö ei ole hoitotavoitteessa (American Diabetes Association 2014; Saudek ym. 2006). Glukoositasapainoon (HbA1c) on havaittu vaikuttavan diabeteksen kesto, ikä, jolloin diabetes on havaittu, nuorilla etenkin puberteetin vaihe, muut hormonaaliset erot sukupuolten välillä (Clements ym. 2014; Demirel ym. 2013; Matejko ym. 2014), mutta myös liikunta, ravinto ja esimerkiksi stressi (Kangas 2001).

Vaikka glukoositasapainoa kuvataan usein glykohemoglobiinilla, sen avulla ei kuitenkaan voida havaita verensokerin päivittäistä vaihtelua, koska se on takautuvaa tietoa (Siegelaar ym. 2010; Cook ym. 2012). Verensokerin päivittäisessä kontrollissa ja hallinnan tehokkuuden mittarina voidaan käyttää verensokeritason vaihtelevuutta (*engl. glycaemic variability*). Verensokerin vaihtelevuuden analysointiin on esitetty muun muassa keskihajontaa, SD (*engl. Standard Deviation*), variaatiokerrointa eli kovarianssia, CV (*engl. Coefficient of Variation*) tai keskimääräistä amplitudin muutosta, MAGE (*engl. Mean Amplitude of Glycemic Excursion*), jotka muodostetaan kerättyjen verensokerimittausten perusteella. (Cook ym. 2012.) Keskihajonta ja variaatiokerroin ovat yksikertaisimpia menetelmiä, mutta tuloksen tarkkuuteen vaikuttaa muun muassa mittausten määrä. Keskihajonta kuvaa poikkeamaa keskimääräisestä tasosta ja kovarianssi korjaa keskihajonnan vielä mittausten keskiarvoon nähden. MAGE puolestaan kuvaa vaihtelua keskimääräisen verensokeritason ympäriltä, jossa summataan päivän aikana havaitut poikkeamat, kuten nousut ja laskut verensokeritasossa. Tyypillisesti verensokerin vaihtelevuuden mittarina käytetään keskihajontaa tai variaatiokerrointa, kun käytettävä verensokerimittaus tieto on peräisin verensokerin omaseurannasta. Kun käytössä on jatkuva verensokerin mittaussensori, käytetään useimmiten vaihtelevuuden mittarina keskimääräistä amplitudien muutosta, MAGE. (Siegelaar ym. 2010.)

### **2.2.1 Hypo- ja hyperglykemia**

Hypoglykemia ja vakavasta hyperglykemiasta johtuva ketoasidoosi eli happomyrkytys ovat merkittävimpiä tyypin 1 diabeteksen akuutteja komplikaatioita (Weinstock ym. 2013). Hypoglykemialla tarkoitetaan matalaa verensokeria, joka voidaan määrittää tasoksi alle 70 mg/dl (noin 4 mmol/l) (American Diabetes Association 2014). Lievästi matalalla verensokerilla tarkoitetaan tasoa 40–69 mg/dl (noin 2,2–3,8 mmol/l) ja merkittävästi matalalla tai vakavalla hypoglykemialla verensokeria alle 40 mg/dl (2,2 mmol/l), josta voi seurata insuliinishokki (American Diabetes Association 2014; Tenzer-Iglesias ym. 2012). Hyperglykemia määritetään korkeaksi verensokeriksi, joka on yli 11 mmol/l, mutta usein ketoasidoosin ilmetessä tyypillisesti se on kuitenkin yli 15 mmol/l (Duodecim 2013).

Korkea verensokeri voi ilmetä puutteellisen tai laiminlyödyn insuliinihoidon myötä, mutta myös sairaudet tai infektiot voivat altistaa sille. Lyhytaikainen korkea verensokeri on normaalia eikä se ole vaarallista. (Duodecim 2013.) Insuliinin puute aiheuttaa sen, että glukoosia ei pääse riittävästi siirtymään solujen energiaksi, mistä seuraa se, että elimistö alkaa hajottamaan rasvoja (triglyserideja) rasvahapoiksi, joita käytetään energiaksi. Insuliinin puute estää kuitenkin myös rasvahappojen täydellisen käytön energiaksi ja epätäydellisestä hapettamisesta seuraa, että vereen jää ketoaineita. Ketoaineet laskevat veren happamuutta ja seurauksena voi olla hengenvaarallinen happomyrkytys eli ketoasidoosi. (Guyton & Hall 2006, ss. 973–974.)

Hypoglykemia puolestaan voi ilmetä, jos verensokeria madaltavaa insuliinia on enemmän kuin mitä fysiologinen tarve on, mikä usein johtuu liian suuresta pistetystä insuliinin määrästä. (Aye & Atkin 2014; Duodecim 2013; Orchard ym. 2015). Täten intensiivinen insuliinihoito (pistoksia vähintään 3–4 per päivä), jonka tavoitteena on laskea verensokeria, voi lisätä myös hypoglykemioiden ilmenemisen määrää (Graveling & Frier 2009; Siegelaaar ym. 2010). Myös liikunta, alkoholi ja liian vähäinen hiilihydraattien määrä voi johtaa hypoglykemian ilmenemiseen (Kourtoglou 2011). Matala verensokeri aiheuttaa elimistössä puolustusreaktion, jolloin sympaattinen hermosto aktivoituu, josta seuraa hikoilua, vapinaa ja sydämentykytystä (Graveling & Frier 2009; Awoniyi ym. 2013).

### **2.3 Hoito**

Hoidon tavoitteena on oman insuliinin erityksen puutteesta johtuen huolehtia riittävästä insuliinin saannista, jotta hiilihydraatti-, rasva- ja proteiiniaineenvaihdunta toimisi niin normaalisti kuin mahdollista (Guyton & Hall 2006, s.976; Kangas 2001). Glukoositasapainon, joka usein mitataan HbA1c-arvolla, saaminen pitkällä aikavälillä tavoitearvoon sekä matalan ja korkean verensokerin välttäminen ovat merkityksellisiä myös komplikaatioiden ilmentymisen riskin pienentämiseksi (Orchard ym. 2015; Floyd ym. 2012; St John ym. 2010). Vaikka erilaiset insuliinihoitomuodot sallivat usein henkilölle varsin vapaamuotoisenkin ruo-

kailurytmin ja ruokavalion (Davison ym. 2014, Goksen ym. 2014), päivästä toiseen yhtenäisen hiilihydraattimäärän nauttiminen ja säännöllisen ruokailurytmin noudattaminen on havaittu olevan eduksi glukoositasapainon hallinnassa (Pilacinski & Zozulinska-Ziolkiewicz 2014; Goksen ym. 2014; Leroux ym. 2014; Davison ym. 2014; Kangas 2001). Useille henkilöille hoitotavoitteeseen pääsy vaatii tarkkaa ruokavalion noudattamista, säännöllistä verensokerin mittaamista ja insuliinin pistämistä sekä näiden tietojen seuraamista (Fullerton ym. 2014).

### **2.3.1 Insuliiniterapia**

Tyypin 1 diabeteksen hallinnassa taudin puhkeamisen jälkeen on ehdotonta koko elämänikäinen insuliiniterapiahoito (Nokoff & Rewers 2013). Insuliiniannostuksen määrittäminen perustuu syödyn hiilihydraattimäärän, ruokailua edeltävän verensokerin sekä etukäteen oletetun fyysisen aktiivisuuden ja liikunnan yhteensovittamiseen (Aye & Atkin 2014; Vora & Evans 2012; American Diabetes Association 2014; Kangas 2001). Intensiivisestä insuliinihoidosta on haivattu olevan hyötyä sekä glukoositasapainon hallinnassa että myös taudin komplikaatioiden riskin pienemisessä (Fullerton ym. 2014; Orchard ym. 2015).

Insuliini on elimistön ainut verensokeria laskeva hormoni. Insuliinia erittyy normaalisti pienin sykäyksin ja etenkin yöllä ja aterioiden välillä sitä on verenkierrossa vähän. Ruokailu puolestaan saa aikaan insuliinin runsaan erittymisen. Insuliinin tarve on tyypillisesti korkeimmillaan aamulla, johtuen verensokeria nostavien hormonien (etenkin kortisoni) korkeammasta tasosta. Luonnollisen insuliinin erittymisen puuttuessa tyypin 1 diabeteksen hoidossa ulkoisen insuliinin pistämisellä mukailaan insuliinin normaalia tarvetta. (Kangas 2001.) Insuliineja on sekä analogisia eli insuliinijohdannaisia että ihmisinsuliinia. Insuliinijohdannaisissa insuliinin rakennetta on muutettu parantamaan sen imeytymisominaisuuksia. Ihmisinsuliini on puolestaan synteettisesti valmistettu vastaamaan ihmisen normaalia insuliinia. Insuliinivalmisteita on olemassa useita, jotka jaetaan niiden imeytymisominaisuuksien mukaan, pikainsuliiniin, lyhytvaikutteiseen, keskipitkävaikutteiseen ja pitkävaikutteiseen insuliiniin. (Vora & Evans 2012, ss. 35–36.) Insuliinit alkavat vaikuttamaan sille ominaisen ajan kuluttua

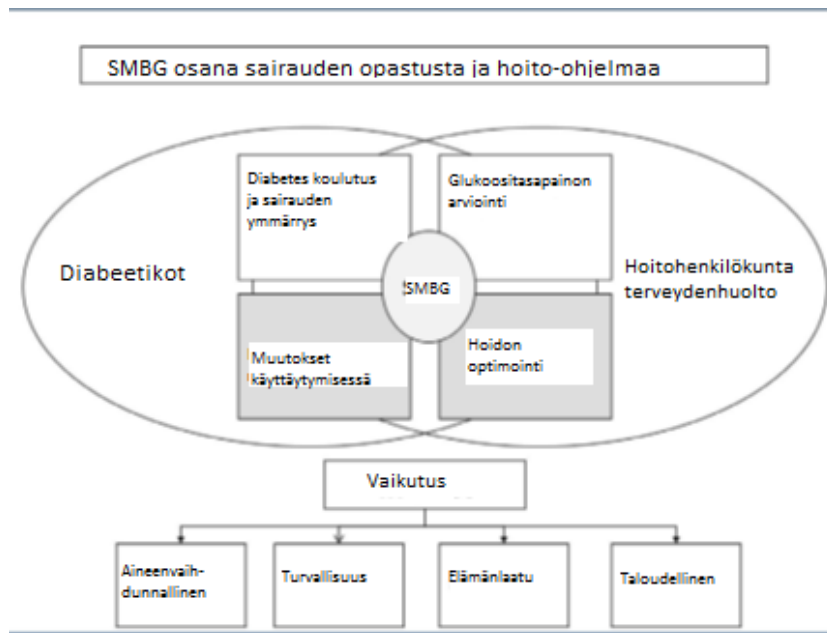
ja voivat vaikuttaa sen jälkeen useitakin tunteja, kuitenkin siten, että vaikutus on voimakkaimmillaan vain tietyn ajan. Pikainsuliineja ovat muun muassa lispro-, aspartin- ja glulisininsuliini ja niiden vaikutus on noin 5-15 minuuttia. Lyhytvaikutteisten eli säännöllisten insuliinien vaikutusaika on noin huipussaan noin 30 min kuluttua sen annostelusta, kun taas pitkävaikutteisilla (kuten NPH, glargiini ja determir) insuliinia voi erittyä pieniä määriä jopa 24 tunnin ajan, mutta vaikutusaika tyypillisesti on 10–20 tuntia. (Vora & Evans 2012, ss. 38; Diabetesliitto 2015; Ilanne-Parikka 2015.) Haasteena hoitotasapainon hallinnan kannalta on se, että sama insuliinivalmiste voi samankin henkilön kohdalla aiheuttaa erilaisen aineenvaihdunnallisen vasteen. Lisäksi henkilöiden välinen insuliiniherkkyys, eli kudosten kyky ottaa glukoosia insuliinin avulla, voi vaihdella henkilöittäin. (Toni ym. 2006; Kangas 2001.)

Insuliinihoitomuoto määritetään yksilöllisesti, mutta perusinsuliinin tarve on noin 0,3-0,5 yksikköä per painokilo vuorokaudessa (yks/kg/vrk), jolloin yhdistettynä ateriainsuliinin kanssa se on noin 0,5-0,8 (1.0) (yks/kg/vrk). Perusinsuliinihoito on muoto, jossa käytetään pitkävaikutteista 1-2 kertaa päivässä ja ateriainsuliinihoidossa puolestaan käytetään pikainsuliinia aterioiden yhteydessä. Monipistoshoitossa puolestaan yhdistetään sekä perusinsuliini ja ateriainsuliini. Pitkävaikutteisella insuliinilla pyritään pitämään verensokeri oikealla tasolla ruokailujen välillä ja myös yön aikana. Pika- ja lyhytvaikutteisten insuliinien avulla on tarkoitus tasata verensokerin huippuja esimerkiksi syönnin jälkeen eli puhutaan ateriainsuliinista. Perusinsuliinin tarve on tyypillisesti 50 % (40–60 %) luokkaa koko insuliinin tarpeesta. Lisäksi on olemassa insuliinipumppuhoito, jossa insuliinia syötetään elimistöön koko ajan sen taaten perusinsuliinin tarpeen. Infuusionopeus säädetään henkilökohtaisen tarpeen mukaan. (Duodecim 2013; Ilanne-Parikka 2015.) Insuliinipumppu hoidon on myös havaittu edesauttavan glukoositasapainon (HbA1c) tavoitteiden saavuttamisessa verrattuna monipistoshoitoon (Matejko ym. 2014).



### 2.3.2 Verensokerin omaseuranta

Verensokerin omaseuranta, SMBG (*engl. self-monitoring of blood glucose*) auttaa verensokerin käyttäytymisen ymmärtämisessä. Parhaimmillaan se yhdistää vastuunoton omasta sairauden hoidosta ja vuorovaikutuksen terveydenhuollon ammattilaisten kanssa paremman hoitotuloksen ja elämänlaadun takaamiseksi, kuten kuvassa 1 nämä yhdistetään. (Ilanne-Parikka 2010.) Säännöllinen seuraaminen mahdollistaa nopeamman reagoinnin ja ennakoinnin verensokerin muutoksiin sekä mahdollistaa oikeiden päätösten tekemisen insuliinin, ruokailun ja liikunnan suhteen (Miller ym. 2013; Davison ym. 2014; St John ym. 2010; Saudek ym. 2006; Kangas 2001), jotta verensokerin vaihtelu saadaan mahdollisimman pieneksi ja, jotta hypoglykemia voidaan välttää (American Diabetes Association 2014; Duodecim 2013; Miller ym. 2013).



KUVA 1. Verensokerin omaseuranta osana hoito-ohjelmaa (Mukailtu Ilanne-Parikka 2010). SMBG (*engl. self-monitoring of blood glucose*).

Vuorokauden aikaisen verensokerin vaihtelun selvittämiseksi verensokeria tulee mitata vähintään 4-5 kertaa päivässä, jolloin mittauksia tulee aamulla, illalla ennen nukkumaanmenoa ja pääaterioiden ympärillä tai vain ennen pääaterioita (Duodecim 2013; Ilanne-Parikka 2010; Saudek ym. 2006). Mittaamista suositellaan myös, mikäli henkilö epäilee matalaa verensokeria tai ennen kriittisiä tehtäviä, kuten autolla ajamista tai hypoglykemian jälkeen seuratakseen, että verensokeri on taas normaali. Tällöin mittauksia voi tulla jopa 7-9 per päivä tai enemmänkin. (American Diabetes Association 2014; Ilanne-Parikka 2010.) Etenkin liikunnan yhteydessä verensokerin mittaaminen ennen, suorituksen aikana, välittömästi jälkeen sekä vielä sen seuraaminen usean tunnin jälkeen on suositeltavaa (American Diabetes Association 2014; Kourtoglou 2011). Henkilöillä, jotka säännöllisesti mittaavat verensokeriaan useita kertoja päivässä (vähintään 4 mittausta), on haivattu matalampia HbA1c-arvoja (Davison ym. 2014; Miller ym. 2013; Saudek ym. 2006; Ozcan ym. 2014) ja tunnollisempaa säännöllisen ruokavalion noudattamista (Davison ym. 2014).

### **2.3.3 Liikunnan rooli**

Säännöllisellä liikunnalla voi myös olla etua glukoositasapainon hallinnassa. Fyysisesti aktiivisemmilla ja/tai vähintään keskiraskasta liikuntaa harrastaneilla mitatut HbA1c arvot ovat olleet matalammat, kun fyysistä aktiivisuutta on arvioitu päivinä per viikko tai liikunnan raskautavuuden kautta, etenkin lasten ja nuorten tai naisten keskuudessa. (Schweiger ym. 2010; Herbst ym. 2006; Beraki ym. 2014; Cuenca-Garcia ym. 2012; Waden ym. 2005.) Kaikissa tutkimuksissa kuitenkin positiivista yhteyttä ei ole löytynyt. Nämä tutkimukset ovat useimmiten harjoitteluinterventioita, joissa esimerkiksi 3-4 kuukauden harjoittelujakson (D'hooge ym. 2011; Ramalho ym. 2006; Kennedy ym. 2013; Chimen ym. 2012) tai vain 7 viikon korkeaintensiteettisen harjoittelun vaikutuksia glykohemoglobiiniin on tarkasteltu (Harmer ym. 2007).

Fyysisen aktiivisuuden ja liikunnan osalta on myös havaittu yhteyttä tarvittavan insuliiniantonuksen kanssa. Useimmiten korkeampi fyysinen aktiivisuus ja liikunnan määrä pidemmällä aikavälillä on ollut yhteydessä pienentyneeseen insuliinin tarpeeseen, mitä on selitetty

parantuneella insuliiniherkkyydellä ja lisääntyneellä lihasten glukoosin tarpeella. (Schweiger ym. 2010; Herbst ym. 2006; Beraki ym. 2014; Cuenca-Garcia ym. 2012; Ramalho ym. 2006; D'hooge ym. 2011; Chimen ym. 2012.) Kuitenkin selvemmin tämä on havaittu miesten kuin naisten keskuudessa (Herbst ym. 2006; Waden ym. 2005). Hiilihydraattien nauttiminen ja insuliiniannostus ovat tyypillisesti perustuneet verensokerin omaseurantaan tai sitä ei ole tutkimuksessa otettu lainkaan huomioon. Havaittu ero insuliiniannostuksessa miesten ja naisten välillä on saattanut vaikuttaa myös eroaviin tuloksiin HbA1c arvossa. Syyksi tähän on ehdotettu miesten ja naisten välistä käyttäytymiseroa insuliinin annostuksessa ja hiilihydraattien nauttimisessa liikunnan yhteydessä. (Waden ym. 2005; Chimen ym. 2012; Kennedy ym. 2013.) Waden ym. (2005) mukaan miehet raportoivat tehneensä useammin hyvin rasittavaa liikuntaa ja saattoivat vähentää insuliiniannostusta naisia enemmän ennen ja jälkeen suorituksen sekä nauttivat enemmän hiilihydraattia, jotta välttyisivät hypoglykemialta.

## **3 LIIKUNTA, ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA JA TYYPIN 1 DIABETES**

### **3.1 Liikunnan aikainen energia-aineenvaihdunta**

Liikunta on yksistään merkittävä elimistön tasapainon järkyttäjä ja aiheuttaa muutoksia aineenvaihdunnan säätelyssä (Riddell & Perkins 2009; Briscoe ym. 2007). Tärkein rooli elimistön eri toimintojen yhteensovittamisella on neuroendokriinisella järjestelmällä. Se muodostuu autonomisesta hermostosta, keskushermosta ja sisäerityselimistä. Autonominen hermosto jaetaan sympaattiseen ja parasympaattiseen osaan, joiden aktiivisuutta säätelemällä saadaan aikaan eri vasteita esimerkiksi verenkiertoelimistön toimintaan liittyen. Sisäeritysrauhaset, kuten haima, lisämunuainen ja kilpirauhanen erittävät verenkierron kautta vaikuttavia välittäjäaineita eli hormoneja. Keskushermosto puolestaan aistii kehon sisäisiä ja ulkoisia olosuhteita sekä toimintoja. (Coker & Kjaer 2005; Perry & Gallen 2009.)

#### **3.1.1 Liikunnan intensiteetin määrittäminen**

Liikunnan kokonaisrasittavuuteen vaikuttavat sekä liikunnan kesto että intensiteetti. Taulukossa 1 on esitetty muutama tapa jaotella liikuntasuoritus sen rasittavuuden mukaan. Rasittavuus on jaettu kolmeen kategoriaan, kevyt, keskiraskas ja raskas kuormitus (ACSM 2014, ss. 3-5; Perry & Gallen 2009). Huomioitava on, että tämä on karkea jaottelu, joten jokaisen kategorian sisälle mahtuu jo intensiteetiltään eritasoisista kuormitusta (ACSM 2014, ss. 3-5). ACSM (2014, ss. 3-5) mukaan kolmen kategorian lisäksi voidaan lisätä vielä erittäin kevyt, erittäin raskas ja maksimaalinen suoritus, mikäli halutaan tarkentaa rasittavuuden määrittelyä. Näiden lisäksi usein nostetaan esille erikoistapaus, jossa yhdistyy joko matala tai keskiraskas rasitus yhdessä nopeiden korkeaintensiteettisten pyrähdysten kanssa, mikä on tyypillistä esimerkiksi erilaisissa pallopeleissä (*engl. intermittent high intensity*) (Perry & Gallen

2009). Keston mukaan Perry & Gallen (2009) jaottelee suorituksen lyhyeen (alle 20 minuuttia), keskipitkään (20–60 minuuttia) ja pitkään (yli 60 minuuttia).

TAULUKKO 1. Liikunnan rasittavuuden jaottelu kolmeen luokkaan (Mukailtu ACSM 2104, s. 165; Perry & Gallen 2009). Luokitus maksimisyykkeen ( $HR_{max}$ ), maksimihapenottokyvyn ( $VO_{2max}$ ) ja absoluuttisen metabolisen ekvivalentin (MET) mukaan.

<b>Intensiteetti</b>	<b>% <math>HR_{max}</math></b>	<b>% <math>VO_{2max}</math></b>	<b>MET abso- luuttinen</b>	<b>Liikuntamuoto</b>
<b>Matala intensiteetti</b> ( <i>engl. low intensity</i> )	< 40 % (Perry & Gallen 2009), 57 - < 64 % (ACSM 2014)	37 - < 45 % (ACSM 2014)	2-3	Kaikki aktiviteetit/intensiteetti, joissa ei hengästy tai hikoile merkittävästi tai ei tunne väsyneeksi kuten päivittäiset kotityöt, kevyt kävely.
<b>Keskiraskas intensiteetti</b> ( <i>engl. moderate intensity</i> )	40–80 % (Perry & Gallen 2009) 64 - < 76 % (ACSM 2014)	46- < 64 % (ACSM 2014)	3-6	Aktiviteetit/intensiteetti, joissa hengästyy ja hikoilee, kuten reipas kävely, juoksu.
<b>Raskas / korkea intensiteetti</b> ( <i>engl. high intensity</i> )	80–100 % (Perry & Gallen 2009), 76 - < 96 % (ACSM 2014)	64 - < 91 % (ACSM 2014)	6- <	Aktiviteetit, jossa hengästyy ja hikoilee voimakkaasti, juoksu, pyöräily, palloilupeli. Kun kuormitus on tämän alueen yläpäässä, suoritusta voida ei yhtäjaksoisesti ylläpitää pitkiä aikoja. Ääripää on maksimaalinen suoritus.

Liikunnan intensiteetin kasvaessa lepotasosta kasvaa myös hapenkulutus. Intensiteetin määrittämiseksi käytetään usein termiä hapenkulutusta suhteessa henkilön maksimaaliseen hapenottokykyyn (%  $VO_{2max}$ ). Usein oletetaan, että syke nousee suorassa suhteessa hapenkulutuksen kanssa rasiustason noustessa. Tällöin liikuntasuorituksen rasiustaso voidaan määrittää ilmoittamalla se sykkeenä suhteessa henkilön maksimaaliseen sykkeeseen  $HR_{max}$  (*engl. maximal heart rate*), mikä on useimmiten helpommin saavutettavissa ja mitattavissa. (Perry & Gallen 2009.) Jollei mitattua lukemaa maksimisyykkeestä ole, voidaan se arvioida valmiiksi johdettujen kaavojen avulla, joiden luotettavuus on kuitenkin kiistanalainen. Tyypillisin mää-

rityskaava on 220 miinus henkilön ikä, mutta useita muita kaavoja on myös kehitelty. Kaavojen käytössä on huomioitava, millaisella koehenkilöjoukolla ne ovat laadittu. (ACSM 2014, s. 168.)

Yksi vaihtoehto liikunnan tai fyysisen aktiivisuuden arvioimisessa on myös käyttää metabolista ekvivalenttia, MET (*engl. metabolic equivalent*), jolla kuvataan, kuinka paljon fyysinen aktiivisuus lisää energiankulutusta lepoon verrattuna. On arvioitu, että levossa henkilö kuluttaa happea noin 3,5 millilitraa per painokilo, jota voidaan kuvata metabolisena ekvivalenttia levossa ja esitetään 1 MET. Rasittavuus 3 MET lisää siis hapenkulutusta kolme kertaa lepo-tilaan nähden. Iän on kuitenkin huomattu vaikuttavan maksimaaliseen aerobiseen kapasiteettiin, joten eri-ikäisten välillä MET-arvot eivät vastaa samaa osuutta maksimimaalisesta hapenkulutuksesta. (ACSM 2014, s. 3, 176; Ainsworth ym. 2011.) Karkea jako eri aktiviteettien rasittavuudesta absoluuttisina MET arvoina ovat kolme luokkaa: kevyt rasitus, joka määritetään alle 3 MET tason, keskiraskas, joka on noin 3-6 MET ja raskas yli 6 MET (taulukko 1). Absoluuttiset arvot eivät huomioi henkilön maksimaalista suorituskykyä MET-arvona. (ACSM 2014, s. 3; Ainsworth ym. 2011.) Esimerkiksi kevyt kävely vauhdilla noin 4 km/h vastaa rasitukseltaan MET-arvona tasoa 3 MET ja juoksu noin 10 km/h vauhdilla vastaa tasoa 10 MET. (ACSM 2014, s. 2-5; Ainsworth ym. 2011.)

Voimaharjoittelussa intensiteetti tyypillisesti määritetään osuutena yhden toiston maksimisuorituksesta, % 1 RM, (*engl. one repetition maximum*). Yhden toiston maksimi kuvaa kuormaa, jolla henkilö pystyy puhtaalla tekniikalla tekemään kerran, mikä vastaa tasoa 100 %. Voimaharjoittelun kolme rasittavuuden tasoa voidaan määritellä seuraavasti: matala taso (alle 3 MET) 30 - < 50 % 1 RM tasosta, keskiraskas (3-6 MET) puolestaan 50 - < 70 % 1RM ja raskas (yli 6 MET) 70 - < 85 % 1 RM. (ACSM 2014, ss.165,185.)

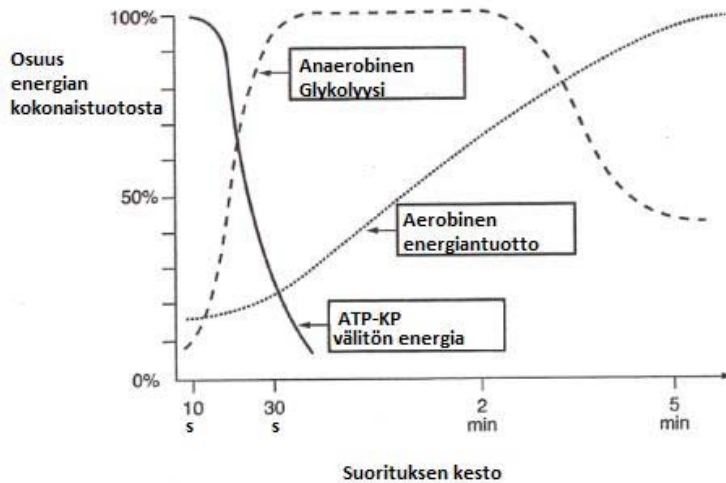
### 3.1.2 Energiantuottotavat

Ravinto on muutettava elimistössä korkeaenergieiseksi yhdisteeksi ATP:ksi (*engl. adenosine triphosphate*), jota elimistön solut voivat käyttää energiaksi. ATP:ta voidaan muodostaa glukoosista, aminohapoista tai rasvahapoista, joita käytetään elimistössä useisiin fysiologisiin toimintoihin, kuten lihassupistukseen. ATP:ta on varastoitunut hyvin vähän elimistöön. Varastoitunut ATP riittää vain muutamiksi sekunneiksi, joten sitä on tuotettava koko ajan lisää. Kolme tapaa tuottaa ATP:ta ovat ATP:n tuotto kreatiinifosfaatin avulla, anaerobinen glykolyysi ja aerobinen energiantuottotapa. Kaksi ensimmäistä tapaa eivät vaadi happea tapahtuakseen. (Gastin 2001.)

Nopein ATP:n tuottotapa on sen muodostaminen korkeaenergisestä fosfokreatiinista, PCr (*engl. phosphocreatine*), avulla. Tässä tuottotavassa rajoittavana tekijänä on varastoituneen fosfokreatiinin määrä, jota riittää vain muutamana sekunnina, maksimissaan 10 sekunnina, suorituksiin (kuva 2). Anaerobinen glykolyysi on seuraavaksi nopein tapa tuottaa energiaa, missä lähtöaineena on pääasiassa lihaksiin varastoitunut useasta glukoosimolekyylistä muodostunut glykogeeni. Glykogeeni pilkotaan ensiksi glukoosiksi glykogenolyysi-prosessissa ja edelleen kahdeksi puryvaatti-molekyyliksi. Puryvaatin vastaanottaessa vedyn muodostuu laktaatti-ioni. Anaerobinen glykolyysi on varsin nopea energiantuottotapa, mutta energiaa saadaan tuotettua varsin vähän, eikä esimerkiksi rasvoihin varastoitunutta energiaa voida käyttää hyödyksi. Tämä energiantuottotapa on dominoiva muutamana minuutina kestoissa suorituksissa (kuva 2). Glukoosia voidaan muodostaa maksassa ja munuaisten kuoriosassa laktaatin lisäksi rasvahapoista, sitruunahappokierron välituotteista ja aminohapoista, mitä kutsutaan glukoneogeneesi-prosessiksi. (Guyton & Hall 2006, s.829–832; Colberg 2009, ss. 24–26; Gastin 2001.)

Happea vaativa aerobinen energiantuottotapa ei ole niin nopea kuin solulimassa tapahtuva anaerobinen glykolyysi, mutta sillä voidaan tuottaa jopa kymmenkertainen määrä energiaa verrattuna anaerobiseen glykolyysiin. Aerobinen energiantuottotapa on olennainen etenkin pitkäkestoissa suorituksissa (kuva 2). Aerobisessa aineenvaihdunnassa ATP:ta voidaan

muodostaa glukoosista, rasvahapoista ja aminohapoista. Rasvahapoista pilkotaan ennen sitruunahappokiertoa asetyyliryhmiä beetaoksidaatio-prosessissa solujen mitokondrioissa. Puolestaan anaerobisessa glykolyysissä glukoosista muodostettu puryvaatti muutetaan hapen läsnä ollessa monimutkaisen reaktiosarjan kautta asetyylikoentsyymiksi, mistä se jatkaa sitruunahappokiertoon. (Colberg 2009, s. 26; Mc Ardle ym. 2010, ss. 139–142, 149–156.)



KUVA 2. Energiantuottotavat fyysisen rasituksen keston mukaan lähtien levosta (Colberg 2009, s.27)

Energiantuottotavat eivät ole toisiaan poissulkevia, vaan energiaa tuotetaan aina useampaa reittiä. Ainoastaan dominoivin tapa muuttuu (kuva 2) (Colberg 2009, s.27; Gastin 2001). Se, mitä energiantuottotapaa ja energianlähdettä elimistö käyttää, on riippuvainen fyysisen rasituksen keston ja intensiteetin lisäksi ravintoaineiden saatavuudesta elimistössä. Ravintoaineiden saatavuuteen elimistössä voidaan vaikuttaa esimerkiksi ravintoaineita nauttimalla ennen, aikana ja jälkeen suorituksen. Levossa ensisijaisesti käytetään rasvahappoja energiaksi ja kuormituksen kasvaessa hiilihydraattien osuus glykokeenin ja glukoosin muodossa kasvaa. Korkea-intensiteetisessä kuormituksessa hiilihydraatit ovat käytännössä pääasiallinen lähde. Suorituksen keston kasvaessa rasvahappojen osuus taas kasvaa, koska keston pidentyminen vaatii kuormituksen intensiteetin laskemista. (Colberg 2009, s.27; Francescato ym. 2004; Gastin 2001; Perry & Gallen 2009.)



### 3.1.3 Verensokerin säätely

Insuliinia ja glukagonia pidetään tärkeimpinä verensokeripitoisuuden säätelijöinä. Insuliinin erityksellä on merkittävä rooli maksan glukoosin tuotantoon. Se hidastaa endogeenista glukoosin tuotantoa eli glukoosin muodostamista maksasta ja munuaisista sekä vähentää rasvasoluissa triglyseridien pilkkoutumista rasvahapoiksi ja glyseroliksi. Toisaalta se edesauttaa ylimääräisen energian varastoimista hiilihydraattien kohdalla maksaan glykokeeniksi tai rasvakudokseen varastorasvamuotoon eli triglyserideiksi. Lisäksi insuliini lisää proteiinien muodostamista ja varastoimista. Glukoosi ei leptilassa pääse lihasoluun kovin helposti, vaan sen pääsyssä insuliinilla on olennainen rooli. Insuliinin määrä verenkierrrossa saa aikaan GLUT-4 proteiinien sijoittumisen solukalvolle, mikä edesauttaa glukoosin pääsyä solukalvon läpi lihaksiin energiaksi. Näillä toimilla insuliini vaikuttaa verensokerin laskuun. Verensokerin lasku on puolestaan tärkein signaali glukagonin erityksen lisääntymiselle. (Camacho ym. 2005; Briscoe ym. 2007; Awoniyi ym. 2013; Guyton & Hall 2006, ss. 963–966.)

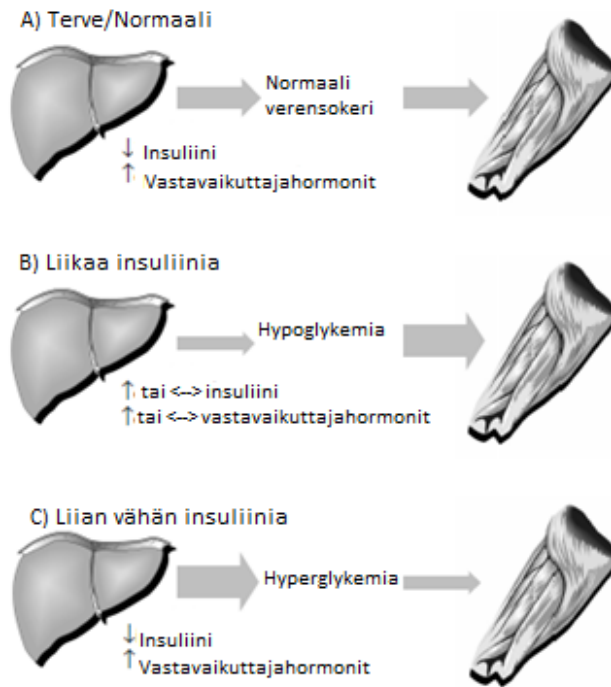
Fyysisen rasituksen kasvu saa aikaan muun muassa sympaattisen hermoston aktivoitumisen. Katekoliamiinien eli adrenaliinin ja noradrenaliinin erityksellä lisämunuaisesta kiihdyttää glukoosin tuotantoa maksasta sekä lisää triglyseridien pilkkoutumista vapaiksi rasvahapoiksi. Kovassa rasituksessa katekoliamiinit estävät myös glukoosin pääsyä lihaksiin. (Coker & Kjaer 2005; Younk ym. 2011; Awoniyi ym. 2013.) Terveillä henkilöillä tällöin insuliinin erityksellä haiman  $\beta$ -soluista estyy, mikä puolestaan saa aikaiseksi glukagonin eli insuliinin vastavaikuttajahormonin erittymisen haiman Langerhansin saarekkeiden  $\alpha$ -soluista. Glukagonia tarvitaan endogeenisen glukoosin tuotannon kiihdyttämiseen glykogenolyysin ja glukoneogeneesin kautta, mutta samalla se myös lisää rasvojen hapettamista energiaksi. (Camacho ym. 2005; Briscoe ym. 2007; Awoniyi ym. 2013.) Glukagonin ja katekoliamiinien lisäksi muiden insuliinin vastavaikuttajahormonien (*engl. counterregulatory hormones*) kasvu on havaittavissa fyysisen rasituksen kasvaessa, mutta myös verensokerin laskiessa. Vastavaikuttajahormonit pyrkivät toimimaan päinvastoin kuin insuliini eli verensokeria nostaen. Kortisoli- ja kasvu-hormonipitoisuuksien kasvu estää solujen glukoosin käyttöä ja lisää rasvojen käyttöä energiaksi, vaikkakin hieman hitaammalla vasteella. (Galassetti ym. 2006; Guyton & Hall 2006,

ss.969–970.) Fyysisen rasituksen intensiteetillä ja henkilön fyysisellä kunnolla on haivattu olevan vaikutusta hormonien ja katekoliamiinien pitoisuuden kasvuun (Briscoe ym. 2007; Gallen ym. 2011).

Tyypin 1 diabeetikoilla energian käyttö fyysisessä kuormituksessa on samanlainen kuin terveillä, ainoastaan pienenä erona voi olla suurempi rasvojen käyttö energiaksi hiilihydraattien hapettamisen sijaan (Riddell & Perkins 2006). Tyypin 1 diabeetikoiden kohdalla haasteena verensokerin säätelylle kuitenkin tuo luontaisen insuliinin puute, jolloin fyysisen suorituksen aikana ei luontaisesti insuliinin määrän eritystä voida vähentää. Verenkierrossa olevan insuliinin määrä on riippuvainen muun muassa pistetyn insuliinin määrästä ja ajankohdasta. Pitkään kestäneen diabeteksen on havaittu aiheuttavan insuliinin vastavaikuttajahormonien, kuten katekoliamiinien ja glukagonin, normaalin vasteen puutetta. Tämä voi vaikuttaa glukoosin tuotantoon maksassa. (Gallen ym. 2011; Bao ym. 2009; Graveling & Frier 2009; Galassetti ym. 2003; Younk ym. 2011; Galassetti ym. 2006.) Tosin liikunnan aikana muun muassa glukagonin erittymistä normaalisti on myös havaittu (Galassetti ym. 2003).

### **3.1.4 Hypoglykemia ja vastavaikuttajahormonit**

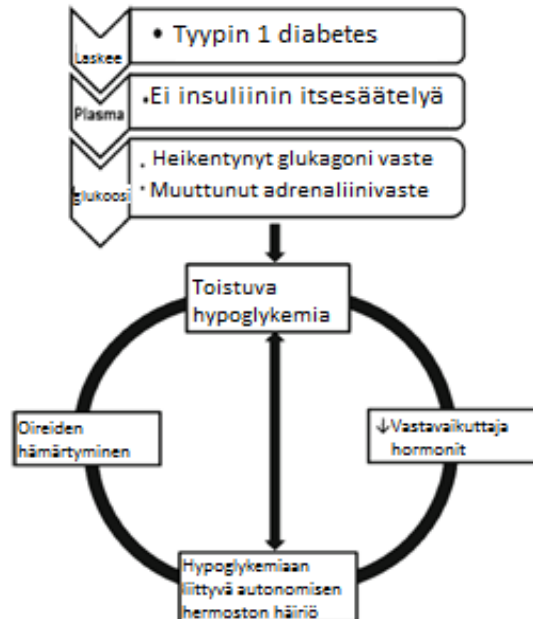
Hypoglykemia voi ilmetä kaikenlaisen liikunnan aikana, jälkeen tai vasta yöllä usean tunnin, jopa 31 tunnin kuluttua liikuntasuorituksesta. Hypoglykemiaan johtaa glukoosin tuotannon ja käytön epäsuhta, missä lisääntynyt lihasten glukoosin tarve ja/tai liian suuri insuliinin määrä heikentää endogeenistä glukoosin tuotantoa (kuva 3, B). On myös mahdollista, että liikunta aiheuttaa verensokerin nousun eli hyperglykemian. Hyperglykemiaan voi puolestaan johtaa tilanne, jossa glukoosin tuotanto maksasta kasvaa enemmän suhteessa glukoosin käyttöön nähden. Syitä ovat muun muassa insuliinin vastavaikuttajahormonipitoisuuden nousu ja/tai insuliinin vähäinen määrä ja/tai glukoosin oton väheneminen (kuva 3, C). (Riddell & Perkins 2009; Riddell & Perkins 2006, Briscoe ym. 2007; Graveling & Frier 2009; Lumb 2014.)



KUVA 3. Verensokerin tasapainon hallinta ja insuliinin ja vastavaikuttajahormonien rooli fyysisen rasituksen yhteydessä (Mukailtu Riddell & Perkins 2006). A) terveillä, B) liiallisen insuliinin johdosta, C) liian vähäisen insuliinin johdosta. Nuolen paksuus ilmaisee verensokerin muutoksen suuruutta.

Liikunnan aikaiseen tai jälkeiseen verensokerin laskuun voivat vaikuttaa useat eri tekijät. Koska liikunnan aikana verenkierto vilkastuu, voi se nopeuttaa ulkoisesti pistetyn insuliinin imeytymistä. Lisäksi liikunnan on havaittu lisäävän lihasten insuliiniherkkyyttä (*engl. insulin sensitivity*), minkä ansiosta glukoosia siirtyy lihaksiin helpommin pienemmällä insuliinin tarpeella. Tämän ilmiön on havaittu kestävän jopa usean tunnin jälkeen fyysisestä rasituksesta. Liikuntasuorituksen jälkeen elimistö pyrkii täyttämään kulutettuja energiavarastoja, mikä myös lisää glukoosin tarvetta. (Lumb 2014; Riddell & Perkins 2006; Briscoe ym. 2007; Macknight ym. 2009.) Glukoosin tarpeen lisääntymisen on arvioitu tapahtuvan jopa kahdessa vaiheessa, aiheuttaen myös myöhemmin esimerkiksi yön aikaisen hypoglykemiaan riskin kasvua. On myös mahdollista, että liikunta voi peittää hypoglykemiaan autonomiset oireet, kuten

hikoilun ja väsymyksen ja täten vaikeuttaa hypoglykemian havaitsemista. (Riddell & Perkins 2006; Younk ym. 2011.)



KUVA 4. Hypoglykemian sekä autonomisen hermoston häiriön syntyminen (Mukailtu Awoniyi ym. 2013).

Hypoglykemian syntyminen aiheuttaa elimistössä useita lähes liikunnan aiheuttaman kaltaisia autonomisen hermoston, aineenvaihdunnallisia ja neuroendokriinisia vasteita, joilla elimistö pyrkii korjaamaan epätasapainon (Davey ym. 2014). Glukagoni, noradrenaliini- ja adrenaliinivasteita hypoglykemian estämisessä pidetään tärkeimpinä (Davey ym. 2014; Awoniyi ym. 2013), mutta myös kortisonin (Bao ym. 2009) ja kasvuhormonin osuutta on arvioitu etenkin vähentämään lihasten glukoosin ottoa (Awoniyi ym. 2013). Toisaalta itse hypoglykemia tai vastaava elimistön tasapainon horjuttava stressitila, kuten liikuntasuoritus, voi myös lisätä uuden hypoglykemian riskiä. Tällöin edeltävä hypoglykemia aiheuttaa insuliinin vastavaikuttajahormonien vaikutuksen vähentymisen ja täten elimistön normaalin vasteen heikentymisen seuraavan liikuntasuorituksen tai hypoglykemian aikana (kuva 4). Pahimmassa tapauksessa tästä voi seurata hankala noidankehä, kuten kuvassa 4 on esitetty. Riski

voi kestää jopa 24 tuntia edeltävän hypoglykemian jälkeen. Hypoglykemia voi ilmetä voimakkaampana tai aikaisemmin kuin normaalisti liikunnan aikana. (Riddell & Perkins 2006; Riddell & Perkins 2009; Bao ym. 2009; Galassetti ym. 2003; Camacho ym. 2005; Briscoe ym. 2007; Galassetti ym. 2006.) Galassetti ym. (2006) mukaan edeltävän hypoglykemian vakavuus näytti vaikuttavan hormonivasteen heikkenemiseen siten, että mitä vakavampi hypoglykemia oli, sitä voimakkaampi oli hormonivasteiden heikkeneminen. Itse fyysisen rasituksen intensiteetillä ei tässä nähty yhteyttä. Näyttäisi myös siltä, että hyvin lieväkin hypoglykemia (3,9 mmol/l) voisi aiheuttaa tämän ilmiön. (Galassetti ym. 2006.)

Naisilla on havaittu pienempiä hormonaalisia sekä autonomisen hermoston vasteita (kasvu-hormoni, adrenaliini, noradrenaliini) liikunnan seurauksena kuin miehillä. On todettu, että naiset käyttävät fyysisessä rasituksessa enemmän rasvoja kuin hiilihydraatteja energiaksi ja, että heillä maksan glukoosin tuotanto näyttäisi olevan pienempää. (Younk ym. 2011; Varlamov ym. 2015.) Hypoglykemian seurauksena on havaittavissa naisilla pienempää hormonivasteen heikkenemistä ja täten pienempää hypoglykemian riskiä intensiivisestä insuliinihoidosta huolimatta (Galassetti ym. 2004; Briscoe ym. 2007).

### **3.2 Liikuntamuodot ja verensokeri**

Fyysinen kuormitus voidaan jakaa energia-aineenvaihdunnan kannalta aerobiseen ja anaerobiseen kuormitustapaan, jotka molemmat aiheuttavat hieman erilaisia fysiologisia vasteita elimistössä. Aerobisessa kuormituksessa ensisijaisina energianlähteinä ovat glukoosi ja rasvahapot, kun taas korkeaintensiteetisessä anaerobisessa kuormituksessa käytetään glukoosia. Nämä kuormitustavat eroavat myös aineenvaihduntaa kiihdyttävän mekanismin mukaan. (Riddell & Perkins 2006; Lumb 2014.)

Matala- tai keskiraskaassa aerobisessa kuormituksessa elimistö pyrkii saavuttamaan tasapainon glukoosin tuotannon ja käytön välillä. Terveellä valtimon verensokeri ei kevyen tai keskiraskaan liikunnan aikana juurikaan muutu (kuva 3 A), koska glukoosia muodostuu veren-

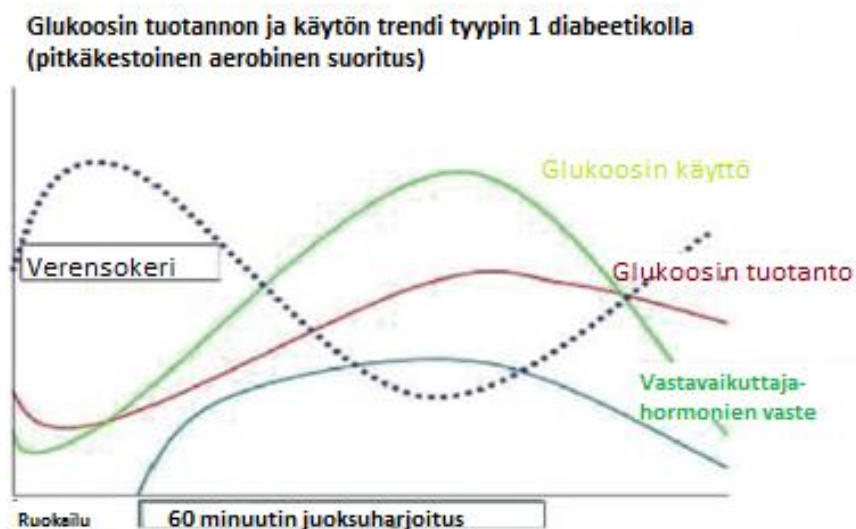
kiertoon elimistön sisäisen glukoosin tuotannon kautta koko ajan. Tällä tavoin lihasten glukoosin tarve tasapainotetaan. Tämä tapahtuu säätelemällä insuliini-glukagoni suhdetta, kuten kappaleessa 3.1.3 kerrotaan. Katekoliamiinien rooli on vähäisempi, mutta voi vaikuttaa glukoneogeneesiin pitkissä yli kahden tunnin suorituksissa. (Coker & Kjaer 2005; Marliss & Vranic 2002; Macknight ym. 2009; Yardley ym. 2013a; Purdon ym. 1993.) Korkeaintensiivisessä kuormituksessa katekoliamiinipitoisuuden nousu, joka voi olla jopa 14-18 kertainen, on puolestaan olennainen myös terveillä, joka samalla stimuloi maksan glukoosin tuotantoa. (Coker & Kjaer 2005; Marliss & Vranic 2002; Lumb 2014). Korkea verensokeri terveillä korjaantuu, kun kuormituksen päätyttyä haima erittää insuliinia (Marliss & Vranic 2002).

### **3.2.1 Matala tai keskiraskas aerobinen kuormitus**

Tutkimukset, joissa on selvitetty aerobisen liikunnan vaikutuksia tyypin 1 diabeetikon verensokeriin, poikkeavat toisistaan kuormituksen keston, intensiteetin, koehenkilöjoukon sekä tehtyjen insuliini ja hiilihydraattimuutosten suhteen (liitteet 1 ja 2). Yhteisenä tuloksena on kuitenkin havaittu verensokerin lasku tasaisen yhtäjaksoisen matalan tai keskiraskaan kuormituksen aikana sekä aikuisilla että nuorilla (Yardley ym. 2013b; Iscoe & Riddell 2011; Ramalho ym. 2006; Guelfi ym. 2007; Davey ym. 2013b; Yardley ym. 2015; Davey ym. 2013a, Tansey ym. 2006). Keskiraskaan yhtäjaksoisen kuormituksen on todettu myös lisäävän hypoglykemian riskiä suorituksen jälkeen ja jopa useiden tuntien jälkeen kuormituksesta (Iscoe & Riddell 2011; Davey ym. 2013b; Kourtoglou 2011). Esimerkkinä kestävyysurheilijoiden kohdalla suorituksen kesto lisäsi matalan verensokerin ilmenemistä etenkin, kun suoritus oli kestoltaan yli 1,5 tuntia (Devadoss ym. 2011).

Guelfi ym. (2007) (30 min, 40 %  $VO_{2peak}$ ), Davey ym. (2013b) (45 min,  $63,6 \pm 10,6$  %  $VO_{2peak}$ ) ja Davey ym. (2013a) (30 min, 40 %  $VO_{2max}$ ) tutkivat yhtäjaksoisen matala- tai keskiraskaan kuormituksen aiheuttamaa muutosta endogeenisessä glukoosin tuotannossa ja glukoosin käytössä tyypin 1 diabeetikoilla. Verensokeri pidettiin koko ajan tasaisena 5-6 mmol/l infusoimalla glukoosia ja insuliinia. Glukoosin käytön havaittiin kasvavan progressiivisesti

kuormituksen edetessä ja se pysyi myös korkeammalla lepotasoon nähden palautumisen aikana. (Guelfi ym. 2007; Davey ym. 2013a; Davey ym. 2013b.) Guelfi ym. (2007) totesivat korkeamman glukoosin tarpeen vielä 2 tuntia, kun taas Davey ym. (2013b) jopa 11 tuntia kuormituksen päätyttyä. Samaan aikaan glukoosin käytön kasvaessa havaittiin myös endogeenisen glukoosin tuoton kasvu perustasosta, joka oli korkeammalla vielä usean tunnin ajan kuormituksesta. Sisäinen glukoosin tuotanto jäi kuitenkin selvästi alhaisemmaksi kuin glukoosin käyttö. (Guelfi ym. 2007.) Insuliinin vastavaikuttajahormonipitoisuuksien nousu oli nähtävissä, mutta maltillisempuna verrattuna korkeaintensiteettiseen kuormitukseen nähden (Davey ym. 2013a; Guelfi ym. 2007; Iscoe & Riddell 2011; Kourtoglou ym. 2011). Nämä muutokset glukoosipitoisuudessa säätelyssä voidaan havaita myös kuvasta 5. (Kourtoglou 2011; Colberg 2009; Camacho ym. 2005.)



KUVA 5. Glukoosin tuotto ja käyttö pitkäkestoisessa aerobisessa kestävyys harjoituksessa tyypin 1 diabeetikolla ruokailun jälkeen (Mukailtu Kourtoglou 2011). Esimerkkinä 60 minuutin juoksu.

Perry & Gallen (2009) puolestaan arvioivat, että pitkäkestoisessa suorituksessa hypoglykemian riski voisi laskea, koska tällöin rasvoja hapetetaan ensisijaisesti energiaksi ja insuliinin vaikutusaika voi olla jo ohi. Suorituksen aikainen hiilihydraattitankkaus voisi jopa aiheuttaa hyperglykemiaa. (Perry & Gallen 2009.) Lievä hyperglykemia haivattiinkin pitkän

pyöräilykilpailun jälkeen palautumisen aikana kuuden tunnin ajan, vaikka itse suorituksen aikana henkilöillä ilmeni hypoglykemiaa insuliiniannosten sopeuttamisesta ja hiilihydraattitankkauksesta huolimatta. Syyksi tähän arveltiin rasva-aineenvaihdunnan kasvua, mikä saattoi laskea glukoosin käyttöä energiaksi, kuten myös kilpailun aikaisen korkean intensiteetin aiheuttamaa hormonivastetta (etenkin adrenaliini). (Yardley ym. 2015.)

### 3.2.2 Korkeaintensiteettinen anaerobinen kuormitus

Kovatehosen lähes maksimaalisen kuormituksen vaikutusta verensokerin käyttäytymiseen tyyppin 1 diabeetikoilla on tutkittu tyypillisesti yhdistämällä keskiraskaaseen kuormitukseen yksi tai useampi kovatehoinen lyhyt spurtti (*engl. intermittent high intensity*) (Bussau ym. 2006; Bussau ym. 2007; Davey ym. 2013a; Guelfi ym. 2007; Iscoe & Riddell 2011), tekemällä yksi tai useampi kovatehoinen lyhyt spurtti (Fahey ym. 2012; Harmer ym. 2007) tai tekemällä yhtäjaksoinen kovatehoinen pidempi (12–14 min) suoritus (Purdon ym. 1993) (liite 1). Yleisesti korkeaintensiteettisen kuormituksen on havaittu nostavan selvästi verensokeria kuormituksen aikana ja erityisesti välittömästi sen jälkeen (Guelfi ym. 2007; Bussau ym. 2006; Bussau ym. 2007; Fahey ym. 2012; Iscoe & Riddell 2011; Harmer ym. 2007; Purdon ym. 1993). Verensokerin on myös todettu pysyvän hieman korkeammalla perustasoon nähden kuormituksen päätyttyä pitkäänkin jopa 2 tuntia (Bussau ym. 2006; Fahey ym. 2012) (kuva 6).

Guelfi ym. (2007), Purdon ym. (1993) ja Fahey ym. (2012) pyrkivät selvittämään korkeaintensiteettisen kuormituksen vaikutusta endogeeniseen glukoosin tuotantoon, glukoosin käyttöön sekä hormonaalisiin vasteisiin. Verensokeri pidettiin tutkimuksissa tasaisena 4,5-6 mmol/l välillä glukoosi-infusion avulla. Sekä intervallityyppisen 30 min, 40 %  $VO_{2max}$  sisältäen 4s spurteja 2 min välein (Guelfi ym. 2007) että yhtäjaksoisen korkeaintensiteettisen kuormituksen 12–14 min, 80 %  $VO_{2max}$  (Purdon ym.1993) kuormituksen aikana ja välittömästi sen jälkeen havaittiin nopea glukoosin tuotannon nousu. Sen sijaan yksittäisen 10 s maksimaalisen spurtin ei haivattu vaikuttavan endogeenisen glukoosin tuotannon kasvuun, vaikka verensokerin nousu oli merkittävä (Fahey ym. 2012). Yleisenä havaintona kuitenkin



tehtiin, että glukoosin tuotanto sekä kuormituksen että palautumisen alkuvaiheen aikana oli selvästi korkeampi kuin glukoosin käyttö, mikä aiheutti korkean veren glukoosipitoisuuden. (Guelfi ym. 2007; Purdon ym. 1993; Fahey ym. 2012). Tehdyt havainnot sekä edellä mainituista että Bussau ym. (2006) ja Bussau ym. (2007) tutkimuksista on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Yhteenveto tutkimuksien perusteella fysiologisista vasteista korkeaintensiivisen kuormituksen jälkeen (Mukaiilu Bussau ym. 2006; Bussau ym. 2007; Fahey ym. 2012; Guelfi ym. 2007; Purdon ym. 1993). Glukoosipitoisuus on tutkimuksessa pidetty kuormituksen ajan tasaisena (glukoosin ja insuliinin infuusio) noin 4,5-6mmol/l riippuen tutkimuksesta. ↑ kasvu, ↓ lasku, ↔ ei muutosta.

	<b>Kuormituksen aikana</b>	<b>Heti kuormituksen jälkeen</b>	<b>Myöhemmin kuormituksesta</b>
<b>Plasman glukoosipitoisuus</b>	Verensokeri ↑	Verensokeri ↑	Verensokeri korkealla tasaisena jopa 2 h tai ↓
<b>Glukoosin tuotto (Ra), glukoosin käyttö (Rd)</b>	Ra merkittävä ↑, Rd maltillisempi ↑	Ra ↓ pian kuormituksesta, Rd ↓(hieman hitaammin)	
<b>Katekoliamiinit</b>	Merkittävä ↑	Korkeimmillaan heti kuormituksen päättyessä, taso säilyi 5-10 min	Pitoisuuden ↓ suht. nopeasti
<b>Kasvuhormoni (GH), Kortisoli (C)</b>	GH ↑, C ↔ tai maltillinen ↑	GH ↑, C ↔ tai maltillinen ↑	Korkeimmillaan 15–30 min kuluttua kuormituksesta, ↓ pikku hiljaa
<b>Plasman insuliini, Glukagoni</b>	↔ tai maltillinen ↑	↔ tai maltillinen ↑	↔ tai ↓

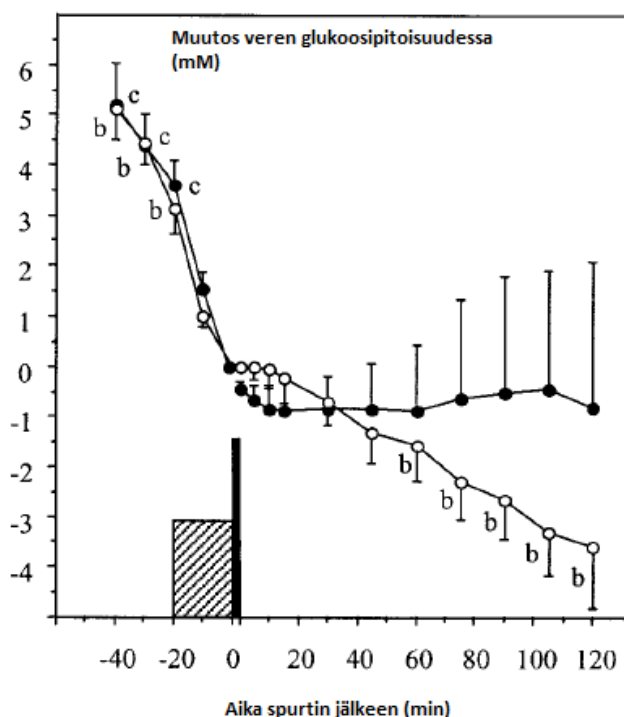
Samaan aikaan nopean glukoosin tuotannon kasvun kanssa havaittiin merkittävää laktaatin ja katekoliamiinipitoisuuksien, etenkin noradrenaliinin nousua. Katekoliamiinipitoisuus pysyvät korkeammalla tyypillisesti 5-10 minuutin ajan kuormituksen jälkeen hieman tutkimuksesta riippuen, kuitenkin niiden ollen korkeimmillaan heti kuormituksen päättyttyä (taulukko 2). Samaan aikaan, kun katekoliamiinipitoisuus laski, nähtiin myös glukoosin tuotannon sekä

verensokerin lasku. (Bussau ym. 2006; Bussau ym. 2007; Guelfi ym. 2007; Fahey ym. 2012; Purdon ym. 1993.) Lisäksi katekoliamiinipitoisuuden ollessa korkealla glukoosin käyttö väheni, missä syyksi arveltiin katekoliamiinien estävän glukoosin pääsyn lihaksiin, mutta mahdollisesti myös kasvuhormonin tai kortisolin vaikutus. (Guelfi ym. 2007; Fahey ym. 2012; Purdon ym. 1993.)

Sen sijaan glukagonilla ja insuliinilla arvioitiin olevan pienempi rooli kuin katekoliamineilla verensokerin vaihtelun säätelijänä lyhyessä korkeaintensiteetisessä kuormituksessa, sillä huolimatta verensokerin muutoksista, niiden pitoisuuksissa ei havaittu merkittävää muutosta. (Bussau ym. 2006; Bussau ym. 2007; Fahey ym. 2012; Purdon ym. 1993) (taulukko2). Insuliinin roolin arveltiin olevan tärkeämpi vasta myöhemmin palautumisen aikana glykogeenivarojen täyttämiseksi edesauttaen glukoosin pääsyä lihaksiin. Välittömästi korkeaintensiteetisen kuormituksen jälkeen insuliinia ei näyttäisi tarvittavan endogeenisen glukoosin tuotannon laskuun. (Purdon ym. 1993; Marliss & Vranic 2002.) Toisin kun katekoliamiinipitoisuuksien todettiin laskevan nopeasti kuormituksesta (Bussau ym. 2006; Fahey ym. 2012), kasvuhormonin ja kortisonin määrä oli korkeimmillaan vasta 15–30 minuutin kuluttua kuormituksen päättymisestä (taulukko 2) (Bussau ym. 2006; Fahey ym. 2012; Guelfi ym. 2007; Purdon ym. 1993). Kasvuhormonin ja kortisonin arveltiin lisäävän rasva-aineenvaihduntaa ja vähentävän glukoosin käyttöä sekä inhiboivan glukoosin ottoa. Tosin selkeää näyttöä näiden hormonien roolista tyypin 1 diabeetikoilla korkeaintensiteetisen kuormituksen yhteydessä ei pystytty tekemään. (Bussau ym. 2006; Bussau ym. 2007; Fahey ym. 2012.) Poikkeuksena tähän Coker & Kjaer (2005) mukaan huonossa hoitotasapainossa olevassa diabeteksessä on havaittu kuormituksen aikana glukagonin erityksen kasvua, mikä voisi olla syynä myös endogeenisen glukoosin tuotannon kasvuun huolimatta jo ilmenevästä hyperglykemiasta.

*Yhdistetty aerobinen ja anaerobinen kuormitus.* Kun yksittäinen 10 s maksimaalinen spurtti tehtiin ennen (Bussau ym. 2007) tai 20 minuutin (40 %  $VO_{2peak}$ ) matalatehoisen kuormituksen jälkeen (kuva 6) (Bussau ym. 2006), havaittiin molempien tapojen estävän verensokerin laskun kuormituksen jälkeen ja pitävän verensokerin tasaisena palautumisen ajan, kun ennen

kuormituksen aloitusta verensokeri oli 11 mmol/l tasolla. Itse kuormituksen aikana verensokeri laski samalla tavalla kuin pelkän aerobisen kuormituksen (ilman spurttia) aikana. Tämän perusteella todettiin, että kovatehoinen spurtti erityisesti matalatehoisen kuormituksen jälkeen oli parempi vaihtoehto kuin lepo estämään verensokerin laskun palautumisen aikana (kuva 6) ja täten myös estämään hypoglykemiaa heti palautumisen alkaessa (Bussau ym. 2006; Bussau ym. 2007). Iscoe & Riddell (2011) puolestaan totesivat, että erityisesti korkeaintensiteettisten (9 x 15 s) spurttien yhdistäminen keskiraskaaseen harjoitukseen (45 min, 50 %  $WR_{peak}$ ) olisi edullista etenkin yöllisen hypoglykemian estämisessä, kun harjoitus suoritettiin alkuillasta.



KUVA 6. Maksimaalisen spurtin (10s) vaikutus verensokeriin keskiraskaan kuormituksen jälkeen (Mukaiiltu Bussau ym. 2006). Keskiraskas kuormitus alkaa ajankohdassa -20 (viivoitettu palkki) ja 10 s spurtti on ajankohdassa 0 (musta palkki). Verensokeritaso on esitetty suhteessa verensokeriin heti keskiraskaan harjoituksen jälkeen (ajanhetki 0). Kaikki data on esitetty keskiarvona  $\pm$  SE. Keskiraskas kuormitus (valkeat pallot), yhdistetty keskiraskas ja 10s spurtti (mustat pallot).

### 3.2.3 Voimaharjoitus

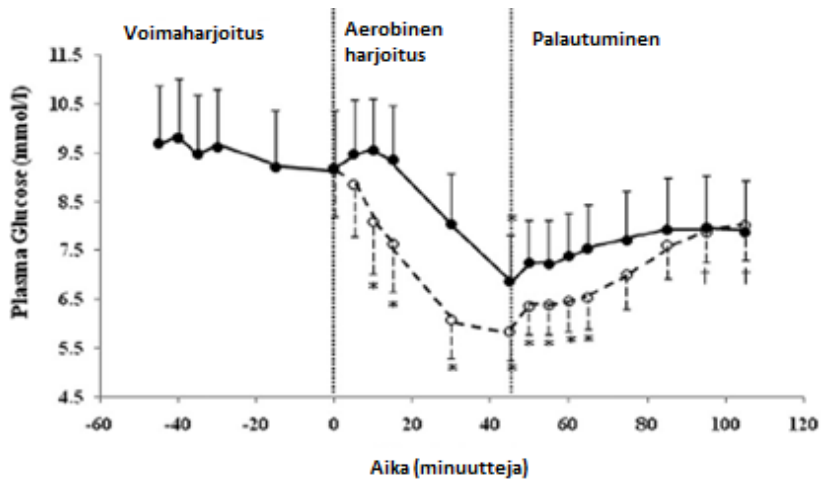
Voimaharjoittelu on tyypillisesti intensiteetiltään keskiraskasta tai raskasta ja muodostuu useista lyhyistä sarjoista kuitenkin siten, että kokonaisharjoitus voi olla pitkäkin. Voimaharjoittelu on usein anaerobista, ja aiheuttaa hyvin samanlaisia vasteita kuin korkeaintensiivinen anaerobinen kuormitus. Toki elimistön fysiologisiin vasteisiin ja energiantuottotapaan voimaharjoittelussa vaikuttavat harjoituksen henkilökohtaiset tavoitteet, millaisella kuormalla, toisto- ja sarjamäärillä sekä palautuksella suoritusta tehdään. (Yardley ym. 2013a; Yardley ym. 2013b.)

Voimaharjoituksen (45 minuuttia, 3x8 sarjat, kuorma 8 RM) aikana ja jälkeen Yardley ym. (2013b) havaitsivat verensokerin laskevan harjoitusta edeltävää perustasoa alhaisemmaksi, mutta rauhallisemmin ja vähemmän kuin aerobisen keskiraskaan kestävyysharjoituksen (45 minuuttia, 60 %  $VO_{2max}$ ) jälkeen tyypin 1 diabeetikoiden keskuudessa. Harjoituksen jälkeen verensokeri pysyi tasaisena noin tunnin ajan. Mahdolliseksi syiksi arvioitiin voimaharjoittelun aiheuttaman korkeamman laktaattipitoisuuden stimuloivan glukoosin tuotantoa glukoneogeneesin kautta sekä katekoliamiinipitoisuuksien ja kasvuhormonin nousua. Myös harjoituksen jälkeisen 12 tunnin seurannassa nähtiin, että glukoosipitoisuus pysyi paremmin normaaleissa rajoissa (5-7 mmol/l) voimaharjoituksen jälkeen kuin yhtäjaksoisen kestävyysharjoituksen jälkeen. Hiilihydraattilisää hypoglykemian välttämiseksi saman voimaharjoituksen aikana ei tarvinnut niin moni henkilö kuin aerobisen kestävyysharjoituksen yhteydessä. Tosin voimaharjoittelun jälkeen hypoglykemiaa ilmeni enemmän verrattuna aerobiseen harjoitukseen. (Yardley ym. 2013a; Yardley ym. 2013b.) Pidemmän harjoittelujakson (12 viikkoa) seurauksena Ramalho ym. (2006) totesivat 12 viikon harjoittelujakson aikana kerätyn verensokerin omaseurannan tuloksena, että verensokerin lasku oli vähäisempää voimaharjoituksen jälkeen verrattuna aerobiseen kestävyysharjoitukseen. Puolestaan Ramalho ym. (2006) eivät 12 viikon seurannan aikana havainneet merkittävää eroa hypoglykemian ilmenemisessä aerobisen ja voimaharjoittelun välillä.

Pelkästään voimaharjoituksen intensiteetin vaikutusta verensokerin käyttäytymiseen tutkittaessa havaittiin, että kaikki kolme eri intensiteettistä 40 %, 60 % ja 80 % 1RM harjoitusta aiheuttivat palautumisen aikana verensokeripitoisuuden laskun vielä 30 minuuttia harjoituksen jälkeen. Harjoituksessa tehtiin 3 x 5 liikkeen sarjoja lihasväsymykseen asti. Intensiteetiltään 60 % ja 80 % 1 RM tehdyt voimaharjoitukset laskivat eniten verensokeria 30 minuutin kuluttua suorituksesta. Syyksi verensokerin laskuun arveltiin suurentunut glykogeenivarastojen täyttötarve, johtuen glukoosin tarpeen kasvusta. Myös muiden tekijöiden kuten, insuliiniherkkyyden kasvu ja hormonaalisten muutoksien vaikutusta arvioitiin. (Silveira ym. 2014.)

*Yhdistetty voima- ja kestävyys harjoitus.* Kun aerobisen kestävyys harjoituksen (45 minuuttia, 60 %  $VO_{2max}$ ) sekä yhdistetyn aerobisen kestävyys- (45 minuuttia, 60 %  $VO_{2max}$ ) ja voimaharjoituksen (45 minuuttia, 3x8 toiston sarjat, 8 RM tasolla) aikaista ja jälkeistä verensokerin käyttäytymistä tutkittiin (kuva 7), havaittiin, että yhdistetyssä harjoituksessa verensokeri laski vähemmän ja oli palautumisen aikana myös korkeammalla verrattuna aerobiseen harjoitukseen. Yhdistetyssä harjoituksessa voimaharjoitus suoritettiin ennen aerobista kuormitusta. Toisena havaintona tehtiin, ettei edellä mainittu yhdistetty harjoitus lisännyt yöllisen hypoglykemian riskin kasvua (kuva 7) (Yardley ym. 2013b.)

Sen sijaan yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoituksen suoritusjärjestyksellä havaittiin olevan vaikutusta verensokerin käyttäytymiseen. Kun aerobinen kestävyys harjoitus tehtiin ennen voimaharjoitusta, verensokeri laski alle perustason jo 10 minuutin kuluttua harjoituksen aloittamisesta ja säilyi koko aerobisen harjoituksen ajan matalalla. Voimaharjoitus kestävyys harjoituksen jälkeen puolestaan sai aikaan pienen verensokerin nousun. Kun järjestys oli toinen, ensiksi tehdyn voimaharjoituksen aikana verensokeri pysyi tasaisena koko harjoituksen ajan ja vielä pitkään aerobisen harjoituksen aikana. Hiilihydraattitankausta ei myöskään tarvittu niin paljoa, kun voimaharjoitus suoritettiin ensin. Hypoglykemioiden todettiin olevan myös kestoltaan pidempiä ja vakavampia, kun aerobinen harjoitus suoritettiin ennen voimaharjoittelua, verrattuna toisinpäin. Hypoglykemian ilmentymisen määrässä ei sen sijaan havaittu eroa järjestyksien välissä. (Yardley ym. 2012.)



KUVA 7. Yhdistetyn voima- ja aerobisen kestävyys harjoituksen vaikutus plasman glukosipitoisuuteen (mmol/l) tyypin 1 diabeetikoilla (Yardley ym. 2013b). Katkoviiva (pelkästään aerobinen harjoitus), yhtenäinen viiva (yhdistetty voima- ja aerobinen harjoitus). Plasman glukoosi (mmol/l) on esitetty keskiarvona ja virhepylväät standardivirheenä. \*Tilastollinen merkitsevyys muutoksille perusarvosta. † Tilastollinen merkitsevyys muutoksille harjoitusten lopusta.

## 4 VERENSOKERI JA SEN HALLINTA

Fyysisessä kuormituksessa tyyppin 1 diabeetikoilla verensokerin käyttäytyminen voi vaihdella sekä eri henkilöiden että saman henkilön välillä tilanteesta riippuen. Verensokeri voi joko nousta, pysyä samana tai laskea riippuen kuormituksen intensiteetistä ja kestosta, mutta myös muista taustatekijöistä johtuen. (Colberg 2009, s. 22; Toni ym. 2006.) Kuormituksen lisäksi ravitsemustila, verensokeri ennen kuormitusta, ennen liikuntaa tehty muu fyysinen aktiivisuus, vuorokauden aika, henkilön kuntotaso ja hoitotasapaino voivat vaikuttaa kuormituksen aiheuttamaan verensokerin vasteeseen. Erityisen tärkeitä tekijöitä ovat pistetyn insuliinin määrä, ajoitus, pistospaikka sekä itse insuliinivalmiste. (Campbell ym. 2013; Colberg 2009, s. 22; Toni ym. 2006; Tonoli ym. 2012.) Myös ympäristöolosuhteilla on vaikutusta insuliinin imeytyvyyteen pistoskohdassa siten, että lämpimissä olosuhteissa imeytyminen voi kiihtyä, kun taas kylmässä vähentyä (Colberg 2009, s. 22; Toni ym. 2006).

TAULUKKO 3. Yhteenvedo yleisistä ohjeista verensokerin hallinnalle liikunnan ympärillä. (Mukaiilu Mustajoki 2014; Duodecim 2009; Gallen ym.2011; Riddell & Perkins 2006)

Toimintatapa	Ennen liikuntaa	Liikunnan aikana	Liikunnan jälkeen
<b>Ateriainsuliini:</b>	↓ 30–50 %, tai kokonaan pois	—	Seuraavan ateria- tai perus-insuliinin vähennys tarvittaessa
<b>Pitkävaikutteinen insuliini:</b>	↓ 10–20 %, jopa ↓ 30–50 %, jos harjoitus aamulla vähennys jo illalla	—	
<b>Hiilihydraatit:</b>	20 g (15–30 g) tai riippuen verensokerista ↓tai↑	liikunnan keston ja rasittavuuden mukaan: 20–40 g/h tai 10-20g /0,5h	Riippuen kuormituksesta: esim. 1g/hlö paino/ 30 min sisällä suorituksesta, 30–40 g joka 30 min
<b>Verensokerin mitaus:</b>	Useampi mittaus ennen liikuntaa. Jos < 6mmol/l hiilihydraatteja ↑, jos > 10 mmol/l ei välttämättä hiilihydraatteja, jos > 15 mmol/l liikunnan siirto + korjaava insuliini	Suosittelavaa, etenkin pitkäkestoisessa liikunnan 30 min välein	Suosittelavaa heti liikunnan jälkeen ja myöhemmin seuranta esim. 2 tunnin välein

Verensokerin hallinnassa parhaiden tapojen löytäminen vaatii usein opettelua virheiden ja onnistumisien kautta (Colberg 2000) sekä yleisten ohjeiden muokkaamista itselle sopivaksi (Francescato ym. 2011; Tenzer-Iglesias ym. 2012; Kourtoglou 2011). Taulukossa 3 on esitelty yhteenveto yleisistä ohjeistuksista koskien insuliinin ja hiilihydraattien annostukseen (Gallen ym. 2011; Mustajoki 2014; Duodecim 2009; Riddell & Perkins 2006). Yksistään eri toimintatavoilla on omia etuja, mutta myös haasteita. Yleensä paras verensokerin hallinta löytyykin yhdistämällä muutokset insuliiniannostuksessa ja lisäämällä hiilihydraatteja. Ensisijaisesti normaalin insuliiniannostuksen vähentämisen etuna on harjoituksen aikainen ja heti suorituksen päättymisen jälkeinen hypoglykemian riskin pieneneminen. Tosin liiallinen vähentäminen voi puolestaan aiheuttaa verensokerin nousua, hyperglykemiaa joko ennen liikuntaa tai myöhemmin liikunnan jälkeen (Franc ym. 2012; Perry & Gallen 2009; Gallen ym. 2011; West ym. 2011). Painonhallinnan kannalta insuliinin vähentäminen voi olla edullisempää kuin lisähiilihydraattien nauttiminen. Liikunnan jälkeen insuliiniannostuksen vähentäminen voi myös vähentää hypoglykemian riskiä yöllä. Ylimääräinen hiilihydraattien tankkaaminen ennen ja suorituksen aikana puolestaan on hyvä keino etenkin suunnittelemattomissa liikuntasuorituksissa, toisin kuin insuliiniannostuksien vähentäminen vaatii aina etukäteen suunnittelua. (Perry & Gallen 2009; Gallen ym. 2011.)

#### **4.1 Insuliinin määrä**

Insuliiniannoksen muuttaminen liikunnan ympärillä näyttäisi vaihtelevan henkilöittäin (Colberg 2000; Devadoss ym. 2011; Ozcan ym. 2014). Kyselyyn vastanneista (n=94) yli 18-vuotiaista kestävyysurheilijoista 35 % (Devadoss ym. 2011) ilmoittivat, etteivät tavallisesti muuta insuliinin määrää harjoittelupäivinä tai liikunnan ympärillä. Vastaava luku toisesta tutkimuksesta oli 36 % (n=380) (Ozcan ym. 2014). Colberg ym. (2000) ja Franc ym. (2012) mukaan insuliinin määrän muutokset näyttäisivät kuitenkin olevan mieluisampi tapa hallita verensokeria liikunnan yhteydessä kuin nauttia lisähiilihydraattia. Colberg ym. (2000) kyselytutkimuksen (n=238) mukaan annosinsuliinin jättäminen kuitenkin kokonaan pois ennen liikuntasuoritusta ei näyttänyt olevan tavallinen tapa, kuin ainoastaan ennen hyvin pitkien vaellustyyppisten suorituksien kohdalla. Yleinen huomio kyselyyn vastanneiden keskuudessa



oli, että ennen anaerobista liikuntasuoritusta tarvittiin vähemmän muutosta insuliiniannostuksiin, verrattuna pitkäkestoiisiin aerobisiin suorituksiin. Esimerkiksi hypoglykemian pelkoa ei nähty niin suurena voimaharjoittelun yhteydessä. (Colberg 2000.)

Tapaustutkimus kestävyysurheilijoiden (n=6) valmistautumisesta 70 km ja 40 km pyöräilykilpailuun vahvisti edelleen erilaisten verensokerin hallintastrategioiden käytön. Henkilöstä riippuen pitkävaikutteista insuliinia tai insuliinin infuusiotasoa vähennettiin ennen kilpailua. Kilpailua edeltävänä iltana pitkävaikutteista insuliinia vähensi kaksi (-20 % ja -33 %) ja samoin insuliinipumpun perusinfuusiotasoa vähensi kaksi pyöräilijää tunti ennen kilpailua (-25 % ja -40 %), kun taas yksi sulki insuliinipumpun kokonaan kilpailun ajaksi. Kaikki tankkasivat hiilihydraatteja ennen kilpailua ja edellisenä iltana. Kaksi pyöräilijää ei tehnyt lainkaan muutoksia insuliinihoitoon, vaan päätyivät nojautumaan pelkästään hiilihydraattien nauttimiseen. Seurauksena näistä toimista kilpailun aikana kolmella havaittiin hypoglykemiaa, mutta seuraavana yönä ei kenelläkään. Kaksi henkilöä, joista toinen vähensi edellisenä iltana pitkävaikutteista insuliinia ja toinen insuliinipumpun perussyöttötasoa tunti ennen kilpailua, selvisivät kilpailusta siten, että verensokeri pysyi koko ajan lähes normaaleissa rajoissa (6-10 mmol/l). Sen sijaan kilpailun jälkeen hyperglykemiaa ilmeni kaikilla kuuden tunnin ajan. Itse kilpailun aikana kuitenkin verensokerin laskusta ei välttytty insuliinin vähentämisestä ja hiilihydraattien nauttimisesta huolimatta. Tästä todettiin, että henkilökohtaiset toimintatavat ja miten ne vaikuttavat verensokeriin, voivat erota merkittävästi. (Yardley ym. 2015.)

Hiilihydraattien nauttimisen ja insuliiniannostuksen ajoituksen vaikutusta tutkittaessa havaittiin, että 75 % vähennys nopeavaikutteiseen insuliiniin ja matalan glykeemisen indeksin omaavan hiilihydraattivälipalan nauttiminen 30 minuuttia ennen 45 minuuttista juoksusuoritusta (71 %  $VO_{2peak}$ ) oli paras tapa välttää hypoglykemiaa. Vertailukohtana olivat vastaavan liikuntasuorituksen aloittaminen 60, 90 ja 120 minuuttia hiilihydraattien nauttimisesta ja insuliinin vähentämisestä. Verensokeri laski eniten, kun insuliiniannostuksesta oli kulunut 120 minuuttia. (West ym. 2011.) Puolestaan toisessa tutkimuksessa pikainsuliinin määrää vähennettiin 75 % yhdessä aamupalan kanssa 60 minuuttia ennen liikuntasuoritusta (45 minuuttia

juoksua noin 73 %  $VO_{2peak}$ ). Lisäksi suorituksen jälkeen riippuen ryhmästä pikainsuliinia vähennettiin, joko ei lainkaan, 75 % tai 50 % yhdessä nautitun pasta-aterian kanssa. Kun tämän jälkeen seurattiin verensokerin akuutteja sekä 24-tunnin aikaisia vasteita havaittiin, että merkityksellistä ei ole pelkästään insuliiniannoksen vähentäminen ennen liikuntaa vaan myös liikuntasuorituksen jälkeen. Insuliiniannoksen vähentäminen 50 % liikunnan jälkeen takasi parhaimman verensokerin tasapainon ja esti hypoglykemian ilmenemisen noin kahdeksan tunnin ajaksi. Kuitenkaan tämäkään tapa ei estänyt yöllisen hypoglykemian ilmenemistä täysin (18 % henkilöistä). (Campbell ym. 2013.) Nuorilla insuliinipumpun sulkemisen ennen harjoitusta todettiin estävän hyvin harjoituksen aikaisen hypoglykemian ja aiheuttavan keskinkertaisen hypoglykemian riskin, kun insuliinipumppu oli poissa päältä vielä 45 minuuttia harjoituksen (75 min,  $\sim 55\%$   $VO_{2max}$ ) jälkeen (Diabetes Research in Children Network (DirecNet) Study Group ym. 2006). Yleisesti kuitenkin todettiin kyselytutkimuksen perusteella, että urheilijat, jotka vähensivät tavallisesti pitkävaikutteisen insuliinin määrää 50 % (noin 36 % vastanneista), kokivat vähemmän matalaa verensokeria, kuin urheilijat, jotka eivät muuttaneet annostusta (Devadoss ym. 2011).

## 4.2 Hiilihydraattien tarve

Francescato ym. (2011) määrittivät hiilihydraatin tarpeeseen vaikuttavia tekijöitä arvioidakseen, kuinka paljon hiilihydraatteja olisi hyvä syödä ennen, jälkeen tai liikuntasuorituksen aikana, kun liikuntasuoritus oli kevyt tai keskiraskas (55–70 %  $HR_{max}$ ). Taustatekijöinä käytettiin muun muassa henkilön normaalia insuliinihoitotarvetta, insuliinivalmisteiden ominaisuuksia, henkilön liikuntatottumuksia ja hiilihydraatti-insuliini suhdetta. Tämän jälkeen liikuntasuorituksen intensiteetin, keston, ajankohdan sekä ennen liikuntaa mitatun verensokerin perusteella arvioitiin hiilihydraatin määrää, joka tarvittiin energiaksi suorituksessa sekä hypoglykemian välttämiseksi. Näin kehitetyn algoritmin perusteella 70 % liikunnan aiheuttamasta epätasapainosta verensokerissa saatiin hallittua tutkimuksen aikana. (Francescato ym. 2011). Glukoosin määrä, jota muutetaan hapen avulla energiaksi, arvioitiin sykkeen avulla. Sykkeen ja glukoosin hapetetun määrän välillä havaittiin lineaarinen yhteys, kun syke oli alle 70 % maksimisykkeestä. (Francescato ym. 2011; Francescato ym. 2005.)

Colberg (2009, s. 29) esittää yleisiä ohjeita hiilihydraatin tarpeelle liikunnan intensiteetin ja keston sekä ennen kuormitusta mitatun verensokerin mukaan. Esimerkiksi lyhytkestoisessa alle 30 minuutin suorituksessa ei hiilihydraattitankkausta tarvita lainkaan tai vain hyvin vähän (0-20g) verensokerin ja etenkin intensiteetin ollessa matala. Kun verensokeri on normaaleissa rajoissa (5,6–8,3 mmol/l) ennen liikuntasuoritusta, hiilihydraattien tarve noin 60 minuutin mittaisessa kevyessä kuormituksessa on arviolta 10–15 g. Puolestaan korkeatehoisessa kuormituksessa tarve voi nousta jopa 25–40 grammaan. Keskiraskaassa 90 minuutin kuormituksessa tarve hänen mukaansa vaihtelee 25–60 gramman välillä, kun verensokeri on normaali ennen suoritusta. Sitä enemmän hiilihydraattitankkausta tarvitaan, mitä matalampi verensokeri on ennen liikuntasuoritusta. (Colberg 2009, s. 29.)

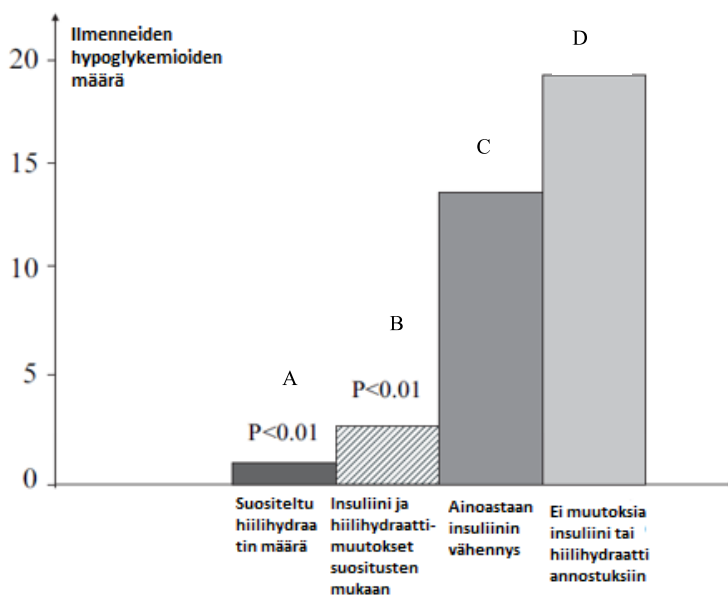
Iscoe & Riddell (2011) tarkastelivat energia-aineenvaihdunnan kannalta selkeästi toisistaan eroavaa kuormitusta eli korkeaintensiteettistä anaerobista ja matala- tai keskiraskaasta aerobista kuormitusta. Tutkimuksessa havaittiin, että tarvittava hiilihydraatin määrä oli suurempi tasaisen keskiraskaan intensiteetin kuormituksen kuin yhdistetyn tasaisen keskiraskaan ja korkeaintensiteettisen harjoituksen tai lepopäivän kohdalla, kun koehenkilöt saivat nauttia vapaasti hiilihydraatteja estäen hypoglykemiaa. Kuitenkaan merkittävää eroa ei havaittu perus- tai annosinsuliinin määrässä. (Iscoe & Riddell 2011.) Vastaavasti, kun voima- ja aerobisen harjoituksen kohdalla arvioitiin hiilihydraattien tarvetta, havaittiin, että päivinä, jolloin tehtiin aerobinen harjoitus, oli hiilihydraattien tarve suurempi (Yardley ym. 2013b).

Hiilihydraattien nauttiminen voidaan ajoittaa ennen, jälkeen ja/tai liikuntasuorituksen ajalle. Kyselyyn osallistuneista kestävyysurheilijoista (n=94) vain 35 % ilmoitti lähes aina syövänsä lisähiilihydraatteja harjoittelupäivinä (Devadoss ym. 2011), kun taas toisen kyselytutkimuksen vastanneista (n=238) enemmistö suosi tavallisesti hiilihydraattien nauttimista liikuntasuorituksen jälkeen liikuntasuorituksen aikaisen hiilihydraattitankkauksen sijaan (Colberg ym. 2000). Verensokerin mittaus oli tavallisin tapa urheilijoiden keskuudessa määrittää hiilihydraattien tarve liikunnan aikana, kun taas muille ensisijaisesti päivän ajankohta sekä tehdyn liikunnan kesto ja intensiteetti olivat ratkaisevia (Colberg ym. 2000). Pitkäkestoista (yli 2 h)

pyöräkilpailua ennen ja aikana kaikki seurannassa olleet henkilöt ( $n=6$ ) tekivät hiilihydraattitankkausta. Ennen kilpailua hiilihydraatteja syötiin 33–120 g, kun taas kilpailun aikana vaihtelu oli 7–165 g henkilöstä riippuen, määrän ollen suurin henkilön kohdalla, joka kärsi hypoglykemiasta. (Yardley ym. 2015.)

Eriolaisten toimintatapojen vaikutusta hypoglykemiaan tutkittiin pitkän ( $> 4$  tuntia) keskiras-kaan ( $< 60 \% HR_{max}$ ) kuormituksen yhteydessä, joka suoritettiin tunti aamupalan jälkeen. Tutkimuksessa todettiin, että riittäväällä hiilihydraattimäärällä liikuntasuorituksen aikana voi olla mahdollista estää liikunnan aikaiset hypoglykemia- ja lähes kokonaan ja lähes riippumatta insuliiniannoksesta. Eri toimintatavat jaettiin neljään ryhmään, jotka erosivat toisistaan liikunnan aikaisen ja jälkeisen hiilihydraattitankkauksen sekä insuliinin vähentämisen suhteen. Hiilihydraattitankkauksen osalta (ryhmät A ja B) nauttivat 10–20 g hiilihydraatteja per tunti. Päivän insuliiniannosta vähensi yli 10 % ryhmät B ja C. Ryhmä D ei puolestaan tehnyt lainkaan muutoksia insuliinihoitoon eikä nauttinut liikunnan aikana lisähiilihydraatteja (kuva 8). (Grimm ym. 2004.)

Ryhmän A ja B kohdalla hypoglykemiaa ilmeni huomattavasti vähemmän kuin ryhmän C ja D osalla, kuten kuvasta 8 nähdään. Kuormituksen aikana nautitun hiilihydraattimäärän ja 2 tuntia suorituksesta mitatun verensokerin välillä havaittiin korrelaatiota, kun taas tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota ei nähty insuliinin vähentämisen ja hypoglykemian vakavuuden tai ilmenemisen määrän kanssa. Kuitenkin kun tarkasteltiin liikunnan keston yhteyttä, todettiin, että pitkäkestoisissa suorituksissa insuliinivähennys olisi järkevää, koska muuten joudutaan turvautumaan merkittävään hiilihydraattitankkaukseen kuormituksen aikana. Samalla todettiin myös, ettei korkea verensokeri (ilman ketoaineita) välttämättä poista hiilihydraattitankkauksen tarvetta, vaan siirtää todennäköisesti sen aloittamista suorituksen aikana. (Grimm ym. 2004.) Hiilihydraattitankkauksen merkitys hypoglykemian ilmenemiseen todettiin myös kyselytutkimuksen perusteella. Kestävyysurheilijat, jotka ilmoittivat nauttivansa hiilihydraatteja yleisten ohjeiden mukaisesti aina tai lähes aina, heillä ilmeni vähemmän matalaa verensokeria. Pikainsuliiniannosta kohti 15 g hiilihydraattia tavallisesti liikunnan aikana nauttivat urheilijat, kokivat vähemmän hypoglykemiaa. (Devadoss ym. 2011.)



KUVA 8. Hypoglykemian ilmeneminen neljän erilaisen hiilihydraatti- ja insuliiniyhdistelmän vaikutuksesta. (Mukaiilu Grimm ym. 2004) Liikuntasuoritus yli 4 tuntia ja kuormitus alle 60 % HR<sub>max</sub>. Data on esitetty keskiarvoina ± keskivirhe (*means* ± *SEM*) 95 % luottamusvälillä.

### 4.3 Liikunnan ajoitus

Liikuntasuorituksen ajankohdan merkitystä tarvittavaan hiilihydraattien määrään ja insuliiniannostukseen tutkittiin neljänä eri ajankohtana yhden päivän aikana. Liikuntasuoritus oli kestoltaan tunnin (~ 50 % VO<sub>2max</sub>), joka suoritettiin 1, 2,5, 4 ja 5,5 tuntia aamun perusinsuliiniannostuksen jälkeen. Muuten henkilöt noudattivat normaalia ruokailu-, insuliini- ja liikuntarutiineja. Hypoglykemian estämiseksi tarvittavan hiilihydraattien määrän havaittiin kulkevan lineaarisesti keskimääräisen insuliinipitoisuuden kanssa eli ensimmäisen suorituksen aikana tarvittava hiilihydraattien määrä oli suurempi kuin viimeisessä suorituksessa 5,5 tuntia insuliinipistoksestä. (Francescato ym. 2004.)

Liikunnan harrastaminen myöhään illalla ei ole yöllisen hypoglykemian riskin vuoksi erityisen suositeltavaa (Colberg 2000; Devadoss ym. 2011). Kuitenkin moni ilmoitti harrastavansa liikuntaa myöhään illalla joko pakon edestä (pääosin aikataululliset syyt) tai omasta halusta. Kaikista vastaajista (n=238) 35 % ilmoitti, ettei koskaan välttä liikunnan harrastamista iltaisin. Tosin verensokerin mittausta oli tyypillisesti säännöllisempää illalla harrastetun liikunnan ympärillä. (Colberg 2000.) Urheilijoiden kohdalla 47 % vastaajista (n=94) ilmoitti puolestaan useimmiten tai aina välttävänsä urheilua myöhään illalla. Heidän kohdallaan havaittiin myös, että vain pieni osa (noin 33 %) harjoitteli aamulla ennen insuliinin pistämistä aina tai useimmiten. (Devadoss ym. 2011.)

Tutkittaessa eroa aamulla (klo 7.00) ja iltapäivällä (klo 16.00) tehdyn aerobisen harjoituksen (4x15 min, 5 min palautus) välillä, todettiin, että aamulla tehty harjoitus voisi vähentää harjoituksen jälkeistä hypoglykemian riskiä, kun harjoitus aloitettiin verensokerin ollessa 6,7–11,1 mmol/l ja insuliinipumppu oli sammutettu harjoituksen ajaksi. Lisäksi aamun harjoitus oli yhteydessä tasaisempaan verensokeriin päivän aikana. Kuitenkaan harjoittelun aikana tai välittömästi jälkeen ei hypoglykemioita havaittu, vaan niiden ilmeneminen oli yleisempää aikaisintaan 15 tuntia harjoituksen päättymisestä. Hyperglykemian ilmenemisessä ei ollut ero harjoituksen ajankohdan kanssa. (Gomez ym. 2015.)

Myös kevyen 30 minuutin kävelyn (~ 50 %  $VO_{2max}$ ) ajoittaminen ennen tai jälkeen aamupalan havaittiin vaikuttavan verensokerin käyttäytymiseen. Kun kävely suoritettiin aamupalan jälkeen, havaittiin sen laskevan verensokeria selvästi enemmän kuin, jos kävely suoritettiin ennen aamupalaa aiheuttamatta kuitenkaan hypoglykemiaa. Kun kävely suoritettiin ennen aamupalaa, verensokeri nousi ruokailun jälkeen ja pysyi seurantajakson ajan (4 tuntia) korkeammalla. Todettiin, että kevyt liikunta aamupalan jälkeen voisi olla oiva keino verensokeritasapainon hallinnassa korkeasta verensokerista kärsiville. (Yamanouchi ym. 2002.) Puolestaan kyselytutkimuksen mukaan todettiin, että kestävyysurheilijoilla harjoitus aamulla ennen insuliinipistosta oli yhteydessä matalaan verensokeriin heti harjoituksen jälkeen (0–4 h ajan), muttei vaikuttanut harjoituksen aikaisen matalan verensokerin ilmenemiseen. Tämä tulos on ristiriidassa oletuksen kanssa, että matalan verensokerin ilmeneminen ennen aamun insuliinia

olisi vähäisempää, koska tyypillisesti paastoverensokeri on hieman korkeammalla eikä insuliinia ole niin paljoa verenkierrossa. Mahdollista on siis, että eroavaan tulokseen vaikutti edellisen illan toimintatavat insuliinin ja ruokailun suhteen sekä itse harjoituksen intensiteetti ja kesto. (Devadoss ym. 2011.) Yleisesti Colberg (2009, s. 31) ehdottaakin, että, jos hypoglykemian ilmeneminen on tavallista liikuntasuorituksen jälkeen, tällöin parempi vaihtoehto olisi liikkua ennen aamupalaa ja ateriainsuliinia tai sitten vasta myöhemmin iltapäivällä kuin pian aamupalan jälkeen.

## 5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tutkimuksen tarkoituksena oli saada lisätietoa siitä, miten tyyppin 1 diabeetikot kokevat liikunnan ja fyysisen aktiivisuuden vaikuttavan verensokerin käyttäytymiseen ja sen hallintaan. Tavoitteena oli perehtyä siihen, miten verensokerin hallinta koetaan liikunnan yhteydessä ja millaisia haasteita henkilöt kokevat päivittäin. Tutkimuksessa kerättiin taustatietoa liittyen liikunnan vaikutuksesta verensokerin hallinnassa, minkä lisäksi kuvattiin henkilöiden päivittäin kokemia haasteita ja toimintatapoja hallita verensokerin vaihtelua. Taustatietojen ja tutkimuksen tuloksia on tarkoitus hyödyntää uusien ideoiden ja jatkotutkimusaiheiden kehittämässä tuotekehityksessä tuotteen ja työkalujen kehittämiseksi. Tutkimus tehtiin yhteistyössä Mendor Oy:n (Helsinki, Suomi) kanssa ja tutkimus suunnattiin Mendor Balance palvelun käyttäjille. Mendor-balance on verkkosovelluspalvelu (<http://mendor.com/for-individuals/>), jonka avulla voidaan seurata verensokeriarvojen vaihtelua. Palvelu toimii verensokeriarvojen päiväkirjana, mutta sitä voidaan käyttää myös apuvälineenä verensokerin analysoinnissa parantamaan käsitystä verensokerin käyttäytymisestä päivittäin.

Liikunnan ja liikuntamuotojen vaikutuksia verensokerin käyttäytymiseen kuormituksen aikana ja välittömästi sen jälkeen käsitellään erityisesti kirjallisuuskatsauksessa. Empiirisen tutkimusaineiston perusteella keskityttiin ensisijaisesti kuvailemaan sitä, miten verensokerin hallinta koetaan liikunnan yhteydessä, mitkä ovat merkittävimmät haasteet sekä mitkä ovat toimintastrategiat, joilla verensokeria pyritään hallitsemaan.

### 5.1 Tutkimusongelma

Tutkimusongelmana olivat tyyppin 1 diabeetikon haasteet verensokerin hallinnassa etenkin liikunnan yhteydessä. Liikunta voi lisätä hypoglykemian riskiä, mutta toisaalta aiheuttaa myös verensokerin nousua etenkin korkeaintensiteettisten suoritusten jälkeen. Useat eri tekijät, kuten insuliinivalmiste, hormonivasteet, stressi ja ruokailu, vaikuttavat verensokerin käyttäytymiseen liikunnan ohella. Saman henkilön kohdalla verensokerin vaste voi erota päivästä ja



päivän ajankohdasta riippuen, vaikka muuten ruokailu ja insuliiniannostus olisivat samantlaisia. Tämä tekee hallinnasta haasteellisen. Oman verensokerin käyttäytymisen ymmärtäminen erilaisen liikunnan ympärillä on olennaista, jotta insuliiniannostus ja tarvittava hiilihydraattien määrä osataan arvioida. Tällä tavoin voidaan hallita verensokerin vaihtelua päivittäin. Päivittäisen vaihtelun hallitseminen on myös olennaista pidempiaikaisessa verensokerin tasapainon hallinnassa ja hoitotasapainon löytämisessä. Yleisistä ohjeistuksista huolimatta henkilöt usein joutuvat kokeilemalla määrittämään itselle sopivimmat toimintatavat. Alla on esitetty tutkimuksen pääongelmat kysymysmuodossa, joihin tutkimuksessa haluttiin saada vastauksia.

1. Miten liikunta ja fyysinen aktiivisuus vaikuttavat verensokeritasapainon koettuun hallintaan tyypin 1 diabeetikoilla?
2. Mitkä ovat merkittävimmät koetut haasteet verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä?
3. Miten verensokerin vaihtelua hallitaan liikunnan yhteydessä?

## 5.2 Tutkimuksen rajaus

Tutkimus rajattiin käsittelemään liikunnan vaikutusta verensokerin koettuun hallintaan ja nimenomaan henkilöiden omiin kokemuksiin, havaintoihin ja näkemyksiin siitä, kuinka he omasta mielestään toimivat. Tutkimuksessa ei ollut tarkoitus analysoida ja pohtia syvällisesti eri taustamuuttujien vaikutusta esimerkiksi fyysiseen aktiivisuuteen. Pääpaino oli nimenomaan liikunnan ja verensokerin hallinnan yhteydessä. Tutkimus rajattiin käsittelemään tyypin 1 diabeetikoita, joilla on säännöllinen insuliinihoito ja, jotka ovat yli 18-vuotiaita. Lisäksi tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden oletettiin omaavan kokemusta liikunnan harrastamisesta, harrastavan säännöllisesti liikuntaa tai olevan muuten fyysisesti aktiivinen, esimerkiksi hyötyliikkuja.

## 6 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

### 6.1 Tutkimusmenetelmä

Koska tutkimuksen ensisijainen tavoite oli saada taustietoa ja lisätä ymmärrystä siitä, miten tyypin 1 diabeetikot kokevat liikunnan vaikuttavan verensokerin hallintaan, haluttiin tavoittaa mahdollisimman suuri joukko henkilöitä. Täten aineistonkeruumenetelmäksi valittiin kyselytutkimus, joka toteutettiin verkkokyselynä. Verkkokysely valittiin, koska siten kysely pystyttiin lähettämään vaivattomasti usealle henkilölle yhtä aikaa. Hirsijärvi ym. (2009, s.195–197) mukaan kyselyn etuna on juurikin se, että sillä voidaan saavuttaa laaja tutkimusaineisto. Myös aineiston analysointiin on olemassa valmiita menetelmiä. Heikkoutena tosin voi olla tulosten tulkinnan vaikeus. Lisäksi heikkoutena on, että vastaajat vastaavat kysymyksiin subjektiivisesti, jolloin kysely pitäisi laatia siten, että kaikki ymmärtävät kysytyn asian samalla tavalla. Myöskään ei voida tietää, kuinka motivoituneesti henkilöt vastaavat kyselyyn ja kuinka perehtyneitä he ovat ennestään kysytyyn aiheeseen. (Hirsijärvi ym. 2009, s. 195–197.)

Tutkimuksessa yhdistettiin sekä määrällistä että laadullista menetelmää. Kysely rakennettiin pääosin strukturoiduista (asteikollisista) kysymyksistä, joiden lisäksi tehtiin muutama avoin kysymys (liite 4). Avoimia kysymyksiä käytettiin lomakkeessa, koska ne antavat henkilöille vapauden kertoa ajatuksistaan omin sanoin. Toisaalta strukturoituihin kysymyksiin voidaan vastata siten, että vastauksia on helppo vertailla ja tuottaa vähemmän kirjavia vastauksia. (Hirsijärvi 2009, s. 201.) Asteikollisten kysymysten laatimisessa käytettiin 5-portaista Likert-asteikkoa, jolla tyypillisesti määritetään asenne- ja motivaatiotekijöitä. Henkilöt pyrkivät tavallisesti niissä itse arvioimaan omaa käsitystään ilmaistuun väitteeseen. Vastaajalle pariton asteikko on helpoin ja tyypillisesti asteikko laaditaan ”täysin eri mieltä”- ”täysin samaa mieltä”-asteikolle. Tässä tutkimuksessa käytettiin vastaavaa asteikkoa ”ei pidä lainkaan paikkansa”-”pitää täysin paikkansa”-asteikkoa. Haasteena tällaisessa asteikossa tosin on se, että keskikohtaan tulee moniselitteinen kohta ”en osaa sanoa”, joka usein kuvaa enemmän epä-tietoisuutta kuin eri- tai yhtä mielisyyttä. (Metsämuuronen 2005, s.61, 94–98.)

## 6.2 Kyselyn luominen

Kyselytutkimuksen luominen aloitettiin määrittelemällä tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet, mitä tutkimuksella haluttiin selvittää. Tutkimustietoa aiheesta on olemassa. Koska ilmiöön vaikuttavia tekijöitä on paljon, ja haluttiin ensisijaisesti saada lisätietoa yleisesti verensokerin hallinnasta liikunnan yhteydessä, päädyttiin kuvailevaan tutkimukseen. Tällaiselle tutkimukselle on olennaista ilmiön keskeisten kiinnostavien piirteiden selvittäminen (Hirsijärvi 2009, s. 139). Itse kyselyn laatiminen aloitettiin perehtymällä olemassa olevaan kirjallisuuteen ja tutkimuksiin. Niiden sekä tutkimuksen tarkoituksen pohjalta luotiin kyselylomake.

TAULUKKO 4. Tutkimuksen kysymykset ja kysymyksien numerot, joilla vastaukset selvitetään.

Tutkimuskysymykset	Kysymykset kyselyssä
1. Miten liikunta ja fyysinen aktiivisuus vaikuttavat verensokeritasapainon koettuun hallintaan tyypin 1 diabeetikoilla?	Liikunnan vaikutus ja hallinta: 7–8, Koettu onnistuminen verensokerin hallinnassa: 10 Haasteellisimmat liikuntamuodot: 9
2. Mitkä ovat merkittävimmät koetut haasteet verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä?	Haasteiden kokeminen: 11–12, 17
3. Miten verensokerin vaihtelua hallitaan liikunnan yhteydessä?	Toimintatavat: 13–17

Kyselylomake (liite 4) jaettiin taustatietojen lisäksi kolmeen osioon tutkimusongelmien mukaisesti. Kyselyn kolme osiota olivat 1) liikunnan vaikutus verensokeriin, 2) verensokerin hallinta liikunnan yhteydessä ja 3) toimintatavat verensokerin hallinnassa. Jokaisen osion alle määritettiin kysymyksiä, joihin vastaajien tuli vastata omien havaintojensa ja kokemuksiansa perusteella. Taulukossa 4 on esitetty tutkimuksen pääongelmat ja, miten tutkimuksen kysymykset on linkitetty niihin. Taustatiedoilla haluttiin saada käsitys vastaajajoukosta, heidän hoitomuodosta ja hoitotasapainosta. Tärkeimpänä taustatietona oli kuitenkin itse arvioitu

fyysinen aktiivisuus viikoittaisten liikuntakertojen ja yksittäisen liikuntasuorituksen keston mukaan. Tarkoituksena oli erityisesti tarkastella fyysisen aktiivisuuden yhteyttä koettuun verensokerin hallintaan, haasteisiin ja toimintatapoihin. Hoitomuotoa kysyttiin, koska toimintatavat voivat erota esimerkiksi sen mukaan käyttääkö monipistohoitoa vai insuliinipumpputerapiaa. Hoitotasapaino-kysymykset (HbA1c ja hypoglykemian ilmeneminen) antoivat puolestaan tietoa henkilöiden sen hetkisestä verensokerin hallinnasta. Taustatiedot, jotka valittiin kyselyyn, on esitetty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Kyselyssä selvitettyt vastaajien taustatiedot

Taustatiedot	Miksi kysytään?
Fyysinen aktiivisuus	Tieto siitä, kuinka usein vastaajat harrastavat intensiteetiltään erilaista liikuntaa ja, mikä on tyypillinen liikunnan kesto. Voidaan katsoa fyysisen aktiivisuuden vaikutus koettuun verensokerin hallintaan.
Harrastamat liikuntamuodot	Ymmärrys siitä, mitkä ovat mieluisimmat liikuntamuodot, joita henkilöt harrastavat.
Työn rasittavuus	Voi olla vaikutusta fyysiseen aktiivisuuteen ja raskas työ voidaan ajatella liikunnaksi.
Diabeteksen vaikutus liikunnan harrastamiseen	Rajoittaako diabetes jotenkin liikunnan harrastamista
Ikä	Perustieto
Sukupuoli	Perustieto, sukupuolella mahdollisesti vaikutusta käyttäytymiseen ja erot hormonaalisessa toiminnassa
Diabeteksen kesto	Kesto vaikuttaa kokemukseen sairaudesta ja sen hoidosta sekä keston mahdollinen vaikutus liitännäissairauksien syntyyn
Hoitomuoto	Tieto onko insuliinipumpun vai monipistohoidon tms. käyttäjä.
Glykohemoglobiini (HbA1c)	Pidempiaikainen hoitotasapaino
Hypoglykemian määrä	Lyhytaikainen verensokerin hallinta, hoitotasapaino
Hypoglykemian oireiden tunnistaminen	Hoitotasapaino ja tieto mahdollisesta oireiden hämärtymisestä

Kyselyn ensimmäinen versio oli hyvin laaja ja kysymyksissä todettiin olevan liikaa toistoa. Kyselyä lyhennettiin iteroimalla ja vain olennaisimmat kysymykset jätettiin tutkimuksen tarkoituksen määrittämiseksi ja vastaamisen motivaation ylläpitämiseksi. Kyselyn vastausajan tavoitteeksi määritettiin 15–20 minuuttia. Kysely luotiin aluksi SPSS mrInterview ohjelmalla, joka oli saatavilla Jyväskylän yliopiston opiskelijoille. Tällä tavoin kyselyn pituutta ja vastattavuutta oli helpompi testata. Kyselyn ymmärrettävyys, johdonmukaisuus, selkeys ja asiassällön oikeellisuus tarkastettiin ennen kyselyn julkaisemista. Mendorin edustaja, Mendorissa työskentelevä diabeteshoitaja sekä yleislääketieteen erikoislääkäri (kokemusta erityisesti tyyppin 2 diabeetikoiden hoidosta) kävivät kyselyn aluksi läpi. Heidän kommentoinnin jälkeen kysely esitettiin kolmella tyyppin 1 diabeetikolla, joista kaksi käytti monipistoshoidoa ja yksi insuliinipumppua. Kommenttien lisäksi kaikkia kyselyn läpikäyneitä pyydettiin arvioimaan kyselyyn kulunutta aikaa. Arvioitu kyselyn pituus oli kolmella henkilöllä noin 12–15 minuuttia ja yhden kohdalla noin 25 minuuttia. Saatujen kommenttien sekä oman uudelleen tarkastelun perusteella, kyselyä muokattiin hieman muuttaen sanamuotoja, poistamalla liiallista toistoa. Kaksi kysymystä poistettiin kokonaan. Lopullinen kyselylomake luotiin SurveyMonkey web-kyselytilille. Lopullisen kyselyn kohdalla kysymysten järjestystä muokattiin vielä siten, että alkuun laitettiin suhteellisen helposti vastattavat kysymykset henkilöiden fyysistä aktiivisuutta selvittävät kysymykset. Kyselyn loppuun puolestaan laitettiin arka- luotoisimmat ikään, hoitomuotoon ja hoitotasapainoon liittyvät kysymykset, jotka olivat myös lyhyitä ja nopeita vastata.

### **6.3 Tutkimuksen kulku ja aineiston keruu**

Kysely luotiin SurveyMonkey kyselytyökalulla ja aineisto kerättiin aikavälillä 25.5.-7.6.2015. Kyselylinkki lähetettiin sähköpostitse Mendor Balance-palvelun käyttäjille, jotka olivat ilmoittaneet profiilissaan olevansa tyyppin 1 diabeetikoita. Kysely lähetettiin yhteensä 1423 henkilölle. Huomioitavaa on, että joukko, jolle kutsu kyselytutkimukseen lähetettiin, sisälsi kaikki, jotka olivat profiloituneet tyyppin 1 diabeetikoiksi. Etukäteen ei siis ollut tiedossa henkilöiden fyysisen aktiivisuuden tasoa eikä ikää. Myöskään ei tiedetty vastaajien Mendor Balance palvelun käyttöaktiivisuutta. Sähköpostiviesti sisälsi kyselylinkin lisäksi

saatekirjeen (liite 3), jossa kerrottiin tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet. Lisäksi saatekirjeessä mainittiin kyselyyn vastaamisen vapaaehtoisuudesta sekä siitä, että vastaukset käsiteltiin anonyymisti julkaistavassa pro gradu- tutkielmassa. Kannustimena kyselyyn vastaamiseen arvottiin vastaajien kesken elokuvalippuja, mistä ilmoitettiin kyselylinkin saateviestissä sekä itse kyselyn alussa.

Vastausaikaa kyselyyn annettiin kaksi viikkoa. Ensimmäisen viikon jälkeen kyselyn aloittaneita oli 82, mutta tästä määrästä kaikkiin pakollisiin kysymyksiin taustatiedot mukaan lukien oli vastannut 52 henkilöä. Muistutusviesti lähetettiin 4 päivää ennen vastausajan umpeutumista (3.6.2015) samalle henkilökoulolle, jolle kysely oli alun perin lähetetty. Tavoitteena oli saada lisää vastauksia. Lopullinen kyselyn aloittaneiden määrä oli 135, josta 87 vastasi kaikkiin pakollisiin kysymyksiin. Tämän vastaajajoukon todettiin olevan riittävä tulosten analysoinnin ja johtopäätösten tekemiseksi, joten kyselyn vastausaikaa ei enää jatkettu.

## 6.4 Tutkimusaineiston analysointi

Ennen kuin kyselyn tuloksia ryhdyttiin analysoimaan, katsottiin kyselyn vastaukset läpi, jotta saatiin yleiskuva, kuinka kysymyksiin oli vastattu. Kysymyksiin oli yleisesti vastattu hyvin eikä puuttuvia tietoja ollut pakollisten kysymysten osalta, kuin avointen kysymysten kohdalla. Kyselyssä oli muutama kysymys vapaaehtoista lisäkommentointia varten, joihin oli vastattu vaihtelevasti.

Työn rasittavuus (liite 4, kysymys 6) kohtaan oli kolme henkilöä vastannut muu ja selitykseksi eläkeläinen tai opiskelija. Vastaus eläkeläinen yhdistettiin ”*en ole töissä*” ja opiskelija ”*teen pääasiassa istumatyötä (kevyt rasitus)*”-vaihtoehdon vastauksiin. Glykohemoglobiini arvojen (liite 4, kysymys 22) kohdalla oli kaksi epäselvää kohtaa. Vastaus pyydettiin prosenttimuodossa, mutta kahden vastauksen osalta ei arvo ollut järkevä prosentteina ilmaistuna. Mahdollisesti vastaukset olivat annettu muodossa mmol/l, mutta koska varmoja tulkinnasta ei pystytty olemaan, koodattiin nämä kaksi aineistoon puuttuvaksi tiedoksi. Hypoglykemian ilmenemistä selvittävässä kysymyksessä oli vaihtoehtona tarkentaa

omaa vastausta ”*muu määrä*”-kohdassa. Kolme henkilöä oli käyttänyt tätä vaihtoehtoa. Näistä kaksi vastausta osuivat jo annettuihin kategorioihin, mutta yksi koodattiin puuttuvaksi tiedoksi, koska tulkintaa hypoglykemian ilmenemismäärästä ei tarkalleen vastauksen perusteella pystytty tekemään.

Taustamuuttujia luokiteltiin uudelleen niiden kuvaamisen helpottamiseksi ja ristiintaulukointia varten. Vastaajien ikä luokiteltiin kolmeen luokkaan: 18–30 vuotta, 31–47 ja 48–76 vuotta, jolloin luokista saatiin suhteellisen tasaiset. Diabeteksen kesto laskettiin vastaajien ilmoittaman diabeteksen diagnosointivuoden mukaan ja jaettiin kahteen luokkaan alle 20 vuotta ja yli 20 vuotta. Joissakin tilanteissa diabeteksen kesto tarkasteltiin myös kolmessa luokassa 0–15, 16–30 ja 31–65 vuotta. Viimeisin laboratoriossa mitattu HbA1c-arvo luokiteltiin Käypähoito suosituksen mukaisen insuliinihoidon tavoitetason mukaan alle 7,0 % ja yli 7,0 % (Duodecim 2013). Hypoglykemian ilmenemistä tarkasteltiin aluksi kysymyksen alkuperäisten vaihtoehtojen mukaan (liite 4, sivu 11/11), mutta ristiintaulukointia varten se jaettiin kahteen luokkaan 0–3 ja vähintään 4 kertaa kuukaudessa (krt/kk). Joissakin tapauksissa hypoglykemian ilmenemistä tarkasteltiin kolmessa luokassa 0–1, 2–3 ja vähintään 4 krt/kk. Hypoglykemian tunnistaminen (liite 4, sivu 11/11) luokiteltiin kolmeen luokkaan. Vastaukset ”*en ole koskaan*” ja ”*olen harvoin tietoinen*” koodattiin arvoksi 1, millä tarkoitettiin samaa kuin ”*en ole tietoinen*”. Vastaus ”*olen satunnaisesti tietoinen*” koodattiin arvoksi 2. Vastaukset ”*olen lähes*” ja ”*olen aina tietoinen*” yhdistettiin ja koodattiin arvoksi 3, millä tarkoitettiin samaa kuin ”*olen tietoinen*”.

Analysointi aloitettiin ensiksi katsomalla vastaajajoukon rakennetta (taulukot 7–10). Tämän jälkeen analysoinnissa edettiin tutkimuskysymysten mukaan. Tutkimuskysymykset sisälsivät vastauksia sekä avoimista, että asteikollisista kysymyksistä. Asteikolliset ja avoimet kysymykset analysoitiin erikseen siten, että asteikolliset analysointiin käyttäen IBM SPSS Statistics 22.0 ohjelmaa ja avoimien vastausten analysoinnissa käytettiin pääasiassa laadullista sisällön analysointimenetelmää. Avoimet vastaukset luettiin useaan kertaan läpi, jotta vastauksista saatiin hyvä yleiskuva. Vastaukset analysoitiin pääasiassa induktiivista eli aineistolähtöistä analyysia käyttäen. Aineistosta vastaukset tiivistettiin ja pelkistettiin. Tämän

jälkeen katsottiin eroavuuksia ja samankaltaisuuksia sekä lopuksi vastaukset luokiteltiin. Tuloksissa esitettiin mielenkiintoisimmat havainnot sekä vastaukset, jotka nousivat erityisesti esille vastaajien keskuudessa.

Tutkimusjoukon ja asteikollisten kysymysten analysoinnissa käytettiin kvantitatiivista menetelmää. Analysointia varten asteikolliset muuttujat koodattiin numeerisiksi asteikolla 1-5 siten, että numero 1 vastasi ”*ei pidä lainkaan paikkaansa*” ja numero 5 ”*pitää täysin paikkansa*”. Ristiintaulukointia varten asteikot luokiteltiin uudestaan siten, että arvot 1-2 vastasivat ”*ei pidä paikkaansa*” ja arvot 4-5 ”*pitää paikkansa*”. Arvo 3 merkitsi ”*en osaa sanoa*”. Kysymyksen 8 (liite 4, sivu 5/11) kohdalla vaihtoehto ”*ei kokemusta kyseistä liikunnasta*” koodattiin nollassa eli puuttuvaksi tiedoksi. Muuten asteikko muodostettiin samalla tavalla kuin muidenkin asteikollisten kysymysten kohdalla.

Tutkimusjoukon ja yksittäisten kysymysten kuvailussa käytettiin frekvenssiä, keskiarvoja, vaihteluväliä ja keskihajontaa. Tämän lisäksi osasta väittämistä muodostettiin summamuuttujia. Ryhmien välisiä eroja ja riippuvuuksia tarkasteltiin ristiintaulukoinnin ja  $\chi^2$ -testin avulla. Mikäli  $\chi^2$ -testin luotettavuuden vaatimukset odotetun frekvenssin osalta eivät täytyneet, käytettiin Fisherin tarkkaa testiä. (Metsämuuronen 2005, s. 902, 999–1003). Tilastollisesti merkitseväksi tasoksi määritettiin  $p < 0,05$ . Lisäksi useamman kuin kahden riippumattoman ryhmän keskiarvojen tarkasteluun käytettiin Kruskal-Wallis testin keskiarvotestiä (Metsämuuronen 2005, s. 1052). Kahden ryhmän vertailussa käytettiin puolestaan Mann-Whitneyn U-testiä (Metsämuuronen 2005, s. 1038–1039). Lisäksi joissakin tapauksissa katsottiin myös muuttujien välistä korrelaatiota. Ne väittämät, joita ei otettu summamuuttujiin analysoitiin myös erikseen samoilla menetelmillä kuin summamuuttujat. Tarkastelu tehtiin liikunnan määrän mukaan eri rasittavuustasoilla, kokonaisliikuntamäärän ja painotetun viikoittaisen kokonaisrasittavuuden mukaan sekä lisäksi muiden taustamuuttujien, kuten iän, sukupuolen, hoitotasapainon (HbA1c ja hypoglykemian ilmeneminen) ja diabeteksen keston mukaan.



### 6.4.1 Fyysisen aktiivisuuden arviointi

Fyysistä aktiivisuutta selvitettiin kysymyksillä 3 ja 4 (liite 4, sivu 2-3/11). Toinen kysymys selvitti sitä, kuinka monta kertaa viikossa henkilöt olivat harrastaneet rasiustasoltaan erilaista liikuntaa viimeisen kolmen kuukauden aikana siten, että yksittäisen suorituksen kesto oli vähintään 20 minuuttia. Toisessa kysymyksessä puolestaan pyydettiin arvioimaan yksittäisen liikuntasuorituksen kestoa eri rasiustasoilla. Erityisesti vastaajien ilmoittamat yksittäisen liikuntasuorituksen kestot olivat usean vastaajan kohdalla poikkeuksellisen suuria. Tämä herätti epäilyksen, että vastauksessa oli annettu viikoittainen kokonaismäärä. Yksittäisen liikuntasuorituksen kestoa ei käytetty tulosten analysoinnissa, koska epäselviä kohtia oli varsin paljon. Rajan veto tietyn liikunnan keston kohdalta olisi ollut hankalaa ja vaikuttanut tulosten luotettavuuteen. Lisäksi kaksi henkilöä olivat ilmoittaneet liikuntakerrat kaikilla rasiustasoilla nolliksi, mutta kuitenkin ilmoittaneet keston näille rasittavuustasoille. Näiden kohdalla analysoinnissa käytettiin liikunnan määrää merkittyjen liikuntakertojen mukaan, joka oli siinä tapauksissa nolla.

Liikunnan vaikutusta koettuun verensokerin hallintaan, toimintatapoihin ja haasteisiin tarkasteltiin ensisijaisesti eri rasittavuustasojen (luokat: kevyt, kuntoilu-, rasittava ja hyvin rasittava liikunta) mukaisesti sekä kuinka usein mitäkin rasittavuustasoa vastaajat ilmoittivat harrastaneensa viikoittain viimeisen kolmen kuukauden aikana. Ristiintaulukointia ja riippuvuustarkastelua varten liikuntakerrat luokiteltiin uudelleen kolmeen luokkaan: 0-2, 3-4 ja vähintään 5 kertaa viikossa (krt/vk). Lisäksi kaikki ilmoitetut liikuntakerrat laskettiin yhteen ilman, että liikuntakertojen rasittavuutta otettiin huomioon. Viimeinen valittava luokka vähintään 5 kertaa viikossa koodattiin arvoksi 5, huolimatta siitä, että määrä saattoi jonkun vastaajan kohdalla olla suurempikin. Näin suurimmaksi luokaksi saatiin vähintään 20 kertaa viikossa liikuntaa, jossa yksittäinen kerta on kestoaltaan vähintään 20 minuuttia. Tämä muuttuja nimettiin kokonaisliikuntamääräksi. Kokonaisliikuntamäärää tarkasteltiin kolmessa luokassa 0-5, 6-10 ja 11-20 kertaa viikossa (krt/vk).

Liikunnan kesto jätettiin tarkastelun ulkopuolelle, mutta jotta viikoittaisesta kokonaisrasituksesta saatiin suuntaa antava käsitys, painotettiin ilmoitetut liikuntamäärät sen rasittavuuden mukaan. Tämän jälkeen kaikki painotetut liikuntakerrat laskettiin yhteen, mistä saatiin uusi muuttuja painotettu viikoittainen kokonaisrasittavuus. Huomioitava on se, että yksittäisen liikunnan kestoa ei tähän sisällytetty, joten tämä muuttuja ei vastaa fyysisen aktiivisuuden määritelmää METh/viikko. Painotuksessa käytettiin ACSM 2014 (s. 165) mukaisia absoluuttisia MET arvoja rasittavuudeltaan eritasoiselle liikunnalle. ACSM (2014, s. 165) mukaan kevyen liikunnan absoluuttinen MET arvo on  $< 3$  MET, keskiraskaan 3-6 MET, rasittavan liikunnan 6-8,8 MET sekä hyvin rasittavan, lähes maksimaalisen liikunnan  $\geq 8,8$  MET. Arvot ovat absoluuttisia, eivätkä ota huomioon henkilön kuntotaso. Näiden perusteella liikunta painotettiin arvoilla 3; 4,5; 7,4 ja 8,8 MET. Uusi muuttuja sai arvot väliltä 0–119. Tämä jaettiin kolmeen luokkaan (0-39; 40–79; 80–119) riippuvuustarkastelua varten. Suurin arvo tarkoitti tässä joukossa suurinta viikoittaista liikunnan kokonaisrasitusta.

#### **6.4.2 Summamuuttujien muodostaminen**

Summamuuttujien muodostamiseksi väittämien keskinäinen korrelaatio tarkastettiin Spearman rho korrelaatiolla sekä jokaisen väittämän sisäinen kiinteys Cronbachin alfa kertoimen avulla (taulukko 6). Ehtona summamuuttujan muodostamiselle oli, että Cronbachin alfa kerroin oli  $\geq 0,60$  (mielellään  $\geq 0,70$ ) (Metsämuuronen 2005, ss. 462–464). Lisäksi Spearman rho korrelaation osalta pyrittiin siihen, että se oli yksittäisten muuttujien välillä  $\geq 0,30$ . Summamuuttujien asteikkona käytettiin alkuperäistä 5-portaista asteikkoa. Halutun summamuuttujan muodostavat yksittäiset muuttujat laskettiin yhteen ja jaettiin muuttujien määrällä, jotta summamuuttujien maksimipistemääräksi muodostui 5. Summamuuttuja sisälsi täten myös vaihtoehdon ”*en osaa sanoa*”. Ristiintaulukointia ja  $\chi^2$ -testiä varten summamuuttujan asteikko muutettiin 3-luokkaan, kuten yksittäistenkin muuttujien kohdalla.

TAULUKKO 6. Kyselyn yksittäisten kysymyksien sekä koko mittarin ja summamuuttujien sisäinen johdonmukaisuus arvioituna Cronbachin alfa-kertoimen avulla. N=muuttujien määrä.

Mittarin kysymys:	Cronbachin alfa	n
<b>Koko mittari</b>	<b>0,727</b>	<b>45</b>
<b>Kysymys 7</b> (7.4 käännetty): Liikunnan vaikutus verensokerin käyttäytymisessä	0,223	4
<b>Kysymys 8:</b> Liikuntamuotojen vaikutus verensokerin käyttäytymisessä	0,511	6
<b>Kysymys 10</b> (10.2 käännetty): Verensokerin hallinnassa onnistuminen	0,693	5
<b>Kysymys 11:</b> Verensokerin hallinnassa askarruttavat asiat	0,804	7
<b>Kysymys 14:</b> Tavalliset toimintatavat, liikunnan ajoitus	0,259	7
<b>Kysymys 15:</b> Tavalliset toimintatavat, hiilihydraatit ja insuliini	0,549	7
<b>Kysymys 16</b> (16.3 käännetty): Tavalliset toimintatavat, verensokerin mittaus	0,732	9
<b>Summamuuttujat:</b>		
Koettu onnistuminen	0,704	4
Haasteiden kokeminen	0,808	6
Verensokerin mittaus	0,746	6

Summamuuttujia muodostettiin strukturoiduista kysymyksistä yhteensä kolme. Ensimmäinen summamuuttuja muodostettiin kysymyksen 10 (liite 4, sivu 6/11) väittämistä, jolla pyrittiin kuvaamaan sitä, miten vastaajat kokevat onnistuvansa verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä. Väittämä 10.2 käännettiin vastaamaan muiden väittämien asteikkoa. Summamuuttujan muodostamiseksi tarkasteluun otettiin aluksi väittämät 7.1 sekä kysymyksen 10 kaikki kohdat, jotka ennalta vaikuttivat kuvaavan hyvin koettua onnistumista verensokerin hallinnassa. Korrelaation ja keskinäisen kiinteyden tarkastelun jälkeen summamuuttuja muodostettiin väittämistä 10.1, 10.2 käännetty asteikko, 10.4 ja 10.5 kuvaamaan koettua onnistumista verensokerin hallinnassa. Väittämät 7.1 ja 10.3 tarkasteltiin vain erikseen, koska ne korreloivat heikosti muiden väittämien kanssa. Väittämä 10.2 otettiin mukaan summamuuttujaan, vaikka sen korrelaatio 10.1 kohdan kanssa oli alle 0,30 ( $r=0,027$ ). Summamuuttujan alfa oli kuitenkin  $\geq 0,7$  (liite 11 ja taulukko 6). Summamuuttujan suurin arvo 5 kuvasi sitä, että henkilöt kokevat onnistuvansa verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä hyvin.

Kysymyksen 11 tekijöistä muodostettiin toinen summamuuttuja, joka nimettiin haasteiden kokeminen. Summamuuttuja muodostettiin kysymyksen väittämistä 11.1–11.7 (liite 4, sivu 7/11) siten, että 11.5 jätettiin pois. Väittämä 11.5 korreloi heikosti muiden väittämien kanssa. Vaikka kaikkien muiden summamuuttujan muodostavien väittämien Spearman rho korrelaatio ei ollut  $\geq 0,3$ , otettiin ne kuitenkin mukaan summamuuttujaan, sillä näin saatiin korkein mahdollinen sisäistä kiinteyttä kuvaava Cronbachin alfa arvo (liite 11 ja taulukko 6). Summamuuttujan suurin arvo 5 kuvasi sitä, että henkilöitä askarruttaa verensokerin hallintaan liittyvät päätökset päivinä, jolloin liikkuvat.

Toimintatapoja selvitettiin sekä avoimella että strukturoiduilla kysymyksillä. Strukturoidut kysymykset muodostuivat kolmesta kysymyksestä, joista jokainen kuvasi yhden osa-alueen toimenpiteitä verensokerin hallitsemiseksi liikunnan yhteydessä, kuten liikunnan ajoittaminen, insuliini ja hiilihydraatit sekä verensokerin mittausta. Jokaisen kysymyksen kohdalla tarkasteltiin mielekkyyttä summamuuttujan muodostamiseksi väittämien välisten korrelaatioiden ja Cronbachin alfa kertoimen avulla (taulukko 6). Jokainen verensokerin hallinnan osa-alue ajateltiin muodostavan oman summamuuttujan. Tarkastelu tehtiin myös kaikkien kolmen (14–16) kysymysten kesken. Väittämien väliset korrelaatiot ja Cronbachin alfa olivat liian pieniä kysymyksen 14 ( $\alpha=0,259$ ;  $n=7$ ) ja 15 ( $\alpha=0,549$ ;  $n=7$ ) kohdalla (taulukko 6). Lisäksi muutama korrelaatiosta oli negatiivisia. Jokainen verensokerin hallinnan osa-alue tarkasteltiin erikseen jokaisen yksittäisen väittämän kohdalla keskiarvotarkastelun ja ristintaulukoinnin ( $\chi^2$ -testi tai Fisherin tarkka testi) avulla. Sen sijaan summamuuttuja muodostettiin verensokerin mittausta kuvaavista väittämistä (kysymys 16). Väittämä 16.3 käännettiin ennen summamuuttujan muodostamista. Kaikkien kysymyksen 16 väittämien korrelaatio tarkastettiin ja, koska negatiivisia ja pieniä korrelaatiota huomattiin, summamuuttujaan ei otettu mukaan väittämiä 16.2, 16.3 (käännetty) eikä 16.9. Tällöin Cronbachin alfan arvo myös nousi yhä, sen lopulta ollessa  $\alpha=0,746$  (liite 11 ja taulukko 6). Summamuuttujan arvo 5 kuvasi tässä sitä, että henkilön tavallisiin toimenpiteisiin verensokerin hallinnassa kuului säännöllinen verensokerin mittausta liikunnan yhteydessä.

## 7 TUTKIMUSTULOKSET

### 7.1 Tutkimusjoukon taustatiedot

Tutkimusjoukko on esitetty taulukossa 7. Tutkimusjoukosta enemmistö (65,5 %; n=57) oli yli 30-vuotiaita ja (62,1 %) miehiä. Diabeteksen keston hajonta oli varsin laaja (1-65 vuotta) ja jaettuna kahteen luokkaan vastaajista 58,6 %:lla oli diabetes kestänyt alle 20 vuotta. Vastaajista jopa 20,7 %:lla diabetes oli kestänyt yli 30 vuotta. Lähes kaikilla (90,8 %) oli hoitomuotona monipistohoito.

TAULUKKO 7. Kyselyyn vastanneiden taustatiedot, ikä, sukupuoli, diabeteksen kesto ja hoitomuoto (n=87)

Taustamuuttuja	n	%	Keskiarvo ± keskihajonta (vaihteluväli)
<b>Ikä</b>			
18- 30	30	34,5	39,8 ± 14,5 (18–76)
31–47	30	34,5	
48–76	27	31,0	
<b>Sukupuoli</b>			
Nainen	33	37,9	
Mies	54	62,1	
<b>Diabeteksen kesto vuosina</b>			20,5 ± 12,5 (1-65)
≤ 20 vuotta	51	58,6	Ikä, jolloin diabetes on todettu: 19,3 ± 12,3 (0-58)
≥ 20 vuotta	36	41,4	
<b>Hoitomuoto</b>			
Monipistohoito	79	90,8	
Insuliinipumppuhoito	7	8,0	
Muu	1	1,1	

Viimeisin laboratoriossa mitattu pitkäaikaisverensokeri HbA1c-arvo vaihteli 5,5–12,4 % välillä (keskiarvo 7,4 ± 0,9) (taulukko 8). Käypä hoito suosituksen mukaisessa insuliinihoidon

hoitotavoitteessa, eli HbA1c alle 7,0 %, oli 25,3 % vastaajista (n=22) (Duodecim 2013). Ikäluokkien tai sukupuolen ja glykohemoglobiinin välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää riippuvuutta vastaajien keskuudessa. Myöskään diabeteksen keston ja glykohemoglobiinin välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää riippuvuutta. Viikoittaisella kokonaisliikuntamäärällä (sisältäen kaikki neljä liikunnan rasittavuusluokkaa) havaittiin olevan eroa sen kanssa, oliko HbA1c yleisessä insuliinihoidon tavoitetasossa vai ei. Henkilöistä, joilla HbA1c oli alle 7,0 %, heistä 59 % ilmoitti harrastavansa liikuntaa ja fyysistä aktiivisuutta vähintään 11–20 kertaa viikossa yhden yksittäisen kerran ollessa vähintään 20 minuuttia, kun taas vastaajista, joilla glykohemoglobiini oli yli 7,0 %, heistä hieman pienempi osa eli 29 % ilmoitti liikkuvansa vastaavan määrän viikossa ( $\chi^2=6,661$ ;  $df=2$ ;  $p=0,037$ ). Tilastollisesti merkitsevää ero oli miesten keskuudessa ( $\chi^2=9,664$ ;  $df=2$ ;  $p=0,008$ ).

TAULUKKO 8. Kyselyyn vastanneiden hoitotasapaino ja hypoglykemian tunnistaminen

Muuttuja	n	%	Keskiarvo ± keskihajonta (vaihteluväli)
<b>Glykohemoglobiini (HbA1c) (n=85) <sup>1</sup></b>			7,4 ± 0,9 (5,5–12,4)
< 7,0 %	22	25,3	
>7,0 %	63	72,4	
<b>Hypoglykemian ilmeneminen (n=86):</b>			
Ei yhtään kertaa	3	3,4	
Kerran kuukaudessa	14	16,1	
2-3 kertaa kuukaudessa	33	37,9	
1-4 kertaa viikossa (4-8 krt/kk)	29	33,3	
yli 4 kertaa viikossa	7	8,0	
<b>Hypoglykemian tunnistaminen (n=87) <sup>2</sup>:</b>			2,8 ± 0,5 (1-3)
1 En ole tietoinen	4	4,6	
2 Olen satunnaisesti tietoinen	9	10,3	
3 Olen tietoinen	74	85,1	

<sup>1</sup> Käypä hoito suosituksen mukainen insuliinihoidon tavoitetaso HbA1c < 7,0 %. (Duodecim 2013).

<sup>2</sup> En ole koskaan ja olen harvoin tietoinen yhdistetty (= en ole tietoinen), sekä olen lähes aina ja aina tietoinen yhdistetty (= olen tietoinen), asteikko 1-3

Suurin osa vastaajista (85,1 %) ilmoitti olevansa lähes aina tai aina tietoinen hypoglykemian ilmenemisestä, kun kysymyksessä hypoglykemian rajaksi asetettiin alle 4 mmol/l. Ei koskaan

tai harvoin tietoinen hypoglykemian ilmenemisestä ilmoitti olevansa tietoinen vain muutama vastaajista (4,5 %). Tilastollisesti merkitsevää riippuvuutta ei havaittu sukupuolen, diabeteksen keston, iän eikä hypoglykemian tunnistamisen välillä. Hypoglykemian ilmeneminen oli tavallista tutkimusjoukon henkilöillä (n=86). Henkilöistä 79,2 % ilmoitti, että hypoglykemiaa oli ilmennyt vähintään 2-3 kertaa kuukaudessa viimeisen 3 kuukauden aikana. Vain 3,4 % (n=3) ilmoitti, ettei hypoglykemiaa ollut ilmennyt yhtään kertaa (taulukko 8). Hypoglykemian ilmenemisen ja glykohemoglobiinin välillä havaittiin riippuvuutta ( $\chi^2=4,718$ ;  $df=1$ ;  $p=0,030$ ) siten, että enemmistöllä (61,9 %), jolla itse ilmoitettu HbA1c oli alle 7,0 % (n=21) ilmeni hypoglykemiaa vähintään 4 kertaa kuukaudessa. Puolestaan vastaajilla, joilla HbA1c oli yli 7,0 % (n=63), heistä 65,0 %:lla ilmeni hypoglykemiaa vähemmän eli 0-3 kertaa kuukaudessa. Tilastollisesti merkitsevä ero havaittiin vain naisten keskuudessa ( $\chi^2=5,808$ ;  $df=1$ ;  $p=0,016$ ).

Kevyen-, kuntoiluliikunnan tai viikoittaisen kokonaisliikuntamäärän ja hypoglykemian ilmenemisen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä, toisin kuin rasittavan ja hyvin rasittavan liikuntamäärän kohdalla. Kaikista vastaajista, jotka ilmoittivat harrastaneensa viimeisen 3 kuukauden aikana 0-2 kertaa viikossa rasittavaa liikuntaa (n=56), heistä 67,9 %:lla ilmeni hypoglykemiaa vähemmän eli 0-3 kertaa kuukaudessa. Vastaajat, jotka ilmoittivat harrastaneensa enemmän joko rasittavaa tai hyvin rasittavaa liikuntaa, heillä oli ilmennyt myös enemmän hypoglykemiaa viimeisen kolmen kuukauden aikana. Rasittavaa liikuntaa vähintään 5 krt/vk harrastaneista (n=11) 45,5 %:lla ja 3-4 krt/vk harrastaneista (n=13) 68 %:lla oli ilmennyt hypoglykemiaa vähintään 4 krt/kk viimeisen kolmen kuukauden aikana ( $\chi^2=7,739$ ;  $df=2$ ;  $p=0,021$ ). Hyvin rasittavaa liikuntaa 3-4 krt/vk tai vähintään 5 krt/vk harrastaneista lähes 90 %:lla oli ilmennyt hypoglykemiaa vähintään 4 krt/kk ( $\chi^2=6,411$ ;  $df=2$ ;  $p=0,041$ ). Merkitsevä ero rasittavan ( $\chi^2=6,411$ ;  $df=2$ ;  $p=0,041$ ) ja hyvin rasittavan ( $p=0,039$ ; Fisherin tarkka testi) liikunnan viikoittaisen harrastamismäärän sekä hypoglykemian ilmenemisen välillä havaittiin ainoastaan miesten keskuudessa. Hieman enemmän rasittavaa liikuntaa harrastaneilla hypoglykemian ilmeneminen oli tavallisempaa.

### 7.1.1 Fyysinen aktiivisuus, työ ja diabeteksen vaikutus liikuntaan

Kun vastaajien kokonaisliikuntamäärän vastausvaihtoehto *vähintään 5 kertaa viikossa* koordattiin arvoksi 5, saatiin kaikkien vastaajien kokonaisliikuntamäärän keskiarvoksi  $9,4 \pm 4,0$  (vaihteluväli 0-20) liikuntakertaa viikossa. Kun kevyt fyysinen aktiivisuus jätettiin pois ja katsottiin ainoastaan kuntoilu, rasittavaa ja hyvin rasittavaa liikuntaa, saatiin liikuntakerroiksi per viikko  $5,6 \pm 3,4$  kertaa viikossa (vaihteluväli 0-15). Lähes puolet vastaajista (49,4 %) ilmoitti harrastaneensa kevyttä fyysistä aktiivisuutta vähintään viisi kertaa viikossa viimeisen kolmen kuukauden aikana, kun yksittäisen suorituksen kesto oli vähintään 20 minuuttia. Naisista selkeä enemmistö (63,6 %) harrasti hyötyliikuntaa vähintään 5 kertaa viikossa (taulukko 9).

Vastaajien ilmoittaman yksittäisen hyötyliikuntasuorituksen keston keskiarvo oli  $71 \pm 93$  min (mediaani 40 min). Kuntoiluliikunnan, jossa hikoilee hieman, osalta ilmoitetut määrät jakautuivat tasaisemmin, mutta noin puolet vastaajista (50,6 %) ilmoitti harrastaneen kuntoiluliikuntaa 0-2 kertaa viikossa (taulukko 9). Vastaajista 9,2 % (n=8) ilmoitti, ettei ollut harrastanut tällaista liikuntaa yhtään kertaa viimeisen 3 kuukauden aikana. Yksittäisen kuntoiluliikuntasuorituksen keskimääräinen kesto vastauksien mukaan oli  $55 \pm 57$  min (mediaani 50 min). Rasittavaa liikuntaa, jossa hengästyy ja hikoilee, oli enemmistö sekä miehistä (61,1 %) että naisista (69,7 %) harrastanut 0-2 kertaa viikossa. Vastaajista 26,4 % (n=23) ei ollut harrastanut rasittavaa liikuntaa yhtään kertaa. Hyvin rasittavaa tai kilpailuliikuntaa oli harrastanut vain muutama henkilö enemmän kuin 2 kertaa viikossa (taulukko 9). Vastaajista 60,9 % (n=53) ilmoitti, ettei ollut harrastanut tällaista liikuntaa lainkaan viimeisen kolmen kuukauden aikana. Rasittavan liikuntasuorituksen kesto oli vastaajien mukaan keskimäärin  $46 \pm 42$  min (mediaani 45 minuuttia). Puolestaan yksittäinen hyvin rasittava liikuntasuoritus oli kestänyt keskimäärin  $23 \pm 35$  min (n=37) (mediaani 60 minuuttia), kun taas suurin osa vastaajista (n=50) ilmoitti hyvin rasittavan liikunnan kestoksi 0 minuuttia (mediaani 0 minuuttia).



TAULUKKO 9. Vastaajien itse arvioimat liikuntakerrat viikossa viimeisen 3 kuukauden aikana. Liikuntakerrat on arvioitu jokaiselle rasittavuustasolle erikseen. (n=87)

<b>Liikuntakerrat per viikko, eri rasittavuusluokat <sup>1</sup></b>	<b>Miehet</b> (n=54) <b>n (%)</b>	<b>Naiset</b> (n=33) <b>n (%)</b>	<b>Yhteensä</b> keskiarvo ± keskihajonta <sup>2</sup> <b>n (%)</b>
<b>Kevyt fyysinen aktiivisuus, hyötyliikunta</b>			<b>3,8 ± 1,4 (0-5)</b>
0-2 kertaa viikossa	11 (20,4)	4 (12,1)	15 (17,2)
3-4 kertaa viikossa	21 (38,9)	8 (24,2)	29 (33,3)
Vähintään 5 kertaa viikossa	22 (40,7)	22 (63,6)	43 (49,4)
<b>Kuntoiluliikunta</b>			<b>2,7 ± 1,7 (0-5)</b>
0-2 kertaa viikossa	29 (53,7)	15 (45,5)	44 (50,6)
3-4 kertaa viikossa	14 (25,9)	7 (21,2)	21 (24,1)
Vähintään 5 kertaa viikossa	11 (20,4)	11 (33,3)	22 (25,3)
<b>Rasittava liikunta</b>			<b>2,0 ± 1,7 (0-5)</b>
0-2 kertaa viikossa	33 (61,1)	23 (69,7)	56 (64,4)
3-4 kertaa viikossa	11(20,4)	9 (27,3)	20 (23,0)
Vähintään 5 kertaa viikossa	10 (18,5)	1	11 (12,6)
<b>Hyvin rasittava liikunta</b>			<b>0,8 ± 1,4 (0-5)</b>
0-2 kertaa viikossa	48 (88,9)	31 (93,9)	79 (90,8)
3-4 kertaa viikossa	2 (3,7)	1	3
Vähintään 5 kertaa viikossa	4 (7,4)	1	5

<sup>1</sup>Yksi liikuntasuoritus kestoltaan vähintään 20 minuuttia.

<sup>2</sup>Keskiarvoa ja keskihajontaa laskettaessa vaihtoehto *vähintään 5 kertaa* viikossa on koodattu arvoksi 5.

Suurin osa vastaajista (65,5 %) teki joko kevyttä istumatyötä tai ei ollut töissä (esimerkiksi eläkkeellä tai opiskelija). Kolme mieluisinta liikuntamuotoa vastaajien joukossa olivat kävely (27,6 %), kuntosali (16,1 %) ja pyöräily (12,6 %). Kun kaikki vastausmuodot lenkkeily, juoksu ja kävely yhdistettiin yhteiseksi kategoriaksi, ja nimitettiin tätä luokkaa termillä lenkkeily, oli se yhä selvemmin merkittävämmän mieluisin liikuntamuoto (33,3 %). (taulukko 10.)

TAULUKKO 10. Työn rasittavuus, mieluisin liikuntamuoto ja diabeteksen vaikutus liikunnan harrastamiseen (n=87)

<b>Muuttuja</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Työn rasittavuus:</b>		
Ei töissä tai kevyt istumatyö	57	65,5
Kevyt ruumiillinen työ	22	25,3
Ruumiillinen, rasittava työ	8	9,2
<b>Mieluisin liikuntamuoto:</b>		
Lenkkeily <sup>1</sup>	29	33,3
Kuntosali	14	16,1
Pyöräily	11	12,6
<b>Rajoittaako Diabetes liikunnan harrastamista:</b>		
Kyllä	20	23,0
Ei	67	77,0

<sup>1</sup> Sisältää vastaajien ilmoittamat termit lenkkeily, juoksu, juokseminen, kävely, sauvakävely

Tutkimusjoukosta 23,0 % (n=20) ilmoitti diabeteksen rajoittavan liikunnan harrastamista tai fyysistä aktiivisuutta (taulukko 10). Lisätietojen perusteella merkittävimpiä syitä tähän näytti olevan verensokerin vaihtelu ja etenkin sen lasku. Näiden lisäksi liikunnan ajoittaminen oikein verensokerin vaihtelun kannalta ilmoitettiin myös vaikuttavan liikunnan harrastamiseen halutulla tavalla. Yleisenä käsitteenä näille voidaan pitää verensokerin vaihtelun hallintaa. Liikunnan yhteydessä koettiin suurempi tarve verensokerin tarkkailulle. Lisäksi etukäteen valmistautuminen koettiin tarpeelliseksi ennen liikuntaa, mutta myös liikunnan jälkeen. Matala verensokerin saattoi esimerkiksi lyhentää suunniteltua liikuntasuoritusta. Vastaajat kirjoittivat aiheesta esimerkiksi seuraavasti:

*”Välillä on jätettävä lenkki tekemättä, kun sokeriarvot heittelevät, ei uskalla lähteä yksin.”*

*”Verensokereiden vaihtelut on huomioitava ennen liikuntaa, sen aikana ja erityisesti liikunnan jälkeen.”*

*”Pitää aina miettiä, että mihin aikaan voi liikkua.”*

Lisäksi esille nousi korkean verensokerin aiheuttamat mielialamuutokset, haluttomuus lähtyä liikkumaan sekä liikunnan vaikutus insuliiniherkkyyteen, jonka todettiin vaikuttavan jopa seuraavana päivänä. Yksi vastaajista totesi diabeteksen estävän täysipainoisen kilpaurheilun. Myös raskas liikunta nostettiin erikseen esille ja sen aiheuttamat haasteet verensokerin hallinnalle, mikä saattoi estää liikuntasuorituksen tai muuttaa suunniteltua suoritusta.

## 7.2 Liikunta ja verensokerin hallinta

Erityisesti kestävyysliikunnan välitön ja pidempikestoisen vaikutus verensokerin laskuun oli havaittu vastaajien keskuudessa (liite 5). Vastaajista 83,9 % oli havainnut, että vähintään 45 min kestoisen liikunta laskee verensokeria (kysymys 8.2). Lisäksi vastaajat (79,5 %) olivat huomanneet, että pitkäkestoisen kestävyysliikunnan jälkeen verensokeri saattaa laskea vielä usean tunnin ajan (kysymys 8.3). Epäselvempää oli erityisesti lyhytkestoisen sykettä nostavan liikuntasuorituksen vaikutus verensokeriin. Vastaajista (n=68) 64,7 % ilmoitti, ettei osaa sanoa estääkö lyhyt korkeatehoinen sykkeen kohotus verensokerin laskua (kysymys 8.4). Voimaharjoittelun verensokerin nousua estävän vaikutuksen (kysymys 8.6) oli havainnut puolestaan vastaajista 51,4 % (n=37) (liite 5). Kysyttäessä sitä, olivatko vastaajat havainneet korkeaintensiteettisen sykkeen kohotuksen estävän verensokerin laskua välittömästi tasaisen kestävyyskuormituksen jälkeen, vastaukset erosivat tilastollisesti merkitsevästi miesten ja naisten välillä (U=354,50; p=0,005). Kysyttäessä asteikolla 1-5 naiset vastasivat lähemmäksi kuin miehet sitä, etteivät olleet havainneet lyhyen korkeaintensiteettisen sykkeen kohotuksen tasaisen kuormituksen jälkeen estävän verensokerin laskua (keskiarvo- ja keskihajonta  $1,6 \pm 0,6$  vs.  $2,0 \pm 0,5$ ). Keskiarvotarkastelun perusteella iäkkäimmät vastaajat (48–76 vuotta) eivät olleet yhtä tavallisesti havainneet korkeaintensiteettisen kuormituksen nostavan verensokeria heti kuormituksen jälkeen kuin nuorimmat (18–30 vuotta) vastaajat ( $\chi^2=8,047$ ; df=2; p=0,017), iäkkäimpien vastatessa 1-5 asteikolla keskimäärin  $2,4 \pm 1,4$  verrattuna nuorimman ikäluokan vastauksien keskiarvoon  $3,5 \pm 1,5$ . Sen sijaan iäkkäimmät vastaajat (48–76 vuotta) olivat keskimäärin vahvemmin sitä mieltä, että kestävyysliikunta aiheuttaa verensokerin laskun kuin nuorin ikäluokka (asteikolla 1-5 vastattuna  $4,5 \pm 0,8$  vs.  $3,9 \pm 1,1$ ) ( $\chi^2=6,066$ ; df=2; p=0,032).

Avointen vastausten (n=44) keskuudesta nousi esille kestävyysliikunnan vaikutus verensokerin laskuun heti suorituksen jälkeen, mutta myös myöhemmin, kuten seuraavana yönä. Toisaalta myös kevyen pitkäkestoisen hyötyliikunnan oli havaittu aiheuttavan verensokerin laskua. Muutamat vastaajat kertoivat esimerkkinä havainneensa kuntosaliharjoituksen aiheuttaman verensokerin nousun heti suorituksen jälkeen. Toisaalta rasittavan kuntosaliharjoittelun jälkeen oli myös havaittu, että verensokerin lasku saattoi kestää pidempään kuin kestävyysliikunnan jälkeen. Tutkittavien kommentteja liikunnan vaikutuksesta verensokerin käyttäytymiseen olivat muun muassa seuraavat:

*”Raskas liikunta nostaa verensokeria mutta kevyempi ja pitkäkestoisempi liikunta laskee...”*

*”Voimaharjoittelun verensokeria tasapainottava positiivinen vaikutus näkyy vielä harjoitusta seuraavanakin päivänä.”*

*”Voimakas liikunta aiheuttaa verensokerin laskun yöaikaan.”*

### **7.2.1 Havainnot liikunnan vaikutuksesta verensokeriin**

Kysymyksen 7 (liite 4, sivu 4/11) väittämällä kuvattiin vastaajien näkemystä liikunnan vaikutuksesta verensokeriin ja insuliinin tarpeeseen. Enemmistö vastaajista (77,0 %) totesi havainneensa, että säännöllisempi liikkuminen auttaa verensokerin hallinnassa ja vähentää insuliinin tarvetta (90,8 %). Puolet (52,9 %) vastaajista oli myös havainnut, että erityisesti päivinä, jolloin he harrastavat liikuntaa, ilmenee heillä hypoglykemiaa. Sen sijaan, hyperglykemian ilmenemistä erityisesti päivinä, jolloin liikuntaa harrastetaan, ei ollut haivattu (72,4 %) (taulukko 11).

Vastaajista, joilla oli viimeisen kolmen kuukauden aikana ilmennyt hypoglykemiaa vähintään 4 kertaa kuukaudessa, heistä 69,4 % oli havainnut myös hypoglykemian ilmenemisen erityi-

sesti päivinä, jolloin harrastivat liikuntaa ( $p < 0,001$ ; Fisherin tarkka testi). Keskiarvotarkastelun perusteella vastaajat, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt harvemmin (0-1 krt/kk) viimeisen kolmen kuukauden aikana eivät olleet havainneet hypoglykemian ilmenemistä erityisesti päivinä, jolloin he harrastivat liikuntaa, toisin kuin henkilöt, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt vähintään 4 krt/kk ( $\chi^2=16,365$ ;  $df=2$ ;  $p < 0,001$ ). Vastaajat, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt 0-1 krt/kk, vastasivat asteikolla 1-5 keskiarvolla -ja hajonnalla  $2,2 \pm 1,0$ , kun taas vastaajat, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt 4 krt/kk, vastasivat keskiarvolla  $3,7 \pm 1,1$  (Mean Rank 23,82 vs. 52,18).

TAULUKKO 11. Havainnot liikunnan vaikutuksesta verensokerin vaihteluun ja insuliinin tarpeeseen. Kaikki vastaajat yhteensä.

<b>Havainnot liikunnan vaikutuksesta verensokeriin (n=87)</b>	keskiarvo ± keskihajonta (asteikko 1-5)	Ei pidä paikkaansa %	Ei osaa sanoa %	Pitää paikkaansa %
<b>7.1</b> Olen havainnut, että kun liikun säännöllisemmin, verensokerin vaihtelun hallinta on helpompaa.	3,9 ± 1,1	14,9 (n=13)	8,0 (n=7)	77,0 (n=67)
<b>7.2</b> Olen havainnut, että kun liikun enemmän, insuliinin tarve on vähäisempi	4,5 ± 0,8	3,4 (n=3)	5,7 (n=5)	90,8 (n=79)
<b>7.3</b> Olen havainnut, että erityisesti päivinä, jolloin liikun, minulla ilmenee hypoglykemiaa (alle 4 mmol/l).	3,2 ± 1,2	37,9 (n=33)	9,2 (n=8)	52,9 (n=46)
<b>7.4</b> Olen havainnut, että erityisesti päivinä, jolloin liikun, minulla ilmenee hyperglykemiaa (yli 15 mmol/l).	2,3 ± 1,2	72,4 (n=63)	4,6 (n=4)	23,0 (n=20)

Kokemus hyperglykemian ilmenemisestä päivinä, jolloin vastaajat harrastivat liikunta, erosi keskiarvotarkastelussa HbA1c-arvon mukaan ( $U=448,50$ ;  $p=0,008$ ). Vastaajat, joiden viimeisin laboratoriossa mitattu HbA1c-arvo oli yli 7,0 %, olivat hieman tavallisemmin havainneet hyperglykemiaa päivinä, jolloin he harrastivat liikuntaa verrattuna vastaajiin, joiden HbA1c-

arvo oli alle 7,0 % (vastauksien keskiarvo- ja keskihajonta asteikolla 1-5 vastattuna  $2,2 \pm 0,9$  vs.  $1,6 \pm 0,5$ ).

Kokonaisliikuntamäärää tarkasteltaessa havaittiin ryhmien välinen ero siinä, miten henkilöt olivat havainneet säännöllisemmän liikunnan edesauttavan verensokerin hallintaa (taulukko 11, kysymys 7.1). Keskiarvotarkastelun perusteella ero oli selvän 0-5 kertaa viikossa ja 11–20 kertaa viikossa liikuntaa harrastaneiden ryhmien välillä ( $\chi^2= 6,352$ ;  $df= 2$ ;  $p=0,040$ ) (Mean Rank 30,89 vs. 49,79). Liikuntaa 0-5 kertaa liikuntaa harrastaneet eivät olleet yhtä varmasti havainneet säännöllisen liikunnan yhteyttä helpompaan verensokerin hallintaan, kun taas 11–20 kertaa liikuntaa harrastaneet olivat keskimäärin lähes samaa mieltä väittämän kanssa (vastauksien keskiarvo –ja hajonta 1-5 asteikolla  $3,3 \pm 1,2$  vs.  $4,2 \pm 0,9$ ).

Tarkasteltaessa vastauksia rasittavan liikunnan määrän mukaan havaittiin myös ryhmien välisiä eroja siinä kuinka, vastaajat kokivat liikunnan helpottavan verensokerin hallintaa. Ryhmien vastausten välinen keskiarvo oli pienempi 0-2 kertaa viikossa (Mean Rank= 39,67), kuin vähintään 5 kertaa (Mean Rank=62,32) viikossa rasittavaa liikuntaa harrastaneiden välillä ( $\chi^2= 8,727$ ;  $df=2$ ;  $p=0,011$ ). Kaikki ( $n=11$ ) vähintään 5 kertaa viikossa rasittavaa liikuntaa harrastaneet olivat lähes tai täysin samaa mieltä siitä, että kun liikkuu enemmän, verensokerin hallinta liikunnan yhteydessä on helpompaa (vastauksien keskiarvo  $4,6 \pm 0,5$  asteikolla 1-5). Rasittavaa liikuntaa 0-2 kertaa viikossa harrastaneet olivat vastausten perusteella hieman epävarmempia väittämän kanssa, vaikkakin keskimäärin enemmän samaa kuin eri mieltä (vastauksien keskiarvo  $3,7 \pm 1,0$  asteikolla 1-5). Sen sijaan kevyen tai kuntoliikunnan määrän osalta ei havaittu tilastollisesti merkitsevää riippuvuutta vastauksen kohdalla, vaikkakin rishtiintaulukoinnin avulla nähdään, että enemmän liikkuvista enemmistö oli sitä mieltä, että onnistui verensokerin hallinnassa verrattuna vähemmän (0-2 krt/vk) liikkuviin.

### **7.2.2 Koettu onnistuminen verensokerin hallinnassa**

Liitteessä 7 on esitetty verensokerin hallinnan onnistumista käsittelevät väittämät yksitellen frekvenssinä, keskiarvona ja keskihajontana. Koettua onnistumista verensokerin hallinnassa

tarkasteltiin summamuuttujan avulla (taulukko 12). Kaikista vastaajista enemmistö (67,8 %) oli sitä mieltä, että onnistuu verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä. Tilastollisesti merkitsevää eroa ei havaittu iän, sukupuolen, hoitotasapainon tai diabeteksen keston suhteen. Sen sijaan viimeisen 3 kuukauden aikana ilmenneiden hypoglykemioiden osalta tilastollisesti merkitsevä ero oli havaittavissa. Vastaajat (n=50), joilla oli ilmennyt hieman harvemmin hypoglykemiaa eli 0-3 krt/kk, olivat vastausten perusteella hieman vahvemmin sitä mieltä, että onnistuivat verensokerin hallinnassa kuin vastaajat (n=36), joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt yli 4 krt/kk (U=625,50; p=0,007). Ero oli selvemmin havaittavissa, kun vertailu tehtiin vastaajien, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt 0-1 krt/kk ja yli 4 krt/kk, välillä ( $\chi^2=8,461$ ; df=2; p=0,013). Vastauksien perusteella havaitaan, että ryhmien välinen keskiarvo (Mean Rank=54,74) on suurempi vastaajien, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt 0-1 krt/kk kohdalla, kuin vastaajien kohdalla, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt yli 4 krt/kk (Mean Rank= 37,22). Asteikolla 1-5 vastattaessa vastauksien keskiarvot erosivat myös selvästi  $4,1 \pm 0,6$  vs.  $3,3 \pm 0,8$ .

TAULUKKO 12. Summamuuttuja koettu onnistuminen verensokerin hallinnassa sekä jaoteltuna kokonaisliikuntamäärän per viikko mukaan.

<b>Onnistun verensokerin hallinnassa</b>	keskiarvo ± keskihajonta <sup>1</sup>	min- max	1=Ei pidä paikkaansa %	2=Ei osaa sanoa %	3=Pitää paikkansa %
<b>Total (n=87)</b>	3,6 ± 0,7	1-5	23,0 (n =20)	9,2 (n=8)	67,8 (n=59)
<b>Kokonaisliikunta (n=87)<sup>2*</sup></b>					
0-5 krt/vk (n=14)	3,3 ± 0,6	2-4	35,7	21,4	42,9
6-10 krt/vk (n=40)	3,5 ± 0,9	1-5	30,0	0,0	70,0
11-20 krt/vk (n=33)	3,7 ± 0,6	3-5	9,1	15,2	75,8

<sup>1</sup> Summamuuttujan keskiarvo ja keskihajonta asteikolla 1-5 vastattuna

<sup>2</sup> Kaikki liikuntakerrat viikossa eri rasittavuudella laskettuna yhteen ilman rasittavuuden painostusta. Tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä asteikolla 1-3 (\*p=0,002 Fisherin tarkka testi).

Kokonaisliikunnan osalta eri ryhmien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevää eroa siinä, kuinka he kokivat onnistuvansa verensokerin hallinnassa (taulukko 12). Eniten (11–20 krt/vk) liikkuvista suurin osa (75,8 %) koki onnistuvansa verensokerin hallinnassa toisin kuin vähiten liikkuvista vain alle puolet (42,9 %) ( $p=0,002$ ; Fisherin tarkka testi). Keskiarvotarkastelussa suurin ero oli ryhmien 0-5 kertaa viikossa ( $n=14$ ) ja vähintään 11–20 kertaa viikossa liikuntaa harrastaneiden välillä ( $n=33$ ). Enemmän liikuntaa harrastaneiden vastaukset olivat hieman lähempänä vastausta, että onnistuvat verensokerin hallinnassa kuin vähemmän liikuntaa harrastaneet (asteikolla 1-5 vastattuna 3,7 vs. 3,3 taulukko 12). Kun liikuntakerrat painotettiin liikunnan rasittavuuden mukaan (viikoittainen kokonaisrasittavuus), ei tilastollista eroa havaittu eri ryhmien välillä.

Kun korrelaatiota tarkasteltiin väittämän 10.3 ja muiden kysymyksen 10 väittämien välillä, havaittiin vain heikko korrelaatio. Kysymyksen 10.1 eli *hallitsen verensokerin vaihtelun liikunnan yhteydessä* sekä 10.3 *olen tietoinen miten erilainen liikunta vaikuttaa verensokeriini* eivät korreloineet merkitsevästi keskenään ( $p=0,551$ ;  $r=0,065$ ; Spearman rho). Vastaava havainto tehtiin summamuuttujan koettu onnistuminen ja tietoisuus liikunnan vaikutuksesta (kysymys 10.3) verensokeriin välillä ( $p=0,006$ ;  $r=0,292$ ). Korrelaatio oli kuitenkin havaittavissa väittämän 10.4 ( $p=0,007$ ;  $r=0,289$ ) ja 10.5 ( $p=0,025$ ;  $r=0,241$ ) kanssa, jotka kuvasivat onnistumista liikunnan ajoituksen ja hiilihydraatti-iinsuliinisuhteen määrittämisessä liikunnan yhteydessä.

Painotetun viikoittaisen kokonaisrasituksen ja tietoisuuden erilaisen liikunnan välisestä vaikutuksesta verensokeriin (kysymys 10.3) välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhteys toisiinsa ( $\chi^2=7,317$ ;  $df=2$ ;  $p=0,022$ ). Tulosten mukaan ryhmien välinen keskiarvo oli suurempi ryhmällä, jonka painotettu viikoittainen kokonaisrasitus oli suurin eli 80–119 (Mean Rank=60,89), kuin ryhmällä, jolla kokonaisrasitus oli pienin (Mean Rank=39,87) tai keskimäisellä ryhmällä 40–79 (Mean Rank=44,60). Suurimman viikoittaisen kokonaisrasituksen ryhmä oli hieman varmemmin samaa mieltä siitä, että tietävät, kuinka liikunta vaikuttaa verensokeriin kuin muut pienemmän kokonaisrasituksen ryhmät (ryhmien vastauksien keskiarvo -ja hajonta asteikolla 1-5 vastattuna  $4,4 \pm 1,0$ ;  $3,9 \pm 0,9$  ja  $4,1 \pm 0,7$ ). Kuitenkin kaikista



vastaajista ilman luokittelua suurin osa (88,5 %) oli samaa tai lähes samaa mieltä väittämän kanssa.

Kysymyksen 9 vastauksien perusteella vaikein liikuntamuoto hallita verensokeria kuvattiin ensisijaisesti intensiiviseksi, rasittavaksi ja pitkäkestoiseksi. Vaikeimmaksi liikuntamuodoksi osoittautui rasittavaa tai hyvin rasittavaa, kestoltaan noin 60 minuuttia tai enemmän oleva kestävyysliikunta (73,2 %) (liite 6). Kestävyysliikuntamuotoina merkittävimmin esille nousi juoksu, pyöräily, hiihto sekä erilainen hyötyliikunta, kuten raskaat pihatyöt ja puunhakkuu. Myös reipas kävely mainittiin haasteelliseksi. Näiden lisäksi esille nousivat erilaiset palloilupelit ja voimaharjoittelu (kuntosali), jotka kuormitukseltaan olivat rasittavia tai kilpailutilanteita. Yksi vastaajista mainitsi haasteelliseksi kevyen hyötyliikunnan, kun se on kestoltaan hyvin pitkä eikä niin suunniteltu etukäteen. Esille nousi myös se, että liikuntamuodolla ei välttämättä ole väliä, vaan hankaluuden aiheuttaa nimenomaan suunnittelemattomuus ja tietämättömyys liikunnan rasittavuudesta etukäteen. Vastaajat kommentoivat vaikeinta liikuntamuotoa esimerkiksi seuraavasti:

*”Pitkäkestoinen (n. 5-6 tuntia) shoppailupäivä kaupungilla, jolloin huomaamatta tulee käveltyä jatkuvasti ja pitkänkin matkan.”*

*”Mikä tahansa 1) epäsäännöllinen 2) rytmiltään ennakoimaton”*

Helpoin liikuntamuoto hallita verensokerin vaihtelua oli kevyt tai kuntoilutyypinen kävely, joka oli kestoltaan maksimissaan 60 minuuttia (71,8 %) (liite 6). Kävelyn ohella kevyt hyötyliikunta, kuten kotityöt, puutarhanhoito ja työmatkapyöräily todettiin olevan helpoimpia liikuntamuotoja. Muutama vastaajista (16,5 %) ilmoitti voimaharjoittelun (kuntosali) olevan helpoin liikuntamuoto. Helpointa liikuntamuotoa vastaajat kuvasivat muun muassa seuraavalla tavalla:

*”Tasavauhtinen kestävyysliikunta.”*

*”Mikä tahansa jota harrastaa säännöllisesti ja jonka rytmin pystyy itse määräämään.”*

### **7.3 Haasteet verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä**

Kysymyksessä 11 selvitettiin päivittäin verensokerin hallinnassa askarruttavia asioita (liite 8). Eri väittämien kohdalla vastaukset jakautuivat varsin tasaisesti luokiteltuina ääripäihin ”*ei pidä paikkaansa*” ja ”*pitää paikkansa*” (liite 8). Kuitenkin suurimmassa osassa väittämistä enemmistö oli sitä mieltä, etteivät kysytyt asiat, kuten liikunnan ajoitus, hiilihydraattien määrä ja hypoglykemian ilmeneminen askarruttaneet heitä päivinä, jolloin he harrastavat liikuntaa. Selvin ero vastauksissa oli kysymyksen hyperglykemian ilmenemisestä kohdalla. Siinä 64,4 % (n=56) vastaajista oli sitä mieltä, ettei hyperglykemian ilmeneminen liikunnan jälkeen askarruttanut heitä. Sen sijaan enemmistö vastaajista (59,8 %) koki, että spontaanin liikunnan vaikutus verensokerin hallintaan, oli päivittäin askarruttava asia. Oikean insuliiniannoksen määrittäminen liikunnan yhteydessä jakoi vastaukset ääripäiden välillä lähes tasan. Vastaajista 48,3 % (n=42) oli sitä mieltä, ettei insuliiniannoksen muutos askarruttanut heitä, kun taas 49,4 % oli sitä mieltä, se oli mietityttävä asia päivinä, jolloin he harrastivat liikuntaa. (liite 8.)

#### **7.3.1 Koetut haasteet verensokerin hallinnassa**

Summamuuttujan *haasteiden kokeminen* avulla selvitettiin vastaajien kokemuksia, heitä askarruttavista tekijöistä päivinä, jolloin he harrastivat liikuntaa (taulukko 13). Yleisesti vastaukset luokiteltuna kolmeen luokkaan jakautuivat varsin tasaisesti. Lähes puolet vastaajista (49,4 %) oli sitä mieltä, etteivät heitä askarruta päätökset verensokerin hallintaan liittyen. Tilastollisesti merkitsevää eroa ei havaittu liikunnan määrän osalta, kun se tarkasteltiin kokonaisliikuntamäärän ja painotetun kokonaisrasittavuuden kohdalla. Myöskään eri rasittavuustasoilla ei havaittu liikunnan määrällä tilastollista merkitsevyyttä. Kun vastaukset luokiteltiin kokonaisliikunnan mukaan, lähes kaikki vastaukset asettuivat keskiarvoltaan 5-portaisen asteikon keskiosaan (taulukko 13). Kuitenkin vähemmän (0-5 krt/vk) liikkuvista enemmistö

(57,1 %) ilmoitti, että heitä askarruttivat verensokerin hallintaan liittyvät päätökset päivinä, jolloin he harrastavat liikuntaa, toisin kuin eniten (11–20 krt/vk) liikkuvia (57,6 %) (taulukko 13).

TAULUKKO 13. Summamuuttuja koetut haasteet verensokerin hallinnassa. Kaikki vastaukset on esitetty tiivistettynä ja vastaukset luokiteltu kokonaisliikunnan mukaan.

<b>Haasteita verensokerin hallinnassa</b>	keskiarvo ± keskihajonta <sup>1</sup>	min- max	1=Ei pidä paikkaansa %	2=Ei osaa sanoa %	3=Pitää paikkansa %
<b>Total (n=87)</b>	2,8 ± 1,0	1-5	49,4 (n=43)	5,7 (n=5)	44,8 (n=39)
<b>Kokonaisliikuntamäärä (n=87)<sup>2</sup></b>					
0-5 krt/vk (n=14)	3,1 ± 1,0	1-4	35,7	7,1	57,1
6-10 krt/vk (n=40)	3,1 ± 1,0	1-5	47,5	2,5	50,0
11–20 krt/vk (n=33)	2,7 ± 1,1	1-5	57,6	9,1	33,3

<sup>1</sup> Summamuuttujan vastauksien keskiarvo ja keskihajonta asteikolla 1-5. Arvo 5 kuvaa, että vastaajia askarruttavat päätökset verensokerin hallintaan liittyen liikunnan yhteydessä.

<sup>2</sup> Kaikki liikuntakerrat viikossa eri rasittavuudella laskettuna yhteen ilman rasittavuuden painostusta. Ei tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien välillä (p=0,330 Fisherin tarkka testi).

Keskiarvotarkastelussa vastaukset erosivat taustatietojen osalta ilmoitetun hypoglykemian ilmenemisen mukaan. Vastaajat, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt 0-3 krt/kk (n=50), heillä vastauksien keskiarvo oli pienempi, kuin vastaajilla (n=36), joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt vähintään 4 krt/kk (Mean Rank=38,49 vs. 50,46) (U=649,50; p=0,022). Vastaajia, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt hieman harvemmin (0-3 krt/kk), eivät verensokerin hallinnan osatekijät askarruttaneet yhtä paljon kuin vastaajia, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt hieman useammin (vähintään 4 krt/kk), kun katsotaan asteikolla 1-5 annettujen vastauksien keskiarvoja ryhmien välillä (2,7 ± 1,0 vs. 3,3 ± 1,0). Muiden taustamuuttujien kohdalla ei tilastollisesti merkitsevää riippuvuutta tai keskiarvotarkastelun perusteella ryhmien välisiä eroja havaittu summamuuttujan vastauksen kanssa.

TAULUKKO 14. Merkittävimmät haasteet verensokerin hallinnassa. Yksittäiset vastaukset on ensiksi luokiteltu ja sen jälkeen tiivistetty yhteisiin luokkiin (liite 9). Taulukossa on esitetty 4 merkittävintä luokkaa määritettynä vastauksien perusteella.

<b>Merkittävimmät haasteet verensokerin hallinnassa (n=87)</b>			
<b>Yhteinen luokka<sup>1</sup></b>	<b>n (%)</b>	<b>Viikoittainen kokonaisliikuntamäärä (%)<sup>2</sup></b>	
		<b>0-5 krt/vk</b>	<b>11-20 krt/vk</b>
1. Insuliini ja tai hiilihydraattien tarve tai muutos	21 (24,1)	<b>35,7</b>	18,2
2. Verensokerin ylläpito normaaleissa rajoissa, ilman hyper- tai hypoglykemiaa	16 (18,4)	0	<b>24,2</b>
3. Ymmärrys liikunnan vaikutuksesta verensokeriin	14 (16,1)	21,4	18,2
4. Verensokeritason hallinta liikunnan jälkeen	10 (11,5)	7,1	18,2

<sup>1</sup> Luokittelu perustuu avoimiin vastauksiin (liite 9).

<sup>2</sup> Ei tilastollisesti merkitsevää eroa ( $p=1,131$ , Fisherin tarkka testi)

Merkittävimmät haasteet verensokerin hallinnassa (kysymys 12) on luokiteltu liitteessä 9. Merkittävimpiä haasteita verensokerin hallinnassa ilmeni useita, joista suurimmaksi ryhmäksi muodostuivat hiilihydraattien tarpeen määrittämiseen ja insuliiniannostuksen muutostarpeen arvioimiseen liittyvät haasteet (n=21) (taulukko 14). Haasteina pidettiin oikean hiilihydraattimäärän arvioimista suhteessa liikunnan rasittavuuteen sekä hypoglykemian välttämiseksi että liiallisen hiilihydraattien syömisen välttämiseksi. Insuliiniannostuksen osalta haasteiksi nousivat esille pikainsuliinin muutostarve ennen liikuntaa, mutta myös pitkävaikutteisen insuliinin muutoksen ennakointi jo edellisenä päivänä. Erityisesti päätös insuliinimuutoksesta todettiin vaikeaksi pitkäkestoisten liikuntasuoritusten yhteydessä. Toisena merkittävänä haasteena nousi esille yleisesti verensokerin ylläpito normaaleissa rajoissa liikunnan yhteydessä (n=16), missä hypoglykemian välttäminen oli eniten vastattu haaste (n=11). Haasteena liikunnan kannalta pidettiin myös liian korkeaa verensokeria. (liite 9 ja taulukko 14.)

Verensokerin käyttäytyminen liikunnan yhteydessä todettiin olevan vaihtelevaa päivästä riippuen huolimatta samalaisesta valmistautumisesta (n=6) (liite 9). Tähän liittyen onnistuminen oikeassa verensokeritasossa ennen liikuntaa koettiin vaikeaksi. Liikunnan jälkeisen verensokeritason hallinnassa haasteena nähtiin muun muassa hyperglykemian tasoittaminen ja toisaalta yöllisen hypoglykemian välttäminen. Merkittävimmän neljän luokan (taulukko 14) ulkopuolelta suunnittelemaan liikuntaa ja sen aiheuttama hypoglykemia sekä liikunnan ja ruokailun ajoittaminen olivat myös merkittävien haasteiden joukossa (liite 9). Vastaajat kommentoivat merkittäviä haasteita verensokerin hallinnassa esimerkiksi seuraavasti:

*”...Koskaan ei kuitenkaan voi olla sata prosenttisen varma, että verensokeri käyttäytyy juuri niin kuin on odottanut...”*

*”Tankattava ravinto/hiilihydraatti suhteessa liikunnan raskauteen mietityttää, eli tankkaus ongelmallinen...”*

Taulukossa 14 on esitetty myös merkittävimmät haasteet viimeisen 3 kuukauden aikana ilmoitetun kokonaisliikunnan määrän mukaan. Merkittävimmät haasteet käsiteltiin yksittäisten vastausten analysoinnin perusteella tehtyjen luokkien mukaan (liite 9). Eniten eli 11–20 kertaa viikossa liikkuvien (n=33) osalta merkittävimmät haasteet olivat taulukossa 14 esitettyjen neljän luokan joukossa. Vastaukset kuitenkin jakautuivat varsin tasaisesti. Vähiten eli 0-5 kertaa viikossa liikkuvien (n=14) osalta merkittävimäksi haasteeksi nousi insuliini- ja hiilihydraattimuutosten määrittäminen (35,7 %). Toiseksi merkittävimänä haasteena he kokivat ymmärryksen puutteen liikunnan vaikutuksesta verensokerin hallintaan (21,4 %). Tässä esimerkiksi verensokerin käyttäytymisen vaikea ennalta-arvaamattomuus sekä oikean verensokeritason määrittäminen ennen liikuntaa ilmoitettiin haasteeksi. Lisäksi 0-5 kertaa liikkuvien ryhmästä 21,4 % vastauksista sijoittuivat muuta kategoriaan (liite 9). Tilastollisesti merkitsevää eroa ei havaittu ryhmien välillä kokonaisliikuntamäärän osalta.

## 7.4 Tyypilliset toimintatavat verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä

Tavallisimmat toimintatavat hallita verensokerin vaihtelua liikunnan yhteydessä jaettiin kolmeen osa-alueeseen: liikunnan ajoitus, hiilihydraatit ja insuliini sekä verensokerin mittaus. Yksittäisten kysymysten vastauksien frekvenssit ovat esitetty liitteessä 10. Liikunnan ajoitukseen liittyen vastaajat (n=66) olivat yleisesti sitä mieltä, että heillä on tapana huolehtia normaalista verensokeritasosta ennen liikuntaa (kysymys 14.1). Liikuntasuorituksen etukäteen suunnittelu (kysymys 14.5) oli myös enemmistön (n=53) mukaan tavallinen toimintatapa (taulukko 15). Liikunnan harrastamista myöhään illalla (kysymys 14.1) vältti vastaajista 40,2 % (n=35), toisin kuin 49,4 % (n=43) vastaajista ei (liite 10).

Vastaajien mukaan heille on tavallista nauttia hiilihydraatteja perustuen verensokerin mittauslukemaan ennen liikuntaa 87 % (n=76) sekä liikunnan jälkeen 61 % (n=53). Insuliinin määrän vähentäminen sekä ennen 66 % (n=57) että jälkeen 63 % (n=55) liikuntasuorituksen kuuluivat enemmistön tavallisiin toimintatapoihin (taulukko 15). Noin puolet vastaajista (54,0 %) totesi pyrkivänsä normaalia korkeampaan verensokeriin liikunnan aikana ja nauttivansa hiilihydraatteja liikunnan aikana (50,6 %). Sen sijaan muutoksien tekeminen insuliiniannostukseen liikunnan ympärillä lisähiilihydraattien nauttimisen sijaan jakoi mielipiteitä. Vastaajista 43,7 % (n=38) ilmoittivat tavallisesti suosivansa insuliiniannoksen muutoksia kuin nauttivansa hiilihydraatteja (liite 10). Lähes kaikki vastaajista 89,7 % (n=78) pyrkivät pitämään verensokerin tavoitetasossa. Verensokerin mittaus ennen liikuntaa ja liikuntasuorituksen jälkeen kuuluivat vastausten mukaan tavallisiin toimiin. Lisäksi verensokerin ilmoittivat mittaavansa vähintään 5 kertaa päivässä 70 % (n=61) vastaajista (taulukko 15). Noin puolet vastaajista ilmoitti myös tavallisesti mittaavansa verensokeria useammin päivinä, jolloin liikkuvat (57,5 %; n=50) sekä toisaalta uusien liikuntalajien kohdalla (50,6; n=44) (liite 10).

TAULUKKO 15. Tavalliset toimenpiteet verensokerin hallitsemiseksi, joista selvä enemmistö ( $\geq 60\%$ ) oli samaa mieltä. (n=87)

Tavalliset toimenpiteet	Pitää paikkansa (%) <sup>1</sup>
<b><u>Liikunnan ajoitus:</u></b>	
14.3. Ennen liikuntasuorituksen aloittamista huolehdin, että verensokerini on normaaleissa rajoissa.	76
14.4. Suosin tavallisesti normaalia korkeampaa verensokeria liikuntaa aloittaessani	70
14.5. Suunnittelen liikuntasuorituksen etukäteen.	61
14.6. Olen tietoinen, milloin voin lähteä liikkumaan insuliiniannoksen jälkeen.	78
<b><u>Hiilihydraatit ja insuliini:</u></b>	
15.2. Nautin hiilihydraatteja liikunnan jälkeen viimeistään 30 min kuluttua suorituksen päättymisestä välttääkseni verensokerin laskun.	61
15.3. Syön tarvittaessa ennen liikuntaa hiilihydraattia määrän (grammoina), joka perustuu verensokerin mittaustulokseen.	87
15.5. Vähennän tavallisesti insuliinin määrää ennen liikuntasuoritusta.	66
15.6. Teen tavallisesti muutoksia insuliini-annokseen liikunnan jälkeen.	63
<b><u>Verensokerin mittaus:</u></b>	
16.1. Mittaan verensokerini päivittäin vähintään 5 kertaa.	70
16.2. Huolehdin verensokeritasoni ylläpitämisestä tavoitearvoissani.	90
16.4. Mittaan verensokerini ennen liikunta-suoritusta.	86
16.6. Mittaan verensokerini heti liikunta-suorituksen jälkeen.	62

<sup>1</sup> Asteikko 1-3, jossa vastaukset 1-2 yhdistetty *ei pidä paikkaansa* -ja 4-5 yhdistetty *pitää paikkansa* -luokaksi.

Tavallisiin toimintatapoihin verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä eivät selvästikään kuuluneet liikunnan harrastaminen aamulla ennen aamupalaa ja ateriainsuliinia (83 %) eikä verensokerimittausten ja liikuntapäiväkirjan ylläpito (82 %) (taulukko 16). Myöskään verensokerin seuranta liikunnan aikana ei kuulunut vastaajien yleisiin toimintatapoihin (74 %). Korkean verensokerin takia vastaajat eivät myöskään tavallisesti siirrä liikuntasuoritusta (77 %) (taulukko 16). Sen sijaan tavallista korkeamman verensokerin suosiminen ennen liikuntaa oli tavallisempaa (70 %) (taulukko 15).

TAULUKKO 16. Tavalliset toimenpiteet verensokerin hallitsemiseksi, joista selvä enemmistö ( $\geq 60\%$ ) oli eri mieltä. (n=87)

Tavalliset toimenpiteet	Ei pidä paikkaansa (%) <sup>2</sup>
<b><u>Liikunnan ajoitus:</u></b>	
14.2. Suosin liikunnan harrastamista aamulla ennen aamupalaa ja insuliinipistosta.	83
14.7 Siirrän liikunnan aloittamista, jos verensokerini on yli 15 mmol/l.	77
<b><u>Verensokerin mittaus:</u></b>	
16.3. En välitä siitä, että verensokeritasoni vaihtelee päivittäin tavoitearvojeni ulkopuolella <sup>1</sup>	74
16.5. Seuraan verensokeriani liikunnan yhteydessä	74
16.9. Pidän yllä liikuntapäiväkirjaa yhdessä verensokerimittausten kanssa.	82

<sup>1</sup>Alkuperäinen asteikko. Ei käännetty.

<sup>2</sup> Asteikko 1-3, jossa vastaukset 1-2 yhdistetty *ei pidä paikkaansa* ja 4-5 yhdistetty *pitää paikkansa* luokaksi.

#### 7.4.1 Liikunnan ajoitus

Toimintatapana liikunnan harrastamisen välttäminen myöhään illalla (kysymys 14.1) erosi hieman nuorimpien ja vanhimpien vastaajien keskuudessa. Vastaajat iältään 18–30 vuotta ilmoittivat, etteivät välttä liikunnan harrastamista myöhään illalla yhtä tavallisesti kuin vanhimmat vastaajat eli iältään 48–76 vuotiaat ( $\chi^2=8,785$ ;  $df=2$ ;  $p=0,011$ ). Selvä ero oli havaittavissa näiden ryhmien välisten vastausten keskiarvoissa (Mean Rank= 34,43 vs. 53,74 ja asteikolla 1-5 vastattuna  $2,3 \pm 1,5$  vs.  $3,4 \pm 1,3$ ). Puolestaan hypoglykemian ilmenemisen useus näytti vaikuttavan henkilöiden tapaan suunnitella liikuntasuoritus etukäteen (kysymys 14.5). Keskiarvotarkastelun mukaan vastaajille, joilla oli viimeisen kolmen kuukauden aikana ilmennyt hypoglykemiaa vähintään 4 kertaa kuukaudessa, liikunnan suunnittelu etukäteen oli hieman tavallisempaa kuin vastaajille, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt 0-3 kertaa kuukaudessa (Mean Rank=50,29 vs. 38,61 ja asteikolla 1-5 vastattuna  $3,8 \pm 1,3$  vs.  $3,1 \pm 1,3$ ) ( $U=655,50$ ;  $p=0,025$ ).



Verensokerin ylläpitäminen normaaleissa rajoissa ennen liikuntasuoritusta (kysymys 14.3) jakoi hieman mielipiteitä kokonaisliikuntamäärän osalta eniten eli 11–20 krt/vk ja vähiten eli 0-5 krt/vk liikkuvien välillä (Mean Rank=54,41 vs. 34,29) ( $\chi^2=10,597$ ;  $df=2$ ;  $p=0,004$ ). Vastajat, jotka ilmoittivat liikkuneensa viimeisen kolmen kuukauden aikana vähintään 11–20 kertaa viikossa, olivat sitä mieltä, että huolehtivat tavallisesti siitä, että verensokeri on normaaleissa rajoissa ennen liikunnan aloittamista, kun taas 0-5 kertaa viikossa liikkuneet eivät pitäneet toimintatapaa aivan niin tavallisena (keskiarvo -ja hajonta asteikolla 1-5 vastattuna  $4,4 \pm 1,3$  vs.  $3,4 \pm 1,0$ ). Vastaava ero havaittiin myös, kun vertailtiin ryhmiä viikoittaisen liikunnan kokonaisrasittavuuden mukaan. Vastajille, joiden viikoittainen liikunnan kokonaisrasittavuus oli pienimmässä (0-39) tai keskimmaisessä luokassa (40–79), verensokerin normaalitasosta huolehtiminen liikuntaa ennen ei ollut aivan yhtä tavallista, toisin kuin vastaajat, joiden viikoittainen liikunnan kokonaisrasittavuus oli suurin viimeisen kolmen kuukauden aikana (80–120) (Mean Rank=35,51 vs. 49,24 vs. 62,67) ( $\chi^2=12,683$ ;  $df=2$ ;  $p=0,001$ ). Myös vähintään 5 kertaa tai 3-4 kertaa viikossa verrattuna 0-2 kertaa rasittavaa liikuntaa harrastaneisiin olivat selvemmin sitä mieltä, että huolehtivat normaalista verensokerista ennen liikuntaa (vastauksien keskiarvo- ja hajonta asteikolla 1-5 vastattuna  $4,6 \pm 0,9$  vs.  $4,30 \pm 1,0$  vs.  $3,6 \pm 1,3$ ) ( $\chi^2=9,535$ ;  $df=2$ ;  $p=0,007$ ).

Liikuntasuorituksen ajoitukseen liittyvään päätöksen tekoon (kysymys 13) näyttäisi ensisijaisesti vaikuttavan muu elämä eikä niinkään diabetes. Liikunta ilmoitettiin vastaajien mukaan ajoitettavan oman päivärytmin, perheen ja töiden puitteissa, mihin vaikutti myös oma mielenkiinto lähteä liikkumaan ( $n=46$ ). Osa henkilöistä ( $n=19$ ) ilmoitti, että ajoittavat liikunnan mielellään noin tunnin tai vähintään puoli tuntia ruokailusta. Osalle vastaajista kaksi tuntia ruokailusta ja insuliiniannoksesta oli tyypillinen ajoitus. Myös aamupalan jälkeen liikunta sopi hyvin muutamalle vastaajalle ( $n=7$ ). Monesti liikuntasuoritus kerrottiin olevan etukäteen suunniteltu esimerkiksi harrastettaessa joukkuelajeja, jolloin liikunta on valmiiksi osa päivärytmiä. Perusteita päätökselle liikunnan ajoitukseen liittyen vastaajat kuvasivat esimerkiksi seuraavasti:

*”Ei ole mitään tiettyä aikaa milloin liikuntaa ”pitäisi” harrastaa. Menee muiden aikataulujen puitteissa.”*

*”n 2h ruokailun jälkeen tai n. 2h ennen nukkumaanmenoa.”*

#### **7.4.2 Hiilihydraatit ja insuliini**

Taulukossa 17 on esitetty havaittuja ryhmien välisiä eroja hiilihydraattien ja insuliinin annosteluun liittyvissä toimintavoissa. Sukupuolien välinen ero havaittiin tavassa nauttia hiilihydraatteja liikunnan jälkeen (kysymys 15.2). Naisten keskiarvo jäi pienemmäksi kuin miesten naisten vastatessa, ettei hiilihydraattien nauttiminen heti liikunnan jälkeen ollut heille aivan niin tavallista, kuin miesten keskuudessa (Mean Rank=37,52 vs. 47,96) ( $U=677,00$ ;  $df= 2$ ;  $p=0,047$ ) (taulukko 17).

Kysymyksen 15.4 vastauksien perusteella naisista ( $n=33$ ) suurin osa 72,7 % ilmoitti, ettei tavallisesti nauti hiilihydraatteja liikunnan yhteydessä, toisin kuin miehistä ( $n=54$ ) yli puolet 66,7 % ilmoitti nauttivansa hiilihydraatteja ( $p < 0,001$ ; Fisherin tarkka testi). Vastauksien keskiarvot erosivat myös naisten ja miesten välillä (Mean Rank=33,30 vs. 50,54) ( $U=538,00$ ;  $p=0,001$ ), vaikkakin molempien ryhmien vastauksien keskiarvot asteikolla 1-5 sijoittuivat lähemmäksi *-ei pidä paikkaansa* vastausta (taulukko 17). Kun miesten ja naisten välistä toimintatapaa nauttia hiilihydraatteja liikunnan aikana (kysymys 15.4) tarkasteltiin viikoittaisen kokonaisrasituksen mukaan, havaittiin, että naisista, joilla viimeisen 3 kuukauden aikana viikoittainen liikunnan kokonaisrasittavuustaso oli 0-39, heistä enemmistö (85,7 %) ilmoitti, ettei nauti hiilihydraatteja liikunnan yhteydessä. Vastaava luku miehille oli vain 35,7 % ( $p=0,003$ ; Fisherin tarkka testi). Vastaava ero havaittiin myös viikoittaisen kokonaisrasittavuuden tasolla 40–79. Miehistä 75 % ilmoitti nauttivansa aina tai lähes aina hiilihydraatteja liikunnan aikana, kun taas naisista näin ilmoitti tekevänsä vain 31,3 % ( $p=0,008$ ; Fisherin tarkka testi). Sen sijaan suurimman viikoittaisen kokonaisrasittavuuden kohdalla (80–120) tilastollisesti merkitsevää eroa ei havaittu.

Keskiarvotarkastelun perusteella havaittiin eroa tavassa vähentää insuliinin määrää ennen liikuntasuoritusta (kysymys 15.5.) hyvin rasittavaa liikuntaa harrastaneiden välillä (taulukko 17). Sekä 0-2 että 3-4 kertaa viikossa hyvin rasittavaa liikuntaa harrastaneet vastasivat lähemmäksi sitä, etteivät he tavallisesti vähennä insuliiniannostusta ennen liikuntaa kuin vähintään 5 kertaa viikossa hyvin rasittavaa liikuntaa harrastaneet (Mean Rank=42,56 vs. 40,00 vs. 68,60) ( $\chi^2=5,809$ ;  $df=2$ ;  $p=0,050$ ). Insuliinin vähennys ennen liikuntaa (kysymys 15.5) erosi myös sukupuolen mukaan (taulukko 17). Naisista melkein puolet 45,5 % ilmoitti, ettei tavallisesti vähennä insuliinia ennen liikuntasuoritusta, kun taas miehistä 74 % ilmoitti, että insuliinin vähentäminen on heille tyypillinen tapa ( $p=0,047$ ; Fisherin tarkka testi). Keskiarvotarkastelussa asteikolla 1-5 vastattuna vastauksien keskiarvot eivät enää eronneet toisistaan niin voimakkaasti miesten ja naisten välillä (2,1 vs. 2,5 taulukko 17). Ero oli merkitsevä etenkin viikoittaisen kokonaisrasituksen mukaan vain vähiten liikkuvien (0-39) kohdalla ( $p=0,020$ ; Fisherin tarkka testi), kun vertailu tehtiin sukupuolen välillä. Kokonaisrasittavuudeltaan enemmän liikkuvien, eli 40-79 tai 80-120 luokkiin kuuluvien, miesten ja naisten välillä tilastollisesti merkitsevää eroa ei havaittu. Sama voidaan havaita viikoittaisten liikuntakertojen kohdalla, missä vastaava ero sukupuolten välillä oli havaittavissa vain vähiten liikkuvien (0-5 krt/vk) joukossa eikä enää 6-10 tai 11-20 krt/vk liikkuvien kohdalla ( $p=0,027$ ; Fisherin tarkka testi).

Hypoglykemian ilmenemisen määrä viimeisen kolmen kuukauden aikana näytti vaikuttavan siihen, kuinka tavallinen tapa insuliinin vähentäminen oli ennen liikuntaa. Vastaajat, joilla oli ilmennyt vähiten hypoglykemiaa (0-1 krt/kk) viimeisen kolmen kuukauden aikana ilmoittivat, etteivät aivan yhtä tavallisesti vähentäneet insuliinia ennen liikuntasuoritusta kuin vastaajat, joilla hypoglykemiaa ilmeni useammin eli 2-3 krt/kk tai vähintään 4 krt/kk (1,9 vs. 2,4 vs. 2,5 taulukko 17) ( $\chi^2=6,711$ ;  $df=2$ ;  $p=0,033$ ). Vastaajat, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt useammin (2-3 krt/kk tai väh. 4 krt/kk) tekivät vastauksien mukaan myös mieluummin muutoksia insuliiniannostuksiin, kuin söivät hiilihydraatteja, toisin kuin vähemmän (0-1 krt/kk) hypoglykemiasta kärsineet ( $\chi^2=6,477$ ;  $df=2$ ;  $p=0,038$ ).

Keskiarvotarkastelussa rasittavaa liikuntaa 0-2 krt/vk sekä vähintään 5 krt/vk harrastaneiden välillä havaittiin eroa siinä, tekevätkö he tavallisesti muutoksia insuliiniannostukseen liikunnan jälkeen (Mean Rank=42,76 vs. 62,00) ( $\chi^2= 7,791$ ; df= 2; p=0,018). Vähemmän (0-2 krt/vk) rasittavaa liikuntaa harrastaneet (n=56) vastasivat, ettei insuliiniannostuksen vähentäminen ole niin tavallista, kuin vähintään 5 kertaa viikossa (n=11) rasittavaa liikuntaa harrastaneilla (2,3 vs. 2,9 taulukko 17).

TAULUKKO 17. Tavalliset toimenpiteet verensokerin hallitsemiseksi, hiilihydraatit ja insuliini. Havaitut erot ryhmien välillä. (n=87)

Tavalliset toimenpiteet	ka ± kh <sup>1</sup>	p <sup>2</sup>
<b>15.2 Nautin hiilihydraatteja liikunnan jälkeen viimeistään 30 min kuluttua suorituksen päättymisestä välttääkseni verensokerin laskun.</b>		
Nainen	2,0 ± 1,0	0,047
Mies	2,5 ± 0,8	
<b>15.4. Nautin liikuntasuorituksen aikana hiilihydraatteja hypoglykemian (alle 4mmol/l) välttämiseksi.</b>		
Nainen	1,5 ± 0,9	0,001
Mies	2,4 ± 0,9	
<b>15.5 Vähennän tavallisesti insuliinin määrää ennen liikuntasuoritusta.</b>		
0-2 krt/vk hyvin rasittavaa liikuntaa	2,3 ± 0,9	0,050
vähintään 5 krt/vk hyvin rasittavaa liikuntaa	3,0 ± 0,0	
Hypoglykemian ilmeneminen 0-1 krt/kk	1,9 ± 1,0	0,033
Hypoglykemian ilmeneminen väh. 4 krt/kk	2,5 ± 0,8	
Nainen	2,1 ± 1,0	0,058
Mies	2,5 ± 0,8	(0,047,Fisher)
<b>15.6. Teen tavallisesti muutoksia insuliiniannokseen liikunnan jälkeen.</b>		
0-2 krt/vk rasittavaa liikuntaa	2,3 ± 0,9	0,018
vähintään 5 krt/vk rasittavaa liikuntaa	2,9 ± 0,3	

<sup>1</sup> Vastauksien keskiarvo (ka) ja keskihajonta (kh) asteikolla 1-5 vastattuna. 1-ei pidä paikkaansa, 5-pitää täysi paikkansa

<sup>2</sup> Tulokset keskiarvotarkastelun perusteella. Kruskal-Wallis tai Mann Whitney U-testi

Hiilihydraattitarpeen ja insuliinimuutoksien perusteena vastaajat pitivät ensisijaisesti verensokerin mittausta ennen ja jälkeen liikuntasuorituksen (n=30) sekä liikunnan keston ja rasittavuuden arviointia (n=25). Vastauksien perusteella insuliinia, erityisesti ateriainsuliinia, vähennetään tavallisesti ennen liikuntaa, mutta pitkäkestoisen ja rasittavan liikunnan yhteydessä insuliinin muutos on tehtävä jo edellisenä iltana riippuen, milloin liikuntaa tullaan harastamaan. Vastauksien mukaan hiilihydraattien määrää lisätään tavallisesti ennen liikuntasuoritusta ja liikunnan aikana mukana pidetään lisähiilihydraatteja tarpeen varalle. Muutama vastaajista ilmoitti, että he pyrkivät siihen, ettei hiilihydraatteja tule nautittua turhaan liikaa. He pyrkivät enemmän huomiomaan ruokailut ja liikunnan hyvin yhteen. Vastaajat kuvasivat perusteita päätöksille liittyen hiilihydraatti- ja insuliiniannosten muutoksille seuraavasti:

*”Mittaatan aina sokerin ennen ja jälkeen harjoituksen ja syön runsaammin hiilareita urheilun jälkeen.”*

*”Tulevan harjoitteen kesto/rasitus määrittää hiilarien tarpeen.”*

*”Liikuntamäärän ja verensokerin arvon mukaan (sekä balanssi hiilihydraattien kanssa)”*

### **7.4.3 Verensokerin mittaus**

Kaikki vastaajat huomioiden enemmistö (62,1 %) oli sitä mieltä, että heillä on tapana seurata verensokeria liikunnan ympärillä, kun tarkastelu tehtiin summamuuttujan ”verensokerin seuranta” avulla (taulukko 18). Erityisesti eniten liikkuvien (11–20 krt/vk) vastaajien mukaan (81,8 %) heillä oli tapana seurata verensokeria liikunnan ympärillä. Sen sijaan 0-5 kertaa viikossa (42,9 %) ja 6-10 kertaa viikossa (42,5 %) liikkuville verensokerin seuranta liikunnan yhteydessä ei ollut niin tavallista. (p=0,012; Fisherin tarkka testi.) Keskiarvotarkastelussa ero edellä mainittujen ryhmien vastauksissa oli myös havaittavissa. Eniten liikkuvien (11–20 krt/vk) vastaus oli hieman lähempänä yhtä mielisyyttä sen kanssa, että heillä on tapana seurata verensokeria liikunnan yhteydessä kuin vähiten liikkuvien (0-5 krt/vk) keskuudessa (3,8 vs.

3,1 taulukko 18) ( $\chi^2=7,252$ ;  $df=2$ ;  $p=0,025$ ). Vastauksien frekvenssit verensokerin seurantaan liittyen on esitetty liitteessä 10.

TAULUKKO 18. Summamuuttuja verensokerin seuranta liikunnan yhteydessä. Havaitut erot ryhmien välillä.

<b>Summamuuttuja: Verensokerin seuranta</b>	keskiarvo ± keskihajonta <sup>1</sup>	min- max	1=Ei pidä paikkaansa % <sup>2</sup>	2=Ei osaa sanoa %	3=Pitää paikkansa %
<b>Total (n=87)</b>	3,4 ± 0,9	1-5	31,0 (n=27)	6,9 (n=6)	62,1 (n=54)
<b>Kokonaisliikunta (n=87)<sup>3*</sup></b>					
0-5 krt/vk (n=14)	3,1 ± 0,7	2-4	42,9	14,3	42,9
6-10 krt/vk (n=40)	3,3 ± 0,9	2-5	42,5	5,0	52,5
11–20 krt/vk (n=33)	3,8 ± 0,8	3-5	12,1	6,1	81,8
<b>HbA1c (n=87)<sup>4*</sup></b>					
alle 7,0 % (n=22)	4,0 ± 0,8	3-5	13,6	0,0	86,4
yli 7,0 % (n=63)	3,2 ± 0,8	2-5	38,1	7,9	54,0

- 1 Vastauksien keskiarvo ja keskihajonta asteikolla 1-5. Arvo 5 tarkoittaa tavallista toimintatapaa seurata verensokeria säännöllisesti.
- 2 Asteikko 1-3. Vastaukset 1-2 yhdistetty Ei pidä paikkaansa ja 4-5 yhdistetty pitää paikkansa luokaksi.
- 3 Kaikki liikuntakerrat viikossa eri rasittavuudella on laskettuna yhteen ilman rasittavuuden painostusta. Tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä asteikolla 1-3 (\* $p=0,012$  Fisherin tarkka testi).
- 4 Tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä asteikolla 1-3 (\* $p=0,027$  Fisherin tarkka testi).

Vastaukset verensokerin seurantaan liittyen erosivat hieman viimeksi mitatun glykohemoglobiini-arvon (HbA1c) mukaan, kun HbA1c oli luokiteltu insuliinihoidon hoitotavoitteen mukaisesti kahteen luokkaan (taulukko 18). Vastaajista, joilla viimeisin mitattu glykohemoglobiini oli alle 7,0 %, selkeä enemmistö oli sitä mieltä, että verensokerin seuranta liikunnan ympärillä kuuluu heidän tavallisiin toimintatapoihin hallita verensokerin vaihtelua, toisin vastaajista, joilla glykohemoglobiini oli yli 7,0 %, vain noin puolet olivat tätä mieltä ( $p=0,027$ ; Fisherin tarkka testi, taulukko 18). Keskiarvotarkastelun perusteella vastaajien, joiden glykohemoglobiini oli alle 7,0 %, vastauksien keskiarvo asteikolla 1-5 oli myös lähempänä yksimielisyyttä toimintatavan kanssa eli mitata verensokeria liikunnan ympärillä (3,9 ±

0,8) kuin vastaajilla, joilla viimeisin HbA1c-arvo oli yli 7,0 % (4,0 vs. 3,2 taulukko 18) (U=392,50, p=0,001).

Henkilöistä, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt viimeisen 3 kuukauden aikana vähintään 4 krt/kk, heistä 100 % vastasi, että he pyrkivät huolehtimaan, että verensokeri pysyisi tavoitearvossaan (kysymys 16.2). Henkilöistä, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt hieman vähemmän (0-3 krt/kk), hieman pienempi osa (82 %) ilmoitti myös huolehtivansa verensokerin ylläpidosta tavoitearvossa (p=0,020; Fisherin tarkka testi). Myös keskiarvotarkastelussa pieni ero edellä mainittujen ryhmien välisissä vastauksissa oli havaittavissa (Mean Rank=49,54 vs. 39,15). Henkilöt, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt enemmän (vähintään 4 krt/kk), vastasivat huolehtivansa verensokerin tavoitetason saavuttamisesta hieman vahvemmin kuin vastaajat, joilla hypoglykemiaa oli ilmennyt hieman harvemmin eli 0-3 krt/kk (U=682,50; p=0,032), vaikkakin molemmat ryhmät olivat vastauksien keskiarvojen mukaan sitä mieltä, että verensokerin tavoitetason saavuttaminen pitää toimintatapana vähintään lähes paikkansa heidän kohdallaan (asteikolla 1-5 vastattuna  $4,4 \pm 0,5$  vs.  $4,0 \pm 0,9$ ).

## 8 POHDINTA

### 8.1 Päätulokset

Päätuloksena tutkimuksessa havaittiin, että fyysisesti varsin aktiivinen vastaajajoukko koki yleisesti onnistuvansa hyvin verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä. Säännöllisen liikunnan oli havaittu edesauttavan verensokerin hallintaa sekä vähentävän insuliinin tarvetta. Kestävyysliikunnan aikainen ja jälkeinen verensokerin lasku oli enemmistölle vastaajista tuttua, mutta myös kuntosaliharjoittelun verensokeria tasoittavan vaikutuksen oli todennut puolet vastaajista. Haasteellisimmaksi liikunnaksi koettiin rasittava, pitkäkestoinen kestävyysliikunta. Liikunnan osalta viikoittaisen kokonaisliikuntamäärän, painotetun viikoittaisen kokonaisrasittavuuden sekä rasittavan ja hyvin rasittavan liikunnan kohdalla havaittiin ryhmien välisiä eroja siinä, kuinka liikunnan vaikutus verensokerin käyttäytymisessä oli havaittu. Taustatiedoista hypoglykemian ilmeneminen, ikäluokat, HbA1c-arvo ja sukupuoli aiheuttivat pieniä eroja vastauksissa.

Päivittäin vastaajia askarruttivat erityisesti spontaanin liikunnan vaikutus verensokerin hallinnassa ja lähes puolta vastaajista myös insuliiniannostuksen määrittäminen. Muuten hypo- tai hyperglykemian ilmeneminen, hiilihydraattitarpeen määrittäminen tai stressin vaikutus, ei niin yleisesti askarruttanut vastaajia. Merkittävimpinä haasteina verensokerin hallinnassa koettiin kuitenkin hiilihydraatti- ja insuliiniannostuksen oikea määrittäminen sekä verensokerin ylläpitäminen normaaleissa rajoissa (välttämällä erityisesti hypoglykemiaa). Myös liikunnan vaikutuksen ymmärtäminen verensokerin käyttäytymisessä koettiin haasteena. Eroja vastauksissa eri ryhmien välillä havaittiin vain viikoittaisen kokonaisliikuntamäärän ja hypoglykemian ilmene-  
misen osalta.

Tavallisia toimintatapoja hallita verensokerin vaihtelua liikunnan yhteydessä olivat verensokerin ylläpito normaaleissa rajoissa ennen liikuntaa, liikunnan etukäteen suunnittelu sekä insuliiniannostuksen vaikutusajan huomioinen. Lisäksi hiilihydraattien nauttiminen ennen ja



jälkeen liikunnan sekä insuliiniannostuksen muutokset koettiin tyypillisiksi toimintata-voiksi. Vastaajat ilmoittivat mittaavansa verensokerin säännöllisesti sekä ennen ja jälkeen liikunnan. Sen sijaan liikunnan aloitusta ei vastauksien perusteella tavallisesti siirretä, vaikka verensokeri olisi yli 15 mmol/l. Verensokerin mittausta liikunnan aikana tai liikuntapäiväkirjan pitoa yhdessä verensokerimittausten kanssa ei myöskään pidetty tavallisena toimintatapanä. Hypoglykemian ilmeneminen sekä kokonaisliikuntamäärä erottelivat hieman liikunnan ajoitukseen liittyviä vastauksia. Sen sijaan hiilihydraattien tarpeen ja insuliiniannostuksen määrittämisen osalta eroja havaittiin etenkin sukupuolen ja rasittavan liikunnan kohdalla. Yleisesti verensokerin mittaus liikunnan ympärillä oli tavallinen tapa, mutta pieni ero vastauksissa havaittiin kokonaisliikuntamäärän kohdalla sekä viimeisimmän mitatun glykohe-moglobiini arvon perusteella.

## **8.2 Liikunnan vaikutus verensokerin vaihteluun ja hallintaan**

Verensokeritasapainon parantuminen, mitattuna glykohemoglobiinilla, on havaittu joissakin tutkimuksissa fyysisesti aktiivisemmilla, erityisesti naisilla ja nuorilla, henkilöillä (Benbenek-Klupa ym. 2015; Herbst ym. 2006; Beraki ym. 2014; Cuenca-Garcia ym. 2012; Waden ym. 2005). Syyksi siihen, ettei yhteyttä ole aina havaittu, on arvioitu muun muassa liikunnan lisäävän hiilihydraattien nauttimista ja täten estävän liikunnan glykohemoglobiinia alentavan vaikutuksen (Chimen ym. 2011; Waden ym. 2005). Tässä tutkimuksessa viimeisimmän mitatun HbA1c arvon ja itse raportoidun harrastetun kokonaisliikuntamäärän välillä havaittiin myös riippuvuutta. Pieni ero ilmeni vähän ja paljon liikkuvien välillä siten, että enemmistö henkilöistä, joilla HbA1c arvo oli alle 7,0 %, liikkui eniten (11–20 krt/vk). Erityisesti ero havaittiin miesten keskuudessa. Tässä tutkimuksessa kaikki vastaajat olivat fyysisesti varsin aktiivisia, ja suuri osa ilmoitti harrastavansa paljon kevyttä ja kuntoiluliikuntaa. Miehet ilmoittivat harrastavansa hieman enemmän rasittavaa liikuntaa, mutta naiset puolestaan useammin kevyempää liikuntaa. Sen sijaan tässä tutkimuksessa miehet ilmoittivat nauttivansa hieman tavallisemmin hiilihydraatteja liikunnan yhteydessä.

Suuremman fyysisen aktiivisuuden on todettu vaikuttavan insuliinin tarpeen vähentymiseen (Schweiger ym. 2010; Herbst ym. 2006; Beraki ym. 2014; Cuenca-Garcia ym. 2012; Ramalho ym. 2006; D'hooge ym. 2011; Chimen ym. 2012; Benbenek-Klupa ym. 2015). Tässäkin tutkimuksessa enemmistö vastaajista oli havainnut, että kun liikkuu enemmän, insuliinin tarve on vähäisempi ja, että verensokerin hallinta on helpompaa. Tämän olivat todenneet erityisesti viikoittaisen kokonaisliikunnan mukaan enemmän liikkuvat henkilöt sekä enemmän rasittavaa ja hyvin rasittavaa liikuntaa harrastavat. Selityksenä pienemmälle insuliinin tarpeelle on todennäköisesti insuliiniherkkyyden kasvu ja siten lihasten parantunut glukoosin ottokyky. Säännöllisen liikkumisen seurauksena insuliinin tarve glukoosin kuljettamiseksi solun sisälle on pienempi. (Herbst ym. 2006; Waden ym. 2005; Riddell & Perkins 2006; Camacho ym. 2005; Kourtoglou ym. 2011; Younk ym. 2011.)

Liikunta voi aiheuttaa hypoglykemian riskiä välittömästi liikunnan jälkeen, mutta myös pidemmän ajan kuluttua (Davey ym. 2013b; Iscoe ym. 2006; Lumb 2014; Riddell & Perkins 2006; Briscoe ym. 2007; Macknight ym. 2009; Younk ym. 2011). Tässä tutkimuksessa liikunnan ja viimeisen kolmen kuukauden aikana ilmenneiden hypoglykemioiden määrän välillä havaittiin yhteyttä ainoastaan rasittavan ja hyvin rasittavan liikunnan kohdalla. Enemmän rasittavaa tai hyvin rasittavaa liikuntaa harrastaneilla ilmeni myös enemmän hypoglykemioita kuin harvoin tai lainkaan näitä liikuntamuotoja harrastavilla. Lisäksi tässä tutkimuksessa vastaajat totesivat hypoglykemian ilmenemisen yhteyden erityisesti päivinä, jolloin liikuntaa harrastetaan. Puolestaan Ratjen ym. (2015) totesi, ettei esimerkiksi urheilijoilla tavallisesti ilmene enemmän hypoglykemiaa, vaikka liikuntamäärä on suuri. Tässä opituilla toimintatavoilla verensokerin hallitsemiseksi on olennainen rooli (Ratjen ym. 2015).

Vaikeimmaksi liikuntamuodoksi hallita verensokerin vaihtelua kuvailtiin juuri rasittavaa ja pitkäkestoista liikuntaa, erityisesti kestävyysliikuntaa. Verensokerin lasku keskiraskaan kestävyysliikunnan aikana on todettu useassa tutkimuksessa (Yardley ym. 2013b; Iscoe & Riddell 2011; Ramalho ym. 2006; Guelfi ym. 2007; Davey ym. 2013b; Yardley ym. 2015; Davey ym. 2013a; Tansey ym. 2006), missä olennaiseksi syyksi on esitetty lihasten suurempi glukoosin tarpeen kasvu kuin endogeeninen glukoosin tuotto. Samalla hormonaaliset vasteet

(insuliinin vastavaikuttajahormonit) on todettu olevan pienemmät, kuin esimerkiksi korkeaintensiteetisessä kuormituksessa, eivätkä stimuloi maksan glukoosin tuottoa. Toki myös pistetyn insuliinin määrä, mikä ei tyypin 1 diabeetikolla vähene, kuten terveillä, voi vielä edesauttaa verensokerin laskua. (Camacho ym. 2005; Davey ym. 2013a; Guelfi ym. 2007; Iscoe & Riddell 2011; Kourtoglou ym. 2011.)

Mahdollisesti nimenomaan liikunnan rasittavuudella, liikunnan keston ohella, on olennaisempi rooli hypoglykemian ilmenemisessä kuin pelkästään liikunnan kokonaismäärällä etenkin, kun on kyseessä fyysisesti aktiivinen henkilö. Rasittavampi aerobinen liikunta lisää glukoosin tarvetta enemmän liikunnan aikana ja jopa seuraavana päivänä liikunnasta, kun kulutettuja glykogeenivarastoja täytetään palautuessa. Samalla lihasolun läpäisevyys glukoosille paranee, kun GLUT-4 reseptorit sijoittuvat lihassolukalvolle liikunnan stimuloimana. (Campbell ym. 2013; Davey ym. 2013b; Lumb 2014; Iscoe ym. 2006; Riddell & Perkins 2006; Briscoe ym. 2007; Macknight ym. 2009; Coker & Kjaer 2005; Younk ym. 2011.) Glukoosin hapetus on korkeimmillaan tavallisesti noin 70 %  $HR_{max}$  tasolla (Perry & Gallen 2009). Kevyemmän liikunnan aikana insuliinin sekä hiilihydraattien tarpeen arviointi saattaa olla helpompaa kuin rasittavassa liikunnassa, koska kevyessä liikunnassa elimistö käyttää enemmän vapaita rasvahappoja energiaksi eikä glykogeenia ja glukoosia (Riddell & Perkins 2006). Vastaajilla tässä tutkimuksessa oli myös kokemusta pitkäkestoisen kestävyysliikunnan verensokeria laskevasta vaikutuksesta suorituksen aikana ja usean tunnin jälkeen liikuntasuorituksesta. Graveling & Frier (2010) totesivat case-tutkimuksessa erityisesti maraton-juoksun haasteelliseksi, kun glykogeenivarastot ovat tyhjentyneet ja lämmöntuoton ansiosta pintaverenkierto vielä lisääntyy edesauttaen insuliinin imeytymistä. Kovassa suorituksessa myös verenkierto on jo lähes maksimaalinen, joten hypoglykemian ilmetessä elimistön levossa tavallisesti aiheuttamaa suojoittoa, eli verenkierron lisääntymistä, ei voi tapahtua. (Graveling & Frier 2010; Riddell & Perkins 2006.)

Vastauksien perusteella myös palloilupelit ja rasittava voimaharjoittelu koettiin haastavaksi. Osa vastaajista olivat todenneet raskaan voimaharjoituksen jälkeisen verensokerin laskun. Silveira ym. (2014) havaitsivatkin, että myös voimaharjoitus lihasväsymykseen asti etenkin

intensiteeteillä 60 % ja 80 % 1 RM tasolla laski verensokeria vielä 30 minuuttia kuormituksesta, minkä syyksi arveltiin kuormituksen lisänsen glykokeenin käyttöä ja lihassolujen insuliiniherkkyyttä. Kuitenkin yleisesti voimaharjoittelun on havaittu laskevan vähemmän verensokeria kuin keskiraskaan kestävyysliikunnan. Syyksi tähän on voimaharjoittelussa käytetty anaerobinen energiantuotto ja korkeammat vastavaikuttajahormoni -ja laktaattivasteet. (Yardley ym. 2013a; Yardley ym. 2013b.) Urheilijat eivät myöskään nähneet hypoglykemiaa huolenaiheena voimaharjoituksessa, vaikka verensokeri olisi matala ennen harjoitusta (Colberg 2000). Lähes puolet vastaajista (51,4 %) tässäkin tutkimuksessa olivat havainneet voimaharjoituksen estävän verensokerin laskua, kun intensiteettiä ei huomioitu vastauksessa.

Lyhyiden sykettä nostavien liikuntasuoritusten vaikutus verensokerin käyttäytymiseen oli vastaajien keskuudessa epäselvempi, mikä saattoi johtua myös siitä, ettei vastaajilla ollut niin paljon kokemusta tällaisesta liikunnasta, sillä suosituimmat liikuntamuodot olivat kestävyyslajit. Kilpailutilanteen aiheuttama verensokerin nousu ilmeni kuitenkin osassa vastauksista. Korkeaintensiteettisten spurttien tai pelkästään kilpailutilanteen aiheuttaman stressin verensokeria nostava vaikutus on todettu useissa tutkimuksissa, johtuen erityisesti voimakkaasta katekoliamiini- ja hormonaalisesta vasteesta, joka lisää maksan glukoosin tuotantoa (Guelfi ym. 2007; Bussau ym 2006; Bussau ym. 2007; Fahey ym. 2012; Iscoe & Riddell 2011; Harmer ym. 2007; Purdon ym. 1993, Riddell & Perkins 2006; Yardley ym. 2015.) Sen sijaan hyperglykemian ilmenemistä päivinä, jolloin liikuntaa harrastetaan, ei tässä tutkimuksessa havaittu. Parempi fyysinen kunto voi mahdollisesti pienentää liikunnan aiheuttamia hormonivasteita (kasvuhormoni ja katekoliamiinit) eikä liikuntasuoritus ole enää niin suuri stressitila elimistölle. (Kourtoglou ym. 2011; Mc Ardle ym. 2010 ss. 407–415.) Tämän tutkimuksen vastauksien mukaan 24 henkilöllä oli kokemusta tällaisesta liikunnasta. Toisaalta terveillä harjoitelleilla henkilöillä on havaittu, että verensokerin nousu korkeatehoisessa kuormituksessa saattaisi olla jyrkempää kuin henkilöillä, jotka eivät ole harrastaneet liikuntaa (Chassin ym. 2007).

Tässä tutkimuksessa vastaajat eivät osanneet sanoa, oliko verensokerin lasku palloilupe-  
lien, jota voidaan kuvata keskiraskaan aerobisen kuormituksen sekä lyhyiden spurttien yhdis-  
telmänä, kohdalla vähäisempää kuin yleisesti kestävyysliikunnan aikana. Spurttien yhdistä-  
minen keskiraskaaseen tai kevyeen aerobiseen kuormitukseen on joissakin tutkimuksissa ha-  
vaittu estävän verensokerin laskua suorituksen aikana (Bussau ym. 2007; Guelfi ym. 2005;  
Guelfi ym. 2007) tai myöhemmin suorituksesta (Iscue & Riddell 2011). Kourtoglou ym.  
(2011) mukaan yleisesti hypoglykemian ilmeneminen saattaisi olla vähäisempää palloilu tai  
muuten korkeaintensiteettistä liikuntaa harrastavilla. Guelfi ym. (2005) tosin totesivat, että  
normaalisti pallopelit ovat kestoltaan 60–90 min, kun taas heidän tutkimuksessaan suoritus  
oli vain 30 min. Mahdollisesti suorituksen kesto tuo oman haasteensa. Tämän tutkimuksen  
vastaajat ovat mahdollisesti tottuneet pidempi kestoiseen palloilupeliin tai pyrähdysten teho-  
liian alhainen riittävän katekoliamiini- ja kasvuhormonivasteen aikaansaamiseksi. Tutkimuk-  
sissa spurtit ovat olleet maksimaalisia (vähintään 80 %  $VO_{2max}$ ), jolloin suurempi katekoli-  
amiinivaste on saavutettu, verrattuna tasaiseen kuormitukseen. On myös huomioitava, että  
tutkimuksissa verensokeri on yleensä etukäteen säädelty. Esimerkiksi Guelfi ym. (2005) tut-  
kimuksessa sitä säädeltiin pysyväksi tasolla 11 mmol/l. Liikunnan vaikutus verensokeriin voi  
erota myös riippuen verensokeritasosta ennen liikunta (Toni ym. 2006; Younk ym. 2011).

Eri lihassolutyypeillä, eli hitailla oksidatiivisilla ja nopeilla glykolyttisilla, on havaittu eri-  
tyisesti eläinkokeiden perusteella erilainen herkkyys insuliinille. Hitaiden lihasolujen on to-  
dettu olevan insuliiniherkempiä ja sitovan insuliinia paremmin kuin glykolyttisten solujen,  
joita rekrytoidaan eniten nopeissa tai paljon voimaa tarvitsevassa anaerobisessa liikunnassa  
(Ischii ym. 1998; Lillioja ym. 1987; Song ym. 1999). Ero on todettu insuliinin toiminnassa  
lihasten glukoosin otossa ihmisillä positiivisena korrelaationa insuliinin toiminnan ja tyypin  
1 solujen välillä (Lillioja ym. 1987). Lisäksi rottakokeissa on havaittu eroa insuliinin sig-  
naloinnin säätelyssä hitaiden ja nopeiden lihasolujen välillä (Song ym. 1999). GLUT-4 glu-  
koosin kuljettajaproteiinien määrän on todettu olevan suurempi oksidatiivisissa soluissa ja  
edesauttavan näin solujen insuliiniherkyyttä (Masood 2015; Song ym. 1999). Liikunnan in-  
tensiteetin ja keston mukaan rekrytoitujen lihassolutyyppien suhde muuttuu energiaa-aineen-

vaihdunnan tarpeista johtuen (kuva 2, sivu 19). Tämä siis voi selittää osaltaan erilaisen vasteen lihasten glukoosin otossa eri lihasten välillä sekä erilaisen liikunnan aikana (Briscoe ym. 2007; Masood 2015; Song ym. 1999).

### 8.3 Havaitut haasteet

Vastaajat olivat pääsääntöisin sitä mieltä, että onnistuvat verensokerin hallinnassa. Etenkin enemmän liikkuvat henkilöt olivat vahvemmin sitä mieltä. Kokonaisliikunnan osalta havaittiin, että eniten liikkuvista (11–20 krt/vk) enemmistö oli sitä mieltä, ettei heitä askarruta verensokerin hallintaan liittyvät osa-tekijät (ei tilastollisesti merkitsevä). Vastaajilla, joilla hypoglykemiaa ilmeni useammin (yli 4 krt/kk), olivat hieman epävarmempia onnistumisestaan verensokerin hallinnassa ja toisaalta vastaajilla, joilla HbA1c arvo oli alle 7,0 % ilmeni enemmän hypoglykemioita. Tiukan insuliinihoidon on todettu lisäävän hypoglykemian riskiä, mikä siis voi myös aiheuttaa haasteita verensokerin hallinnassa (Awoniyi ym. 2013; Graveling & Frier 2009; Siegelar ym. 2010). Etenkin kun liikunnan on vielä lisäksi todettu lisäävän verensokerin vaihtelua lepoon verrattuna (Iscoe ym. 2006; Francescato ym. 2011; Iscoe & Riddell 2011) ja lisäävän hypoglykemian riskiä (Toni ym. 2006; Campbell ym. 2013; Davey ym. 2013b; Lumb 2014; Riddell & Perkins 2006; Briscoe ym. 2007; Macknight ym. 2009; Younk ym. 2011). Kuitenkin säännöllinen liikunnan harrastaminen on mahdollisesti opettanut henkilöitä löytämään keinot hallita verensokerin vaihtelua, sillä vastaajat kokivat yleisesti onnistuvansa verensokerin hallinnassa hyvin.

Mielenkiintoista oli, että vastauksien *hallitsen verensokerin vaihtelun liikunnan yhteydessä hyvin* (10.1) ja (10.3) *olen tietoinen liikunnan vaikutuksesta verensokeriini välillä*, havaittiin vain heikko korrelaatio. Vastaava havainto tehtiin summamuuttujan koettu onnistuminen ja tietoisuus liikunnan vaikutuksesta verensokeriin välillä. Tietoisuus liikunnan vaikutuksesta verensokerin käyttäytymiseen oli yhteydessä rasittavan liikunnan ja viikoittaisen kokonaisrasittavuuden määrän kanssa, missä enemmän liikuntaa harrastavat olivat hieman tietoisempia liikunnan vaikutuksista. Selvästi siis liikunnan harrastaminen vaikutti myös tietoisuuteen, kuinka liikunta vaikuttaa verensokerin käyttäytymiseen. Kuitenkin verensokerin hallinnassa

liikunnan yhteydessä saatettiin kokea onnistuvansa, huolimatta siitä, ettei täysin liikunnan vaikutusta verensokeriin ymmärretä.

Merkittävimpana haasteena verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä koettiin hiilihydraatti- ja insuliiniannostuksen määrittäminen vastaamaan liikunnan määrää ja rasittavuutta. Hiilihydraattien osalta pidettiin tärkeänä toisaalta riittävää hiilihydraattien syömistä, mutta myös sitä, ettei hiilihydraatteja tulisi syötyä turhaan liikaa. Vaikka vastauksista ei suoraan ilmennyt, mahdollisesti liiallisen hiilihydraattien syömisen taustalla on kysymys nimenomaan painonhallinnasta (Francescato ym. 2011; Harris & White 2012). Nuorten kohdalla havaittiin, että tyypin 1 diabeetikoilla oli enemmän ylipainoa kuin terveillä. Etenkin tytöillä rasvamassa oli suurempi. (Szadkowska ym. 2015.) Oikean insuliinimuutoksen ja hiilihydraattien tarpeen määrittämisessä haasteen tuo nimenomaan oman insuliinin erityksen puute ja se, että insuliinin määrä ei vähene (tai erityis lopu, kuten terveillä) liikunnan aikana, vaan päinvastoin saattaa jopa kiihtyä verenkierron ja insuliiniherkkyyden kasvaessa. Insuliinia tarvitaan glukoosin pääsemiseksi lihaksiin energiaksi ja estämään liiallisen verensokerin nousu. Toisaalta hiilihydraatit ovat olennainen energian lähde liikunnassa ja siitä palautumisessa. (Harris & White 2012; Riddell & Perkins 2006; Camacho ym. 2005.) Erityisesti hallinta on haasteellista suunnittelemattoman liikunnan yhteydessä (Riddell & Perkins 2006), mikä olikin sekä vastaajia askarruttava asia että lukeutui merkittävimpiin haasteisiin verensokerin hallinnassa.

Verensokerin erilainen käyttäytyminen tilanteesta ja päivästä riippuen ilmoitettiin myös yhdeksi merkittävimmäksi haasteeksi. Vastaajat kuvasivatkin, että vaikka valmistautuminen ennen liikuntaa oli samanlaista, verensokerin käyttäytyminen saattoi erota liikuntakerrasta riippuen. Tämä aiheutti selvästi turhautumista. Tähän liittyen mainittiin oikean verensokeritason löytäminen ennen liikuntaa, jotta verensokerin käyttäytyminen pystyttiin hallitsemaan. Osa vastaajista totesi, että kaipaisivat parempaa ymmärrystä siitä, miksi verensokeri nousee tai laskee joidenkin liikuntasuoritusten jälkeen. Myös Lascar ym. (2014) haastattelututkimuksen mukaan vastaajien keskuudessa ilmeni epä tietoisuutta ja turhautumista siihen, ettei liikunnan vaikutusta verensokerin käyttäytymiseen täysin ymmärretä. Varsinaisesti tutkimuksessa ei to-

dettu, että pelko epäonnistumisesta verensokerin hallinnassa, olisi esteenä liikunnan har-  
rastamiselle, mitä ei ilmennyt tässäkään tutkimuksessa. Sen sijaan Campbell ym. (2015) mu-  
kaan haasteet verensokerin käyttäytymisessä liikunnan jälkeen saattaisi nimenomaan aiheut-  
taa pelkoa yleisesti verensokerin hallinnan menettämisestä.

Liikunnan aiheuttaman verensokerin vasteen on todettu olevan henkilökohtainen, johtuen  
muun muassa henkilökohtaisesta vastavaikuttajahormonien vasteesta (Lukacs & Barkai  
2015). Verensokerin käyttäytyminen voi vaihdella henkilön iän ja kuntotason mukaan, mutta  
myös vuorokauden ja muiden stressitekijöiden johdosta. Lisäksi verensokeritaso ennen lii-  
kuntaa ja ympäristöolosuhteet voivat vaikuttaa vasteeseen. Liikunnan kesto, muoto ja rasitta-  
vuus on tiedettävä etukäteen. (Tonoli ym. 2012; Toni ym. 2006; Riddell & Perkins 2006;  
Kourtoglou ym. 2011.) Haasteena monipistoshoidossa saattaa olla huono toistettavuus saman  
aineenvaihdunnallisen vasteen aikaansaamiseksi. Henkilön oma vaihtelevuus voi olla jopa 80  
% koko päivittäisestä verensokerin vaihtelusta (Toni ym. 2006.) Kilbride ym. (2011) tutki-  
muksessa saman harjoituksen toistettavuus verensokeritasolla kuormituksessa ja 6 tuntia  
kuormituksesta oli vain 30–50 %, tosin henkilöt huolehtivat itse diabeteksen hoitoon liitty-  
vistä toimista. Ymmärrettävää on siis, että oikeiden päätösten tekeminen hiilihydraattien ja  
insuliinin suhteen on monen asian summa. Tavoitteena kuitenkin on ylläpitää mahdollisim-  
man normaalia verensokeritasoa. (Toni ym. 2006.)

Kahden edellä mainitun haasteen lisäksi verensokerin ylläpitäminen normaaleissa rajoissa lii-  
kunnan yhteydessä ja sen jälkeen koettiin haasteeksi, mikä oikeastaan on yhteydessä oikean  
insuliini- ja hiilihydraattiannostuksen määrittämisen ja verensokerin käyttäytymisen ymmär-  
tämisen kanssa. Tässä tutkimuksessa etenkin hypoglykemian välttäminen nousi useiden vas-  
taajien kohdalla esille, mutta toisaalta esille nostettiin myös hyperglykemian välttäminen.  
Molempien todettiin vaikuttavan liikuntasuoritukseen. Hypoglykemian kerrottiin helposti  
keskeyttävän suorituksen, mutta hyperglykemian vaikuttavan negatiivisesti sykkeeseen ja ha-  
penottoon. Hyperglykemian negatiivinen vaikutus johtuu mahdollisesti siitä, että glukoosin  
siirtyminen lihassoluihin heikentyy ja toisaalta rasvahapot hapettuvat epätäydellisesti ja tästä



johtuen veren happamuus lisääntyy. (Guyton & Hall 2006, ss. 973–974.) On myös mahdollista, että hyperglykemia aiheuttaa nestehukkaa (Riddell & Perkins 2006). Riddell ym. (2000) havaitsivat, että nuorilla diabeetikoilla koettu rasitus (RPE, engl. *rating of perceived exertion*) ei muuttunut, vaikka keskiraskaassa liikuntasuorituksessa nautittiin hiilihydraatteja veden sijaan, vaan hyperglykemia ilmeisesti lisäsi väsymyksen tunnetta. Terveillä hiilihydraattien nauttiminen suorituksen aikana sen sijaan laskee koetun rasituksen tunnetta. (Riddell ym. 2000.)

Myös liikunnan tai edeltävän hypoglykemian on havaittu vähentävän vastavaikuttajahormonien vastetta, mikä saattaa edesauttaa uuden hypoglykemian ilmenemistä helpommin. Pahimassa tapauksessa hypoglykemian ilmenemisestä voi syntyä noidankehä. (Awoniyi ym. 2013; Toni ym. 2006; Briscoe ym. 2007; Galassetti ym. 2006.) Tämä voi tuoda myös lisähaasteen verensokerin hallinnalle. Hypoglykemian oireiden tunnistamisen viivästyminen ilmeni tässä tutkimuksessa muutaman vastaajan kohdalla, vaikka sitä ei pidetty merkittävimpänä haasteena. Tavallisesti tässä on taustalla hypoglykemian autonomisten oireiden, kuten huihaus, nälän tunne ja hikoilu, viivästyminen eli oireiden ilmeneminen vasta normaalia matalammalla verensokeritasoilla (Awoniyi ym. 2013; Olsen ym. 2014).

#### **8.4 Tyypilliset toimintatavat hallita verensokerin vaihtelua**

Yleisiä suosituksia on laadittu tyyppin 1 diabeetikoille verensokerin hallintaan liikunnan yhteydessä. Ohjeet antavat suuntaviivoja, kuinka toimia insuliinimuutosten, hiilihydraattiannosten ja liikunnan ajoituksen suhteen (Colberg ym. 2000; Mustajoki 2014; Perry & Gallen 2009; Gallen & Lumb 2011), mutta näyttäisi siltä, että ohjeista huolimatta jokaisen on määritettävä itselle sekä omaan liikunta-aktiivisuuteen ja urheilulajiin sopivimmat toimintatavat virheiden ja onnistumisien kautta (Iscoe ym. 2006; Perry & Gallen 2009; Colberg 2000; Toni ym. 2006; Devadoss ym. 2011; Ratjen ym. 2015; Yardley ym. 2015). Tämän ja muiden tehtyjen tutkimusten perusteella näyttäisi siltä, että yleiset ohjeet eivät poista haasteita verensokerin hallinnassa, sillä verensokerin käyttäytymiseen vaikuttavat niin monet eri tausta- ja tilannetekijät (Devadoss ym. 2011; Riddell & Perkins. 2006; Toni ym. 2006). Yleisesti tämän tutkimuksen

perusteella enemmistöllä oli samanlaiset toimintatavat hallita verensokerin käyttäytymistä. Koska tarkkoja tietoja insuliini- ja hiilihydraattiannoksista erilaisen liikunnan yhteydessä ei tässä tutkimuksessa selvitetty, ei tarkoista toimintatavoista voida tehdä johtopäätöksiä.

Liikunnan aiheuttama hypoglykemian pelko on mainittu useissa tutkimuksissa, mutta yleisesti esteenä liikunnan harrastamiselle on havaittu olevan kuitenkin muut henkilökohtaiset tai perheen aikataulut sekä ajankäytön priorisointiin liittyvät päätökset. Ensisijainen päätös liikunnan ajoittamiselle näyttäisi olevan henkilökohtaisen elämän aikataulu ja oma halu lähteä liikkumaan, ei niinkään diabeteksen ohjamaa aikataulu. (Lascar ym. 2014.) Sen sijaan Brazeau ym. (2008) havaitsivat tutkimuksessaan, että hypoglykemian pelko, työaikataulut ja pelko diabeteksen hallinnan menettämisestä olivat neljän merkittävimmän liikunnan harrastamisen esteen joukossa. Esteisiin liittyi myös ymmärryksen puute, kuinka hallita verensokerin käyttäytymistä ja löytää oikeat toimintatavat. Myös tässä tutkimuksessa ilmeni, että enemmistö pyrki ajoittamaan liikunnan muuhun elämänrytmiin. Liikunnan ajoitus vaikutti olevan paljolti muusta päivän tekemisistä kiinni. Tosin myös liikunnan etukäteen suunnittelu näyttäisi olevan usealle tavallista. Etenkin vastaajat, joilla hypoglykemiaa ilmeni useammin, ilmoittivat suunnittelevansa liikuntasuorituksen tavallisemmin etukäteen. Liikuntasuorituksen ajoittaminen etukäteen yhdessä liikunnan rasittavuuden ja keston arvioinnin kanssa, kuuluukin tavallisiin toimenpiteisiin verensokerin hallitsemiseksi (Riddell & Perkins 2006; Mustajoki 2014).

Yleinen suositus on, että liikuntaa tulisi siirtää, mikäli verensokeri on yli 15 mmol/l ja etenkin, jos ilmenee ketoaineita (American Diabetes Association 2014; Colberg 2000; Mustajoki 2014). Tämän tutkimuksen perusteella ja vastaavasti Colberg (2000) mukaan liikunnan aloituksen siirtäminen korkean (yli 15 mmol/l) verensokerin takia ei ole tavallinen toimintatapa, vaan enemmistö suosi enemmän tavallista korkeampaa verensokeria liikuntaa aloittaessa. Liikunnan harrastaminen aamulla ennen aamupalaa ja ateriainsuliinia näyttäisi kuuluvan tavaksi vain harvalle tämän tutkimuksen vastaajista. Liikunnan ajoitus ennen aamupalaa saattaisi estää verensokerin laskun liikunnan aikana, sillä usein aamulla paastoverensokeri on korkeam-

malla, tavallisesti lihasten ja maksan glykogeenivarastot ovat täynnä eikä insuliinia ole veressä niin paljoa. Etenkin sellaisille henkilöille, jotka kärsivät hypoglykemiasta, voisi aamulla tehty liikunta sopia paremmin. (Yamanouchi ym. 2002; Colberg 2009, s. 31; Devadoss ym. 2011.)

Suosituksien mukaan liikunnan harrastaminen myöhään illalla ei ole suotavaa, johtuen liikunnan aiheuttamasta hypoglykemian riskistä. Myöhään liikkussa yöllisen hypoglykemian riski saattaa kasvaa. (Colberg 2000; Devadoss ym. 2011; Davey ym. 2013b.) Tämän tutkimuksen mukaan osa vastaajista pyrki välttämään liikuntaa myöhään illalla, mutta lähes puolet vastaajista ilmoitti, ettei tämä suositus pidä paikkaansa heidän kohdallaan. Usein liikunnalle on aikaa ainoastaan illalla työn ja perheen aikatauluista johtuen, mikä ilmeni myös vastauksista. Myös pelivuorot saattavat olla vasta myöhään illalla. Vastaava havainto tehtiin Colberg (2000) ja Devadoss ym. (2011) tutkimuksissa.

Verensokerin hallinnassa olennaista on löytää oikea tasapaino hiilihydraattien sekä insuliiniannostuksen välillä ennen liikuntaa ja liikunnan jälkeen, missä niiden määrällä, mutta myös ajoituksella suhteessa liikuntaan on merkitystä. (Francescato ym. 2011; Gallen & Lumb 2011; Perry & Gallen 2009). Tämän tutkimuksen mukaan insuliinin vähentäminen ennen ja liikunnan jälkeen oli tavallinen toimintatapa enemmistölle vastaajista. Samoin enemmistö ilmoitti nauttivansa hiilihydraatteja ennen liikuntaa verensokerimittaukseen perustuen sekä viimeistään 30 minuuttia liikunnan jälkeen. Useissa tutkimuksissa on tarkasteltu, mikä olisi paras yhdistelmä insuliiniannostuksen vähentämisen ja hiilihydraattien määrän suhteen eri liikuntamuotojen yhteydessä hypoglykemian välttämiseksi (Campbell ym. 2013; Campbell ym. 2015; Francescato ym. 2004; Francescato ym. 2011; Grimm ym. 2004; West ym. 2011; Yardley ym. 2015). Campbell ym. (2015) mukaan hiilihydraattitankkauksella (matala GI) heti liikunnan jälkeen voidaan tasoittaa matalaa verensokeria, mutta sen vaikutus on vain lyhytaikainen. Myöhemmin liikunnasta ilmenevän hypoglykemian välttämiseksi merkittävää olisi nimenomaan perusinsuliinin vähentäminen etenkin, jos liikuntaa harrastetaan illalla. (Campbell ym. 2015.) Toisaalta hyperglykemia voi ilmetä liikunnan jälkeen, mikäli insuliinia on vähennetty liikaa ja lisäksi liikunnan aikana nautitaan hiilihydraatteja (Campbell ym.

2015; Riddell & Perkins 2006). Pitkävaikutteisen insuliinin vähennystarve täytyy suunnitella etukäteen, mikä on tavallista etenkin pitkäkestoisen tai rasittavan liikunnan kohdalla. Sen vuoksi yksistään pikainsuliinin vähennys voisi joissakin tilanteissa olla toimivampi ratkaisu. (Campbell ym. 2013; Mustajoki 2014.) Suunnittelemattomassa liikunnassa puolestaan hiilihydraattien nauttiminen on lähes välttämätöntä (Francescato ym. 2011; Riddell & Perkins 2006). Usein insuliinin vähennys on suotavampaa kuin hiilihydraattien nauttiminen, koska liiallinen hiilihydraattien nauttiminen helposti vaikeuttaa painonhallintaa (Franc ym. 2012). On kuitenkin huomioitava, että aina insuliiniannoksen muutosta ei saateta tarvita, mikäli liikunta on usean tunnin kuluttua edellisestä pistoksesta ja kun liikunta on lisäksi kevyttä. (Francescato ym. 2004; Francescato ym. 2011; Riddell & Perkins 2006; Davey ym. 2013b.) Tässä tutkimuksessa vastaajat ilmoittivat ajoittavansa liikunnan mielellään noin ruokailun jälkeen joko tunnin tai kahden tunnin kuluttua.

Paljon liikkuville on myös tärkeää hiilihydraattien nauttiminen liikunnan jälkeen myöhemmän hypoglykemian välttämiseksi, mutta myös liikuntasuorituksesta palautumisen vuoksi. Liikunnan (etenkin rasittavan) aikana lihasten glykogeenivarastot tyhjäntyvät ja, jollei hiilihydraatteja nautita, aiheuttaa liikunnan jälkeinen lisääntynyt glukoosin tarve helposti verensokerin laskun. (Riddell & Perkins 2006; Perry & Gallen 2009.) On myös mahdollista, että lisääntynyt glukoosin tarve ilmenee kahdessa vaiheessa, heti kuormituksen jälkeen, jolloin insuliinia ei tarvita glykogeenivarastojen täyttämiseksi sekä myöhemmin kuormituksesta varastojen loppuun täyttämiseksi insuliinin toiminnan kiihdyttämänä. (Devadoss ym. 2011.) Hiilihydraattien nauttiminen todettiin olevan urheilijoille tavallisempaa liikunnan jälkeen, kuin liikunnan aikana (Colberg 2000).

Waden ym. (2005) havaitsivat tutkimuksessaan, että miehet usein ilmoittavat harrastavansa rasittavampaa liikuntaa kuin naiset, mutta naiset ilmoittavat liikkuvansa säännöllisemmin. Miehet saattavat tavallisesti vähentää insuliiniannostusta enemmän liikunnan yhteydessä ja nauttia tyypillisemmin lisähiilihydraatteja liikunnan yhteydessä. Tässä tutkimuksessa havaittiin vastaava ero käyttäytymisessä naisten ja miesten välillä. Naiset vastasivat, ettei hiilihyd-

raattien nauttiminen liikunnan yhteydessä tai liikunnan jälkeen ollut heille aivan yhtä tavallista kuin miehille. Etenkin liikunnan aikainen hiilihydraattien nauttiminen erosi kevyen viikoittaisen kokonaisrasittavuuden kohdalla, kun taas merkitsevää eroa ei ollut suuremmalla viikoittaisella rasittavuuden määrällä. Mahdollisesti siis suurempi liikunnan rasittavuus kuitenkin vaatii hiilihydraattienkin nauttimista sukupuolesta riippumatta. Naisista melkein puolet vastasivat myös, ettei insuliiniannostuksen vähentäminen ennen liikuntaa ollut heille niin tavallista, kun taas miehistä selvä enemmistö ilmoitti, että insuliinin vähentäminen on heille tyypillinen tapa. Miehet ilmoittivat harrastavansa hieman enemmän rasittavaa liikuntaa, kun taas naisista suurin osa harrasti kevyttä liikuntaa vähintään 5 kertaa viikossa. Naisilla on myös havaittu pienempää hypoglykemian riskiä esimerkiksi edeltävän hypoglykemian jälkeen, mikä saattaisi vaikuttaa myös tarvittaviin muutoksiin hiilihydraatti- ja insuliiniannostuksissa liikunnan yhteydessä (Galassetti ym. 2004; Briscoe ym. 2007).

Enemmän hyvin rasittavaa ja rasittavaa liikuntamuotoja harrastaneet ilmoittivat, että insuliiniannostuksen muutos joko ennen tai jälkeen liikuntasuorituksen oli heille toimintatapana tavallisempaa kuin vähemmän näitä liikuntamuotoja harrastaville. Ohjeena on, mitä rasittavampi ja/tai pidempikestoinen aerobinen suoritus on, sitä enemmän on vähennettävä insuliinia ennen liikuntaa ja tehtävä hiilihydraattitankkausta. Tämä perustuu suurempaan glukoosin tarpeeseen liikuntasuorituksen aikana. Kuormitustasolla noin 70 %  $HR_{max}$  asti syke on yhteydessä glukoosin hapettumisen kanssa siten, että mitä korkeampi sykkeinen kuormitus on, sitä enemmän glukoosia käytetään. (Francescato ym. 2005; Riddell & Perkins 2006; Perry & Gallen 2009.) Viikoittaisen kokonaisliikuntamäärän ja kokonaisrasituksen perusteella enemmän liikkuvat vastaajat myös huolehtivat tavallisemmin siitä, että verensokeri oli normaalissa rajoissa ennen kuin lähtivät harrastamaan liikuntaa. Mahdollisesti rasittavan liikunnan harrastaminen on opettanut heitä huolehtimaan verensokeritasosta ennen liikuntaa tarkemmin, jotta välttäisivät hypo- tai hyperglykemiaa. Tosin tavoiteltu verensokerin lähtötaso ennen liikuntaa voi olla myös lajiriippuvainen. Ratjen ym. (2015) havaitsivat, että kestävyysurheilijat suosivat korkeampaa verensokeria ennen liikuntaa kun urheilijat, jotka eivät harrastaneet kestävyyslajeja.

Verensokeri olisi hyvä mitata säännöllisesti liikunnan ympärillä. Pelkästään nojautuminen yhteen verensokerimittaukseen ja päätöksien teko sen perusteella insuliini- ja hiilihydraattimuutokseen on hieman riskialtista, sillä yksi mittaus ei kerro mihin suuntaan verensokeri on muuttumassa. Mittauksia tulisikin tehdä ennen liikuntaa, liikunnan aikana 30 minuutin välein sekä seurata verensokeria liikunnan jälkeen vielä parin tunnin kuluttua liikunnasta. (Colberg 2000; Riddell & Perkins 2006; Gallen & Lumb 2011.) Tämän tutkimuksen perusteella pääsääntöisin peruste päätökselle insuliini- ja hiilihydraattimuutokseen liittyen on nimenomaan verensokerin mittaus yhdessä suunnitellun liikunnan rasittavuuden ja keston arvioinnin kanssa. Muutamat vastaajat ilmoittivat tekevänsä päätöksiä oman kokemuksen perusteella. Enemmistö huolehti verensokerin mittaamisesta säännöllisesti liikunnan yhteydessä. Erityisesti viikoittaisen kokonaisliikuntamäärän mukaan eniten liikkuvat olivat hieman vahvemmin sitä mieltä, että huolehtivat verensokerin mittauksesta liikunnan ympärillä. Samoin totesivat vastaajat, joilla viimeisin mitattu HbA1c arvo oli alle 7,0 %. Säännöllisen verensokerin mittauksen onkin todettu olevan yhteydessä hyvään hoitotasapainoon (Davison ym. 2014; Miller ym. 2013; Saudek ym. 2006; Ozcan ym. 2014). Ainoastaan liikunnan aikainen verensokerin mittaus ei ollut vastaajien keskuudessa kovin tavallista.

Colberg (2000) sekä Ratjen ym. (2015) mukaan lisähiilihydraattien nauttiminen oli tavallista urheilijoilla, mutta puolet kestävyysurheilijoista ei mitannut verensokeria perusteeksi hiilihydraattien nauttimiselle (Ratjen ym. 2015). Osa saattaa kokea tuntevansa itse verensokerin vaihtelun, ja osaa näin ilman mittausta tarvittaessa tehdä muutoksia. Etenkin urheilijoiden on todettu tottuneen tunnistamaan oman kehon viestejä tarkasti. Tosin liikunta saattaa myös peittää hypoglykemian oireita. (Riddell & Perkins 2006; Ratjen ym. 2015.) Benbenek-Klupa ym. (2015) arvelivat kamppailulajien urheilijoiden kiinnittävän tarkemmin huomiota säännölliseen verensokerimittaukseen, minkä on todettu edesauttavan verensokeri hallintaa. Yksi hyvä tapa oppia ymmärtämään erilaisen liikunnan vaikutusta itselle, olisi myös säännöllinen liikuntapäiväkirjan ylläpito yhdessä verensokerimittausten kanssa. Erityisesti seuranta on tärkeää kokeiltaessa uutta lajia tai, jos insuliinihoitoon on tehty muutoksia. (Chassin ym. 2007; Riddell & Perkins 2006.) Tämän tutkimuksen mukaan liikuntapäiväkirjan ylläpito ei vaikuttanut kovin tavalliselta toimintatavalta, sillä vastaajista vain 17,2 % ilmoitti toimivansa näin.

Noin puolet vastaajista ilmoittivat mittaavansa verensokeria useammin uuden liikuntalajin yhteydessä.

Myös verensokerin jatkuvaa sensorointia on esitetty toimivaksi tavaksi seurata verensokerin käyttäytymistä myös liikunnan aikana. Jatkuva seuranta lisää tietoisuutta verensokerin käyttäytymisestä. Pitkäaikainen seuranta auttaa hiilihydraatti- ja insuliinihoitoon liittyvissä päätöksissä. Liikunnan aikana jatkuvan sensoroinnin avulla voidaan seurata verensokeria ilman liikunnan keskeyttämistä. Sensoroinnin avulla on myös mahdollista seurata verensokerin käyttäytymistä yöllä nukkuessa. Haasteeksi on todettu sensoroinnin luotettavuus. (Chassin ym. 2007; Floyd ym. 2012; Riddell & Perkins 2009; Iscoe ym. 2006; Kourtoglou 2011.) Tässäkin tutkimuksessa muutamien henkilöiden kohdalla nousi esille verensokerin mittauksen hankaluus liikunnan aikana, johon toivottiin apukeinoja.

## **8.5 Tutkimuksen luotettavuus**

Tutkimuksessa käytettiin sekä laadullista että määrällistä menetelmää. Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa suoraan luodun mittarin eli tässä tapauksessa kyselyn luotettavuus. Luotettavuutta määrällisessä tutkimuksessa voidaan kuvata reliabiliteetilla ja validiteetilla. Validiteetti tarkoittaa sitä, että mitataanko mittarilla sitä, mitä on tarkoitus. Reliabiliteetti puolestaan tarkoittaa tutkimuksen toistettavuutta eli kuinka samanlaisia tai erilaisia tuloksia saataisiin, jos ilmiötä mitattaisiin useita kertoja. (Metsämuuronen 2005, ss. 64–65.) Laadullisena analyysimenetelmänä käytettiin puolestaan sisällön analyysiä, jossa aineistoa tiivistetään ja luokitellaan. Tällöin analysoijalla ja vastauksien laadulla on merkittävä rooli tutkimuksen luotettavuuden kannalta.

Hirsijärvi ym. (2009, ss.198, 202–203) mukaan kysymysten asettelulla ja lomakkeen huolellisella suunnittelulla voidaan merkittävästi vaikuttaa tutkimuksen onnistumiseen. Tässä tutkimuksessa ei käytetty valmista mittaria, vaan se luotiin perustuen kirjallisuuskatsaukseen. Kyselylomake käytiin kuitenkin läpi useamman henkilön toimesta sekä esiteltiin vastaaja-

joukkoa edustavien henkilöiden toimesta ymmärrettävyyden ja vastattavuuden varmistamiseksi. Pieniä muutoksia kyselyyn tehtiin kommenttien perusteella. Kommenttien perusteella vastattavuus oli hyvä, mutta varmasti valmis validoitu mittari, olisi lisännyt kyselyn luotettavuutta. Lisäksi luotettavuuden parantamiseksi esitestaukseen ja lomakkeen iterointiin olisi voinut käyttää enemmän aikaa. Koska kyselyssä ei käytetty valmista mittaria, eivät tulokset ole suoraan vertailukelpoisia toisen mittarin kanssa. Tosin tässä tutkimuksessa saadut tulokset ovat samansuuntaisia, kuin muissakin tutkimuksissa, joten ainakin yksittäisten osalueiden tuloksia voidaan vertailla muiden tutkimuksien kanssa. Huomioitava kuitenkin on, että tämä kysely mittasi nimenomaan henkilöiden omia kokemuksia ja mielipidettä, jotka ovat aina subjektiivista. Vertaaminen tutkimuksiin, joissa ilmiötä on tutkittu kokeellisesti fysiologisia mittauksia tehden, ei suoraan ole mahdollista.

Kyselytutkimuksen luotettavuuteen ja tuloksien yleistettävyyteen on vastaajajoukon koolla merkittävä vaikutus. Liian pieni vastaajajoukko aiheuttaa epävarmuutta. Tutkimuksien mukaan vastausprosenttiin ja etenkin kyselyn keskeyttämiseen voi vaikuttaa kyselyn kokonaispituus. (Ganassali 2008; Heberlein & Baumgartner 1978; Hirsijärvi ym. 2009; s. 203; Nakash ym. 2006.) Kyselyn pituus vaikuttaa siihen, kuinka suuren vaivannäön se henkilöiltä vaatii. Tämän vuoksi henkilön on hyvä saada käsitys kyselyn pituudesta ennen vastaamista sekä sen etenemisen asteesta vastaamisen aikana. (Ganassali 2008.) Toisaalta motivoituneille vastaajille pidempi kysely ei välttämättä ole huono asia ja saattaa jopa edesauttaa monipuolisempiin vastauksiin (Ganassali 2008; Heberlein & Baumgartner 1978). Vastaajien motivaatio on tärkeää riittävän vastausprosentin saamiseksi, mutta myös laadukkaiden vastausten saamiseksi. Anonyymius ja palkkio kyselystä saattavat edesauttaa tähän itse kyselyn ja kysymysten huolellisen suunnittelun lisäksi. (Heberlein & Baumgartner 1978.) Muistutusviestin on myös havaittu vaikuttavan korkeamman vastausprosentin saamiseen (Heberlein & Baumgartner 1978; Shih & Fan 2008). Kyselyn pituus testattiin myös useamman henkilön toimesta. Esitestauksen perusteella kyselyn pituus oli kestoaltaan suunnitellun mukainen eli noin 15–20 minuuttia. Esitestauksessa kyselyä ei pidetty liian pitkänä, vaikkakin on mahdollista, että lyhempi kysely olisi vähentänyt keskeyttäneiden määrää. Anonyymiudesta mainittiin sekä saatekirjeessä että



kyselyn alussa. Lisäksi vastaajille lähetettiin muistutusviesti, mikä lisäsi merkittävästi vastausten määrää. Verkkokyselyllä voidaan tavoittaa suuri määrä vastaajia ja näin saada myös korkea vastausprosentti. Tässä tapauksessa kutsu kyselyyn lähti suurelle joukolle (n=1432) Mendor Balance käyttäjiä, mutta vain murto-osa vastasi kyselyyn (n=135 kyselyn aloittanutta ja n=87 kyselyn loppuun asti vastannutta). Joukko, jolle linkki lähetettiin, ei kokonaan edustanut kaikkia potentiaalisia vastaajia. Syynä tähän oli se, että ikä ja liikunta-aktiivisuus olivat rajoittavia tekijöitä, joita ei etukäteen tiedetty. Lisäksi epäselvää oli, kuinka aktiivisia henkilöt olivat käyttämään Mendor Balance palvelua ja täten reagoimaan Mendorilta saapuviin viesteihin.

Taustatietojen perusteella vastaukset saatiin eri-ikäisiltä ja molempien sukupuolien edustajilta. Kuitenkin henkilöiden hoitomuoto oli lähes homogeeninen (monipistoshoito), joten tuloksia ei voida täysin yleistää henkilöihin, jotka käyttävät hoitomuotonaan esimerkiksi insuliinipumppuhoitoa. Hoitotasapainon osalta oli hieman hajontaa, mutta suurimmalla osalla kuitenkin viimeisin HbA1c arvo sijoittui suhteellisen hyvälle tasolle. Vastaajajoukko edusti pientä joukkoa varsin fyysisesti aktiivisia tyypin 1 diabeetikoita, jotka eivät juurikaan kokee diabeteksen estävän heidän liikunnan harrastamista. Liikuntakäyttätymisen osalta hieman heterogeenisemmän joukon saaminen, olisi saattanut tuoda esille uusia piirteitä. Tässä tutkimuksessa erojen havainnointi liikunnan määrän mukaan oli hankalaa. Liikunta-aktiivisuuden tarkastelun osalta luotettavuutta heikentää myös se, että yksittäisen liikunnan kestoa ei luotettavasti pystytty hyödyntämään, millä viikoittaista aktiivisuustasoa olisi voitu tarkentaa. Toki tarkempi fyysisen aktiivisuuden määrittäminen olisi vaatinut validoitua kyselyä tai mieluummin mittaamista. Pieni otoskoko etenkin rajaa tulosten yleistettävyyden, jolla kuvataan tutkimuksen ulkoista validiteettia (Metsämuuronen 2005, s 65).

Kyselylomake muodostui kolmen tutkimuskysymyksen perusteella, jotka kaikki kuvasivat liikunnan ja verensokerin hallinnan yhteyttä. Kuitenkaan kaikkia kyselyn osioita, ei pystytty suoraan yhteismitallistamaan, sillä ne kysyivät osittain irrallisia asioita. Kaikista kysymyksistä ei siis ollut mielekästä muodostaa summamuuttujaa. Väittämien välistä sisäistä kiinteyttä ja johdonmukaisuutta tarkasteltiin Cronbachin alfan avulla. Kertoimen arvo vaihteli

merkittävästi kysymysten välillä, mutta kaikkien väittämien välinen kerroin oli 0,727 (n=45) (taulukko 6, s. 51). Kokonaisuudessaan kysymysten johdonmukaisuus oli riittävä (Metsämuuronen 2005, s. 515). Summamuuttujia muodostettiin vain kolme, mikä oli varsin vähän kysymysten kokonaismäärään nähden. Usean yksittäisten kysymysten sisäinen johdonmukaisuus jäi liian heikoksi, mikä olisi pitänyt huomioida kyselyä laadittaessa.

Kyselyn analysoinnissa käytettiin sekä alkuperäistä 5-portaista että supistettua 3-portaista asteikkoa. Myös ”*en osaa sanoa*” -vaihtoehto pidettiin mukana. Ainoastaan kysymyksen 8 kohdalla ”*ei kokemusta kyseisestä lajista*” koodattiin puuttuvaksi tiedoksi. Muita puuttuvia tietoja ei ollut strukturoiduissa kysymyksissä, sillä jokaiseen kysymykseen oli vastaajien pakko vastata kyselyn etenemiseksi. Jos käytetty asteikko on liian pieni, saattaa varianssi jäädä liian pieneksi, joten suositeltavaa on käyttää vähintään 5-portaista asteikkoa (Metsämuuronen 2005, ss. 94–96). ”*En osaa sanoa*” -vaihtoehto on myös kyseenalainen, sillä se antaa vastaajille mahdollisuuden olla olematta mitään mieltä (Metsämuuronen 2005, ss. 94–98). Tässä tapauksessa ”*en osaa sanoa*” -vaihtoehtoa kuitenkin käytettiin myös tulosten esittelyssä. Yleisesti frekvenssi jäi sen osalta kuitenkin varsin pieneksi.

Avoimien vastauksien laatu oli suhteellisen hyvä. Myös vapaaehtoisiin omin sanoin vastattaviin kohtiin oli vastattu, mikä saattoi pidentää vastausaikaa kyseisten vastaajien keskuudessa. Toisaalta se saattoi kuvata hyvää vastausmotivaatiota. Tuloksien esittämiseksi vastauksia luokiteltiin, mutta myös suoria lainauksia käytettiin esimerkkeinä. Vastaukset olivat varsin hyvin linjassa strukturoitujen kysymysten kanssa ja ne toivat sopivasti lisätietoa määrällisen analysoinnin rinnalle.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tyypin 1 diabetekseen kuuluu korkea verensokeri, johtuen luonnollisesta insuliinin, joka on ainut elimistössä verensokeria laskeva hormoni, erityksen puutteesta. Liikunnan ja etenkin matalan tai keskiraskaskaan liikunnan on todettu laskevan verensokeria. Glukoosin tarve kasvaa ja lihaksiston insuliiniherkkyys paranee. Vaikka kaikissa tutkimuksissa liikunnan ei ole todettu parantavan hoitotasapainoa mitattuna glykohemoglobiini-arvolla, on sillä silti monia terveyshyötyjä, kuten pelkästään lisäsairauksien, kuten sydän- ja verisuonisairauksien riskin pienentyminen, hyvinvoinnin ja elämänlaadun parantuminen. Tässäkin tutkimuksessa tuli esille, että liikunnan aiheuttaman verensokeria laskevan vaikutuksen lisäksi etuna on insuliinin tarpeen vähentyminen. Vaikka liikunta aiheuttaa lisääntyneen hypoglykemian riskin, on sillä tämän tutkimuksen mukaan säännöllisesti harrastettuna positiivinen vaikutus koettuun verensokerin hallintaan.

Paljon liikuntaa harrastavat ovat varmasti vääjäämättä löytäneet itselle sopivimmat toimintatavat verensokerin hallitsemiseksi eikä monikaan hoitoon liittyvä asia askarruta päivittäin. Kuitenkin selvää on, että sairaudessa on haasteita etenkin liikunnan yhteydessä. Etenkin verensokerin käyttäytymiseen vaikuttavien tekijöiden monimuotoisuus ja ennalta-arvaamattomuus näyttäisi aiheuttavan turhautuneisuutta. Tähän liittyen myös suunnittelematon liikunta koetaan haasteelliseksi verensokerin hallinnan kannalta. Haastavinta näyttäisi kuitenkin olevan rasittavan pitkäkestoisen liikunnan harrastaminen, mutta tämän tutkimuksen perusteella sellainen liikunnan harrastaminen ei ole este tyypin 1 diabeetikolle. Pyöräily, lenkkeily ja kuntosaliharjoittelu kuuluivat usean henkilön harrastuksiin. Selvää kuitenkin on, että verensokeritasapainon hallinta vaatii jatkuvaa verensokerin seuranta, hiilihydraattien ja insuliinin tarpeen arviointia sekä usein myös liikunnan etukäteen suunnittelua. Tämän tutkimuksen perusteella sairaus ei kuitenkaan ohjaa liikunnan harrastamista, vaan liikunta kuuluu osaksi päivärytmiä.

## 9.1 Ideat jatkotutkimuksille

Liikunnan vaikutusta verensokerin käyttäytymiseen on tyyppin 1 diabeetikoilla tutkittu erilaisilla liikuntainterventioilla tai seurantatutkimuksilla. Eri liikuntamuotojen akuutteja vaikutuksia esimerkiksi glukoosin käyttöön ja ottoon, sekä hormonaalisia vasteita on pyritty ymmärtämään seuraamalla muutoksia yksittäisen kuormituksen aikana ja jälkeen. Tämä tutkimus ensisijaisesti pyrki selvittämään fyysisesti aktiivisten ja liikuntaa harrastavien tyyppin 1 diabeetikoiden kokemuksia liikunnan yhdistämisestä verensokerin hallintaan ja siihen liittyviä haasteita. Tämän tutkimuksen tulokset vahvistavat jo olemassa olevia tutkimustuloksia liikunnan vaikutuksista ja haasteista.

Selvää lienee, ettei fysiologisia haasteita tyyppin 1 diabeetikon verensokerin hallinnassa voida helposti täysin ratkaista. Lisäselvitys erilaisten avustavien keinojen vaikutuksesta verensokerin hallinnassa voisi olla jatkossa arvokasta. Tällaisia olisivat esimerkiksi jatkuvan verensokerin sensoroinnin sekä erilaisten algoritmien käyttö hiilihydraattien ja insuliinin annosten määrittämiseksi. Etenkin suunnittelemattomassa liikunnassa erilaiset algoritmit voisivat auttaa arvioimaan tarvittavan hiilihydraatin määrää, mutta myös insuliinimuutoksia ennen suunniteltua liikuntaa (Franc ym. 2012; Francescato ym. 2011; Kilbride ym. 2011). Verensokerin jatkuva seuranta voisi helpottaa liikunnan aikaista tai palautumisen aikaista (yöllä) verensokerin seurantaa, mikä on tärkeää urheilijoille ja aktiivisesti liikkujille (Chassin ym. 2007; Floyd ym. 2012; Riddell & Perkins 2009; Iscoe ym. 2006).

Erityisesti aktiivisten liikkujien kohdalla liikuntapäiväkirjan ylläpito yhdessä jatkuvan verensokerin seurannan kanssa on hyvä tapa ymmärtää paremmin oman verensokerin käyttäytymistä (Riddell & Perkins 2009). Aktiivisuus- ja sykemittareiden antaman tiedon liikunnan rasittavuudesta ja kestosta yhdistäminen verensokerimittausten tai jatkuvan sensoroinnin tuloksiin voisi olla oiva apu usealle aktiiviselle liikkujalle. Tässäkin tutkimuksessa muutamien vastaajien keskuudessa ilmeni, että esimerkiksi verensokerin mittaus liikunnan yhteydessä on

hankalaa. Toisaalta myös verensokerin käyttäytymisen ymmärtäminen ja vaikea ennakoitavuus koettiin haasteelliseksi. Algoritmien ja uusien teknologioiden käyttöönotossa toki luotettavuus on erityisen tärkeää, mikä vaatii varmasti vielä tutkimusta.

Lisäksi tärkeää olisi löytää myös keinoja niille tyyppin 1 diabeetikoille, jotka eivät harrasta liikuntaa tai ole fyysisesti aktiivisia. Mahdollisena syynä taustalla voi olla hypoglykemian pelko tai pelko verensokerin hallinnan menettämisestä, jolloin hallintaa auttavat keinot ovat ratkaisevassa roolissa. Verensokerin jatkuva seuranta esimerkiksi lisää tietoisuutta, mutta saattaisi myös motivoida liikkumaan etenkin niiden henkilöiden kohdalla, jotka kärsivät etenkin hyperglykemiasta. Muut liikunta- ja aktiivisuusmittarit saattavat motivoida liikkumaan.

Jatkotutkimuksena tälle tutkimukselle voisi olla kyselyn kohdistaminen tyyppin 1 diabeetikoille, missä selvitettäisiin keinoja ja toiminnallisuuksia, joista he kokisivat olevan apua päivittäisessä verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä. Kuinka he voisivat paremmin hallita insuliini- ja hiilihydraattimuutoksia sekä verensokerin vaihtelua liikunnan yhteydessä. Mikä olisi apukeino suunnittelemattoman liikunnan hallitsemiseksi. Toisaalta vähän liikkuvien henkilöiden kohdalla voisi olla tarpeellista selvittää heidän kokemansa haasteet verensokerin hallinnassa ja syyt liikkumattomuudelle.

## LÄHTEET

ACSM 2014. Guidelines for Exercise Testing and prescription. Ninth edition. American College of Sports Medicine. Philadelphia. 465s.

Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett Jr, D. R., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C. & Leon, A. S. 2011. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 43 (8), 1575-1581.

American Diabetes Association. 2014. Standards of medical care in diabetes 2014. *Diabetes Care* 37 (1), 14-80.

American Diabetes Association. 2013. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 36 (1), 67-74.

Awoniyi, O., Rehman, R. & Dagogo-Jack, S. 2013. Hypoglycemia in patients with type 1 diabetes: epidemiology, pathogenesis, and prevention. *Current Diabetes Reports* 13 (5), 669-678.

Aye, M. M. & Atkin, S. L. 2014. Patient safety and minimizing risk with insulin administration - role of insulin degludec. *Drug, Healthcare and Patient Safety* 6, 55-67.

Bao, S., Briscoe, V. J., Tate, D. B. & Davis, S. N. 2009. Effects of differing antecedent increases of plasma cortisol on counterregulatory responses during subsequent exercise in type 1 diabetes. *Diabetes* 58 (9), 2100-2108.

Benbenek-Klupa, T., Matejko, B. & Klupa, T. 2015. Metabolic control in type 1 diabetes patients practicing combat sports: at least two-year follow-up study. *SpringerPlus* 4 (1), 133-137.

- Beraki, A., Magnuson, A., Sarnblad, S., Aman, J. & Samuelsson, U. 2014. Increase in physical activity is associated with lower HbA1c levels in children and adolescents with type 1 diabetes: results from a cross-sectional study based on the Swedish pediatric diabetes quality registry (SWEDIABKIDS). *Diabetes Research and Clinical Practice* 105 (1), 119-125.
- Briscoe, V. J., Tate, D. B. & Davis, S. N. 2007. Type 1 diabetes: exercise and hypoglycemia. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 32 (3), 576-582.
- Brazeau, A. S., Rabasa-Lhoret, R., Strychar, I. & Mircescu, H. 2008. Barriers to physical activity among patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 31 (11), 2108-2109.
- Bussau, V. A., Ferreira, L. D., Jones, T. W. & Fournier, P. A. 2007. A 10-s sprint performed prior to moderate-intensity exercise prevents early post-exercise fall in glycaemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetologia* 50 (9), 1815-1818.
- Bussau, V. A., Ferreira, L. D., Jones, T. W. & Fournier, P. A. 2006. The 10-s maximal sprint: a novel approach to counter an exercise-mediated fall in glycemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 29 (3), 601-606.
- Camacho, R. C., Galassetti, P., Davis, S. N. & Wasserman, D. H. 2005. Glucoregulation during and after exercise in health and insulin-dependent diabetes. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 33 (1), 17-23.
- Campbell, M. D., Walker, M., Trenell, M. I., Jakovljevic, D. G., Stevenson, E. J., Bracken, R. M., Bain, S. C. & West, D. J. 2013. Large pre- and postexercise rapid-acting insulin reductions preserve glycemia and prevent early- but not late-onset hypoglycemia in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 36 (8), 2217-2224.
- Campbell, M. D., Walker, M., Bracken, R. M., Turner, D., Stevenson, E. J., Gonzalez, J. T., Shaw, J. A. & West, D. J. 2015. Insulin therapy and dietary adjustments to normalize glycemia and prevent nocturnal hypoglycemia after evening exercise in type 1 diabetes: a

randomized controlled trial. *BMJ Open Diabetes Research & Care* 3 (1): e000085.  
doi:10.1136/bmjdr-2015-000085.

Chassin, L. J., Wilinska, M. E. & Hovorka, R. 2007. Intense exercise in type 1 diabetes: exploring the role of continuous glucose monitoring. *Journal of Diabetes Science and Technology* 1 (4), 570-573.

Chimen, M., Kennedy, A., Nirantharakumar, K., Pang, T. T., Andrews, R. & Narendran, P. 2012. What are the health benefits of physical activity in type 1 diabetes mellitus? A literature review. *Diabetologia* 55 (3), 542-551.

Clements, M. A., Lind, M., Raman, S., Patton, S. R., Lipska, K. J., Fridlington, A. G., Tang, F., Jones, P. G., Wu, Y. & Spertus, J. A. 2014. Age at diagnosis predicts deterioration in glycaemic control among children and adolescents with type 1 diabetes. *BMJ Open Diabetes Research & Care* 2 (1): e000039. doi:10.1136/bmjdr-2014-000039.

Coker, R. H. & Kjaer, M. 2005. Glucoregulation during exercise. *Sports Medicine* 35 (7), 575-583.

Colberg, S. R. 2000. Use of clinical practice recommendations for exercise by individuals with type 1 diabetes. *The Diabetes Educator* 26 (2), 265-271.

Colberg, S. R. 2009. *Diabetic athlete's handbook. Your guide to peak performance.* Human Kinetics. United States of America. 284s.

Cook, C. B., Wellik, K. E., Kongable, G. L. & Shu, J. 2012. Assessing inpatient glycemic control: what are the next steps? *Journal of Diabetes Science and Technology* 6 (2), 421-427.

Cuenca-Garcia, M., Jago, R., Shield, J. P. & Burren, C. P. 2012. How does physical activity and fitness influence glycaemic control in young people with Type 1 diabetes? *Diabetic Medicine: a Journal of the British Diabetic Association* 29 (10), 369-76.



- Dabelea, D., Mayer-Davis, E., Andrews, J., Dolan, L., Pihoker, C., Hamman, R., Greenbaum, C., Marcovina, S., Fujimoto, W. & Linder, B. 2012. Clinical evolution of beta cell function in youth with diabetes: the SEARCH for Diabetes in Youth study. *Diabetologia* 55 (12), 3359-3368.
- Davey, R. J., Bussau, V. A., Paramalingam, N., Ferreira, L. D., Lim, E. M., Davis, E. A., Jones, T. W. & Fournier, P. A. 2013a. A 10-s sprint performed after moderate-intensity exercise neither increases nor decreases the glucose requirement to prevent late-onset hypoglycemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 36 (12), 4163-4165.
- Davey, R. J., Howe, W., Paramalingam, N., Ferreira, L. D., Davis, E. A., Fournier, P. A. & Jones, T. W. 2013b. The effect of midday moderate-intensity exercise on postexercise hypoglycemia risk in individuals with type 1 diabetes. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 98 (7), 2908-2914.
- Davey, R. J., Paramalingam, N., Retterath, A. J., Lim, E. M., Davis, E. A., Jones, T. W. & Fournier, P. A. 2014. Antecedent hypoglycaemia does not diminish the glycaemia-increasing effect and glucoregulatory responses of a 10 s sprint in people with type 1 diabetes. *Diabetologia* 57 (6), 1111-1118.
- Davison, K. A., Negrato, C. A., Cobas, R., Matheus, A., Tannus, L., Palma, C. S., Japiassu, L., Carneiro, J. R., Rodacki, M., Zajdenverg, L., Araujo, N. B., Cordeiro, M. M., Luescher, J. L., Berardo, R. S., Nery, M., Cani, C., do Carmo A Marques, M., Calliari, L. E., Noronha, R. M., Manna, T. D., Savoldelli, R., Penha, F. G., Foss, M. C., Foss-Freitas, M. C., de Fatima Guedes, M., Dib, S. A., Dualib, P., Silva, S. C., Sepulveda, J., Sampaio, E., Rea, R. R., Faria, A. C., Tschiedel, B., Lavigne, S., Cardozo, G. A., Pires, A. C., Robles, F. C., Azevedo, M., Canani, L. H., Zucatti, A. T., Coral, M. H., Pereira, D. A., Araujo, L. A., Pedrosa, H. C., Tolentino, M., Prado, F. A., Rassi, N., Araujo, L. B., Fonseca, R. M., Guedes, A. D., Mattos, O. S., Faria, M., Azulay, R., Forti, A. C., Facanha, C. F., Montenegro, R., Jr, Montenegro, A. P., Melo, N. H., Rezende, K. F., Ramos, A., Felicio, J. S., Santos, F. M., Jezini, D. L., Gomes, M. B. & Brazilian Type 1 Diabetes Study Group (BrazDiab1SG). 2014. Relationship between adherence to diet,

glycemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 1 diabetes: a nationwide survey in Brazil. *Nutrition Journal* 13, (19). doi:10.1186/1475-2891-13-19.

Demirel, F., Tepe, D., Esen, I., Buber, N. & Boztepe, H. 2013. Individual and familial factors associated with metabolic control in children with type 1 diabetes. *Pediatrics International* 55 (6), 710-713.

Devadoss, M., Kennedy, L. & Herbold, N. 2011. Endurance athletes and type 1 diabetes. *The Diabetes Educator* 37 (2), 193-207.

D'hooge, R., Hellinckx, T., Van Laethem, C., Stegen, S., De Schepper, J., Van Aken, S., Dewolf, D. & Calders, P. 2011. Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation* 25 (4), 349-359.

Diabetesliitto. 2015. Diabetestietoa, insuliinihoito. Viitattu 3.2.2015

[http://www.diabetes.fi/diabetestietoa/tyyppi\\_1/insuliinihoito](http://www.diabetes.fi/diabetestietoa/tyyppi_1/insuliinihoito)

Diabetes Research in Children Network (DirecNet) Study Group, Tsalikian, E., Kollman, C., Tamborlane, W. B., Beck, R. W., Fiallo-Scharer, R., Fox, L., Janz, K. F., Ruedy, K. J., Wilson, D., Xing, D. & Weinzimer, S. A. 2006. Prevention of hypoglycemia during exercise in children with type 1 diabetes by suspending basal insulin. *Diabetes Care* 29 (10), 2200-2204.

DUODECIM. 2013. Käypä hoito-suositus. Diabetes. Suomalaisen Lääkäriseuran

Duodecimin, Suomen Sisätautilääkäreiden yhdistyksen ja Diabetesliiton

Lääkärineuvoston asettama työryhmä. Viitattu 5.2.2015

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50056>

DUODECIM. 2009. Käypä hoito suositus. Diabetes ja liikunta. Diabeteksen käypä-hoito työryhmä. Viitattu 10.2.2015.

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=nix00817>

- Fahey, A., Paramalingam, N., Davey, R., Davis, E., Jones, T. & Fournier, P. 2012. The effect of a short sprint on postexercise whole-body glucose production and utilization rates in individuals with type 1 diabetes mellitus. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 97 (11), 4193-4200.
- Floyd, B., Chandra, P., Hall, S., Phillips, C., Alema-Mensah, E., Strayhorn, G., Ofili, E. O. & Umpierrez, G. E. 2012. Comparative analysis of the efficacy of continuous glucose monitoring and self-monitoring of blood glucose in type 1 diabetes mellitus. *Journal of Diabetes Science and Technology* 6 (5), 1094-1102.
- Franc, S., Dardari, D., Biedzinski, M., Requeda, E., Canipel, L., Hochberg, G., Boucherie, B. & Charpentier, G. 2012. Type 1 diabetes: dealing with physical activity. *Diabetes & Metabolism* 38 (5), 466-469.
- Francescato, M. P., Geat, M., Fusi, S., Stupar, G., Noacco, C. & Cattin, L. 2004. Carbohydrate requirement and insulin concentration during moderate exercise in type 1 diabetic patients. *Metabolism* 53 (9), 1126-1130.
- Francescato, M. P., Cattin, L., Geat, M., Tosoratti, E., Lazzer, S., Noacco, C. & di Prampero, P. E. 2005. Glucose Pulse: a simple method to estimate the amount of glucose oxidized during exercise in type 1 diabetic patients. *Diabetes Care* 28 (8), 2028-2030.
- Francescato, M. P., Geat, M., Accardo, A., Blokar, M., Cattin, L. & Noacco, C. 2011. Exercise and glycemic imbalances: a situation-specific estimate of glucose supplement. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 43 (1), 2-11.
- Fullerton, B., Jeitler, K., Seitz, M., Horvath, K., Berghold, A. & Siebenhofer, A. 2014. Intensive glucose control versus conventional glucose control for type 1 diabetes mellitus. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, (2): CD009122. doi:10.1002/14651858.CD009122.pub2.
- Galassetti, P., Tate, D., Neill, R. A., Morrey, S., Wasserman, D. H. & Davis, S. N. 2004. Effect of sex on counterregulatory responses to exercise after antecedent hypoglycemia

- in type 1 diabetes. *American journal of physiology. Endocrinology and Metabolism* 287 (1), 16-24.
- Galassetti, P., Tate, D., Neill, R. A., Morrey, S., Wasserman, D. H. & Davis, S. N. 2003. Effect of antecedent hypoglycemia on counterregulatory responses to subsequent euglycemic exercise in type 1 diabetes. *Diabetes* 52 (7), 1761-1769.
- Galassetti, P., Tate, D., Neill, R. A., Richardson, A., Leu, S. Y. & Davis, S. N. 2006. Effect of differing antecedent hypoglycemia on counterregulatory responses to exercise in type 1 diabetes. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism* 290 (6), 1109-17.
- Gallen, I. W., Hume, C. & Lumb, A. 2011. Fuelling the athlete with type 1 diabetes. *Diabetes, Obesity & Metabolism* 13 (2), 130-136.
- Ganassali, S. 2008. The influence of the design of web survey questionnaires on the quality of responses. *Survey Research Methods* 2 (1), 21-32.
- Gastin, P. B. 2001. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine* 31 (10), 725-741.
- Goksen, D., Atik Altinok, Y., Ozen, S., Demir, G. & Darcan, S. 2014. Effects of carbohydrate counting method on metabolic control in children with type 1 diabetes mellitus. *Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology* 6 (2), 74-78.
- Gomez, A. M., Gomez, C., Aschner, P., Veloza, A., Munoz, O., Rubio, C. & Vallejo, S. 2015. Effects of Performing Morning Versus Afternoon Exercise on Glycemic Control and Hypoglycemia Frequency in Type 1 Diabetes Patients on Sensor-Augmented Insulin Pump Therapy. *Journal of Diabetes Science and Technology* 1-6.
- Graveling, A. & Frier, B. 2010. Risks of marathon running and hypoglycaemia in Type 1 diabetes. *Diabetic Medicine* 27 (5), 585-588.

- Graveling, A. J. & Frier, B. M. 2009. Hypoglycaemia: an overview. *Primary Care Diabetes* 3 (3), 131-139.
- Grimm, J., Ybarra, J., Berné, C., Muchnick, S. & Golay, A. 2004. A new table for prevention of hypoglycaemia during physical activity in type 1 diabetic patients. *Diabetes & Metabolism* 30 (5), 465-470.
- Guelfi, K. J., Jones, T. W. & Fournier, P. A. 2005. The decline in blood glucose levels is less with intermittent high-intensity compared with moderate exercise in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 28 (6), 1289-1294.
- Guelfi, K. J., Ratnam, N., Smythe, G. A., Jones, T. W. & Fournier, P. A. 2007. Effect of intermittent high-intensity compared with continuous moderate exercise on glucose production and utilization in individuals with type 1 diabetes. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism* 292 (3), 865-70.
- Guyton, A.C. & Hall, J.E. 2006. *Textbook of Medical Physiology*. Philadelphia: W.B. Saunders company. 1116s.
- Harmer, A. R., Chisholm, D. J., McKenna, M. J., Morris, N. R., Thom, J. M., Bennett, G. & Flack, J. R. 2007. High-intensity training improves plasma glucose and acid-base regulation during intermittent maximal exercise in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 30 (5), 1269-1271.
- Harris, G. D. & White, R. D. 2012. Diabetes in the competitive athlete. *Current Sports Medicine Reports* 11 (6), 309-315.
- Heberlein, T. A. & Baumgartner, R. 1978. Factors affecting response rates to mailed questionnaires: A quantitative analysis of the published literature. *American Sociological Review* 43 (4), 447-462.

- Herbst, A., Bachran, R., Kapellen, T. & Holl, R. W. 2006. Effects of regular physical activity on control of glycemia in pediatric patients with type 1 diabetes mellitus. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine* 160 (6), 573-577.
- Hirsijärvi Sirkka, Remes Pirkko, Paula Sajavaara. 2009. Tutki ja Kirjoita. Kariston kirjapaino Oy, Hämeenlinna 2009. Kustannusosakeyhtiö Tammi, Helsinki. 464s.
- Ishii, T., Yamakita, T., Sato, T., Tanaka, S. & Fujii, S. 1998. Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care* 21 (8), 1353-1355.
- Iscoe, K. E. & Riddell, M. C. 2011. Continuous moderate-intensity exercise with or without intermittent high-intensity work: effects on acute and late glycaemia in athletes with Type 1 diabetes mellitus. *Diabetic Medicine* 28 (7), 824–832.
- Ilanne-Parikka Pirjo. 2010. Luotettava ja tavoitteellinen verensokerin seuranta. DEHKO-raportti 2010:4. Diabeteksen ehkäisyn ja hoidon kehittämissuunnitelma. Diabetesliitto. Viitattu 9.2.2015.  
[http://www.diabetes.fi/files/1423/DEHKO\\_raportti\\_2010\\_4\\_Luotettava\\_ja\\_tavoitteellinen\\_verensokerin\\_omaseuranta.pdf](http://www.diabetes.fi/files/1423/DEHKO_raportti_2010_4_Luotettava_ja_tavoitteellinen_verensokerin_omaseuranta.pdf)
- Ilanne-Parikka Pirjo. 2015. Diabetestietoa. Tyypin 1 hoidon ABC, insuliinit. Viitattu 3.2.2015. [http://www.diabetes.fi/diabetestietoa/tyyppi\\_1/tyypin\\_1\\_hoidon\\_abc/insuliinit](http://www.diabetes.fi/diabetestietoa/tyyppi_1/tyypin_1_hoidon_abc/insuliinit)
- Kangas Tero. 2001. Insuliinihoidon ylläpito. Käypä hoito. Lääketieteellinen Aikakauskirja *Duodecim* 117 (17), 1740–1749.
- Kennedy, A., Nirantharakumar, K., Chimen, M., Pang, T. T., Hemming, K., Andrews, R. C. & Narendran, P. 2013. Does exercise improve glycaemic control in type 1 diabetes? A systematic review and meta-analysis. *PloS One* 8 (3): e58861. doi:10.1371/journal.pone.0058861.

- Kilbride, L., Charlton, J., Aitken, G., Hill, G. W., Davison, R. C. & McKnight, J. A. 2011. Managing blood glucose during and after exercise in Type 1 diabetes: reproducibility of glucose response and a trial of a structured algorithm adjusting insulin and carbohydrate intake. *Journal of Clinical Nursing* 20 (23-24), 3423-3429.
- Kourtoglou, G. I. 2011. Insulin therapy and exercise. *Diabetes Research and Clinical Practice* 93 (1), 73-77.
- Lascar, N., Kennedy, A., Hancock, B., Jenkins, D., Andrews, R. C., Greenfield, S. & Narendran, P. 2014. Attitudes and barriers to exercise in adults with type 1 diabetes (T1DM) and how best to address them: a qualitative study. *PloS ONE* 9 (9): e108019. doi:10.1371/journal.pone.0108019.
- Leroux, C., Brazeau, A. S., Gingras, V., Desjardins, K., Strychar, I. & Rabasa-Lhoret, R. 2014. Lifestyle and cardiometabolic risk in adults with type 1 diabetes: a review. *Canadian Journal of Diabetes* 38 (1), 62-69.
- Lillioja, S., Young, A. A., Culter, C. L., Ivy, J. L., Abbott, W. G., Zawadzki, J. K., Yki-Jarvinen, H., Christin, L., Secomb, T. W. & Bogardus, C. 1987. Skeletal muscle capillary density and fiber type are possible determinants of in vivo insulin resistance in man. *The Journal of Clinical Investigation*, 80 (2), 415-424.
- Little, R. R. & Sacks, D. B. 2009. HbA1c: how do we measure it and what does it mean? *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity* 16 (2), 113-118.
- Lumb, A. 2014. Diabetes and exercise. *Clinical Medicine (London, England)* 14 (6), 673-676.
- Lukacs, A. & Barkai, L. 2015. Effect of aerobic and anaerobic exercises on glycemic control in type 1 diabetic youths. *World Journal of Diabetes* 6 (3), 534-542.
- Macknight, J. M., Mistry, D. J., Pastors, J. G., Holmes, V. & Rynders, C. A. 2009. The daily management of athletes with diabetes. *Clinics in Sports Medicine* 28 (3), 479-495.

- Masood Tahir. 2015. Calf Muscle Activation Strategies in Healthy and Injured Achilles Tendon Conditions. University of Jyväskylä. Studies in Sport, Physical Education and Health 222.
- Marliss, E. B. & Vranic, M. 2002. Intense exercise has unique effects on both insulin release and its roles in glucoregulation: Implications for Diabetes. *Diabetes* 51 (1), 271-283.
- Matejko, B., Skupien, J., Mrozińska, S., Grzanka, M., Cyganek, K., Kiec-Wilk, B., Malecki, M. T. & Klupa, T. 2014. Factors associated with glycemic control in adult type 1 diabetes patients treated with insulin pump therapy. *Endocrine*, 1-6. DOI 10.1007/s12020-014-0274-2.
- Mc Ardle William D., Katch Frank I, Katch Victor L. 2010. Exercise Physiology: Nutrition, Energy and Human Performance. Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business. Seventh edition. 1038s.
- Metsämuuronen Jari. 2005. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä 2005. 1292s.
- Miller, K. M., Beck, R. W., Bergenstal, R. M., Goland, R. S., Haller, M. J., McGill, J. B., Rodriguez, H., Simmons, J. H., Hirsch, I. B. & T1D Exchange Clinic Network. 2013. Evidence of a strong association between frequency of self-monitoring of blood glucose and hemoglobin A1c levels in T1D exchange clinic registry participants. *Diabetes Care* 36 (7), 2009-2014.
- Morran, M. P., Vonberg, A., Khadra, A. & Pietropaolo, M. 2015. Immunogenetics of type 1 diabetes mellitus. *Molecular Aspects of Medicine* (2015): doi: 10.1016/j.mam.2014.12.004.
- Mustajoki Pertti. 2014. Diabetes ja liikunta- hoito-ohje tyypin 1 diabeetikolle. Duodecim terveyskirjasto. Viitattu 25.2.2015.  
[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00888](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00888)



- Nakash, R. A., Hutton, J. L., Jorstad-Stein, E. C., Gates, S. & Lamb, S. E. 2006. Maximising response to postal questionnaires--a systematic review of randomised trials in health research. *BMC Medical Research Methodology* 6, (5). doi:10.1186/1471-2288-6-5.
- Nokoff, N. & Rewers, M. 2013. Pathogenesis of type 1 diabetes: lessons from natural history studies of high-risk individuals. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1281 (1), 1-15.
- Olsen, S., Åsvold, B., Frier, B., Aune, S., Hansen, L. & Bjørgaas, M. 2014. Hypoglycaemia symptoms and impaired awareness of hypoglycaemia in adults with Type 1 diabetes: the association with diabetes duration. *Diabetic Medicine* 31, 1210-1217.
- Orchard, T. J., Nathan, D. M., Zinman, B., Cleary, P., Brillon, D., Backlund, J. C. & Lachin, J. M. 2015. Association Between 7 Years of Intensive Treatment of Type 1 Diabetes and Long-term Mortality. *The Journal of the American Medical Association* 313 (1), 45-53.
- Ozcan, S., Amiel, S. A., Rogers, H., Choudhary, P., Cox, A., de Zoysa, N., Hopkins, D. & Forbes, A. 2014. Poorer glycaemic control in type 1 diabetes is associated with reduced self-management and poorer perceived health: a cross-sectional study. *Diabetes Research and Clinical Practice* 106 (1), 35-41.
- Perry, E. & Gallen, I. 2009. Guidelines on the current best practice for the management of type 1 diabetes, sport and exercise. *Practical Diabetes International* 26 (3), 116-123.
- Pilacinski, S. & Zozulinska-Ziolkiewicz, D. A. 2014. Influence of lifestyle on the course of type 1 diabetes mellitus. *Archives of Medical Science* 10 (1), 124-134.
- Precechtelova, J., Borsanyiova, M., Sarmirova, S. & Bopegamage, S. 2014. Type I Diabetes Mellitus: Genetic Factors and Presumptive Enteroviral Etiology or Protection. Hindawi Publishing Corporation *Journal of Pathogens* (2014): <http://dx.doi.org/10.1155/2014/738512>

- Purdon, C., Brousson, M., Nyveen, S. L., Miles, P. D., Halter, J. B., Vranic, M. & Marliss, E. B. 1993. The roles of insulin and catecholamines in the glucoregulatory response during intense exercise and early recovery in insulin-dependent diabetic and control subjects. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 76 (3), 566-573.
- Ramalho, A. C., de Lourdes Lima, M., Nunes, F., Cambui, Z., Barbosa, C., Andrade, A., Viana, A., Martins, M., Abrantes, V., Aragao, C. & Temistocles, M. 2006. The effect of resistance versus aerobic training on metabolic control in patients with type-1 diabetes mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice* 72 (3), 271-276.
- Ratjen, I., Weber, K. S., Roden, M., Herrmann, M. E. & Mussig, K. 2015. Type 1 Diabetes Mellitus and Exercise in Competitive Athletes. *Experimental and clinical endocrinology & diabetes: Official Journal, German Society of Endocrinology and German Diabetes Association* 123 (7), 419-422.
- Riddell, M. C., Bar-Or, O., Gerstein, H. C. & Heigenhauser, G. J. 2000. Perceived exertion with glucose ingestion in adolescent males with IDDM. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32 (1), 167-173.
- Riddell, M. C. & Perkins, B. A. 2006. Type 1 diabetes and vigorous exercise: applications of exercise physiology to patient management. *Canadian Journal of Diabetes* 30 (1), 63-71.
- Riddell, M. & Perkins, B. A. 2009. Exercise and glucose metabolism in persons with diabetes mellitus: perspectives on the role for continuous glucose monitoring. *Journal of Diabetes Science and Technology* 3 (4), 914-923.
- Saudek, C. D., Derr, R. L. & Kalyani, R. R. 2006. Assessing glycemia in diabetes using self-monitoring blood glucose and hemoglobin A1c. *The Journal of the American Medical Association* 295 (14), 1688-1697.
- Schweiger, B., Klingensmith, G. & Snell-Bergeon, J. K. 2010. Physical activity in adolescent females with type 1 diabetes. *International Journal of Pediatrics* (2010): 328318. doi:10.1155/2010/328318.

- Siegelaar, S. E., Holleman, F., Hoekstra, J. B. & DeVries, J. H. 2010. Glucose variability; does it matter? *Endocrine Reviews* 31 (2), 171-182.
- Shih, T. & Fan, X. 2008. Comparing response rates from web and mail surveys: A meta-analysis. *Field Methods* 20 (3), 249-271.
- Silveira, A. P., Bentes, C. M., Costa, P. B., Simao, R., Silva, F. C., Silva, R. P. & Novaes, J. S. 2014. Acute effects of different intensities of resistance training on glycemic fluctuations in patients with type 1 diabetes mellitus. *Research in Sports Medicine (Print)* 22 (1), 75-87.
- Song, X. M., Ryder, J. W., Kawano, Y., Chibalin, A. V., Krook, A. & Zierath, J. R. 1999. Muscle fiber type specificity in insulin signal transduction. *The American Journal of Physiology*, 277 (6 Pt 2), 1690-1696.
- St John, A., Davis, W. A., Price, C. P. & Davis, T. M. 2010. The value of self-monitoring of blood glucose: a review of recent evidence. *Journal of Diabetes and Its Complications* 24 (2), 129-141.
- Szadkowska, A., Madej, A., Ziolkowska, K., Szymanska, M., Jeziorny, K., Mianowska, B. & Pietrzak, I. 2015. Gender and Age - Dependent effect of type 1 diabetes on obesity and altered body composition in young adults. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 22 (1), 124-128.
- Tansey, M. J., Tsalikian, E., Beck, R. W., Mauras, N., Buckingham, B. A., Weinzimer, S. A., Janz, K. F., Kollman, C., Xing, D., Ruedy, K. J., Steffes, M. W., Borland, T. M., Singh, R. J., Tamborlane, W. V. & Diabetes Research in Children Network (DirecNet) Study Group. 2006. The effects of aerobic exercise on glucose and counterregulatory hormone concentrations in children with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 29 (1), 20-25.
- Tenzer-Iglesias, P., Shannon, M. H. & DISCLoSUR E, S. 2012. Managing hypoglycemia in primary care. *The Journal of Family Practice* 61 (10), 1-8.

- Toni, S., Reali, M. F., Barni, F., Lenzi, L. & Festini, F. 2006. Managing insulin therapy during exercise in type 1 diabetes mellitus. Conference paper. *Acta Bio-Medica L'Ateneo Parmense* 77 (1), 34-40.
- Tonoli, C., Heyman, E., Roelands, B., Buyse, L., Cheung, S. S., Berthoin, S. & Meeusen, R. 2012. Effects of different types of acute and chronic (training) exercise on glycaemic control in type 1 diabetes mellitus: a meta-analysis. *Sports Medicine* 42 (12), 1059-1080.
- Varlamov, O., Bethea, C. L. & Roberts, C. T. 2015. Sex-Specific Differences in Lipid and Glucose Metabolism. *Frontiers in Endocrinology* 5 (241) 1-7. doi: 10.3389/fendo.2014.00241
- Vora, J. & Evans, M. 2012. *Managing Diabetes*. Springer Science & Business Media. Springer Healthcare Ltd. London. DOI: 10.1007/978-1-908517-81-4\_1. 125s.
- Waden, J., Tikkanen, H., Forsblom, C., Fagerudd, J., Pettersson-Fernholm, K., Lakka, T., Riska, M., Groop, P. H. & FinnDiane Study Group. 2005. Leisure time physical activity is associated with poor glycemic control in type 1 diabetic women: the FinnDiane study. *Diabetes Care* 28 (4), 777-782.
- Weinstock, R. S., Xing, D., Maahs, D. M., Michels, A., Rickels, M. R., Peters, A. L., Bergenstal, R. M., Harris, B., DuBose, S. N. & Miller, K. M. 2013. Severe hypoglycemia and diabetic ketoacidosis in adults with type 1 diabetes: results from the T1D Exchange clinic registry. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 98 (8), 3411–3419.
- West, D. J., Stephens, J. W., Bain, S. C., Kilduff, L. P., Luzio, S., Still, R. & Bracken, R. M. 2011. A combined insulin reduction and carbohydrate feeding strategy 30 min before running best preserves blood glucose concentration after exercise through improved fuel oxidation in type 1 diabetes mellitus. *Journal of Sports Sciences* 29 (3), 279-289.
- Yamanouchi, K., Abe, R., Takeda, A., Atsumi, Y., Shichiri, M. & Sato, Y. 2002. The effect of walking before and after breakfast on blood glucose levels in patients with type 1

- diabetes treated with intensive insulin therapy. *Diabetes Research and Clinical Practice* 58 (1), 11-18.
- Yardley, J. E., Sigal, R. J., Perkins, B. A., Riddell, M. C. & Kenny, G. P. 2013a. Resistance Exercise in Type 1 Diabetes. *Canadian Journal of Diabetes* 37 (6), 420-426.
- Yardley, J. E., Kenny, G. P., Perkins, B. A., Riddell, M. C., Balaa, N., Malcolm, J., Boulay, P., Khandwala, F. & Sigal, R. J. 2013b. Resistance versus aerobic exercise: acute effects on glycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 36 (3), 537-542.
- Yardley, J. E., Kenny, G. P., Perkins, B. A., Riddell, M. C., Malcolm, J., Boulay, P., Khandwala, F. & Sigal, R. J. 2012. Effects of performing resistance exercise before versus after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 35 (4), 669-675.
- Yardley, J. E., Zaharieva, D. P., Jarvis, C. & Riddell, M. C. 2015. The "Ups" and "Downs" of a Bike Race in People with Type 1 Diabetes: Dramatic Differences in Strategies and Blood Glucose Responses in the Paris-to-Ancaster Spring Classic. *Canadian Journal of Diabetes* 39 (2), 105-110.
- Younk, L. M., Mikeladze, M., Tate, D. & Davis, S. N. 2011. Exercise-related hypoglycemia in diabetes mellitus. *Expert Review of Endocrinology & Metabolism* 6 (1), 93-108.
- Zoka, A., Muzes, G., Somogyi, A., Varga, T., Szeman, B., Al-Aissa, Z., Hadarits, O. & Firneisz, G. 2013. Altered immune regulation in type 1 diabetes. *Clinical & Developmental Immunology* (2013): 254874. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/254874>
- WHO. 2006. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycemia. Report of a WHO/IDF consultation. Viitattu 29.1.2015.  
[http://www.who.int/diabetes/publications/Definition and Diagnosis of diabetes\\_new.pdf](http://www.who.int/diabetes/publications/Definition%20and%20Diagnosis%20of%20diabetes_new.pdf) 2006

WHO. 2011. Use of Glycated Haemoglobin (HbA1c) in the Diagnosis of Diabetes Mellitus. Abbreviated Report of a WHO Consultation. Viitattu 29.1.2015.  
[http://www.who.int/diabetes/publications/report-hba1c\\_2011.pdf](http://www.who.int/diabetes/publications/report-hba1c_2011.pdf)

LIITE 1. Aerobinen matala- tai keskiraskas sekä anaerobinen korkeaintensiteettinen kuormitus. Yhteenveto tutkimuksista ja niiden päätuloksista (1/6)

Tekijä	Tavoite	Kuormitus	Koehenkilö- joukko	Havaitut vasteet	Päätulos
<p><b>Guelfi ym. 2007</b></p> <p>Intervallityyppisen (IHE) harjoituksen ja tasaisen matalatehoisen kuormituksen (MOD) vaikutus glukoosin tuotantoon ja käyttöön kuormituksen aikana ja jälkeen tyypin I diabeetikoilla.</p>	<p>IHE: 30 min, 40 % <math>VO_{2max}</math> harjoitus, joka sisälsi 4 s spurtteja 2 min välein MOD: 30 min, 40 % <math>VO_{2max}</math></p> <p>Verensokeri pidettiin 5m5 mmol/l tasolla euglykemia clampin avulla</p>	<p>5 miestä, 4 naista, <math>22,6 \pm 5,7</math> vuotta, <math>VO_{2peak} = 41,8 \pm 4,6</math> ml/kg/min</p>	<p><b>IHE:</b> kuormituksessa <b>GIR</b> pysyi myöhemmin palautumisen aikana korkeammalla, mutta muuten matalampi kuin tasaisen aerobisen kuormituksen aikana. <b>IHE</b>-kuormituksessa <b>Ra</b> nopea <math>\uparrow</math> heti kuormituksen alussa ja <math>\downarrow</math> heti kuormituksen päätyttyä, kun taas <b>MOD</b>-kuormituksessa <b>Ra</b> <math>\uparrow</math> oli maltillisempi. <b>IHE:ssa Rd</b> asteittainen <math>\uparrow</math> ja <math>\downarrow</math> heti kuormituksen päätyttyä, kun taas <b>MOD</b>-kuormituksen <b>Rd</b> <math>\uparrow</math> ja pysyi kuormituksen jälkeen korkeammalla. Molemmissa <b>laktaatti</b> ja <b>katkoliaamiini</b> <math>\uparrow</math> kuormituksessa ja <math>\downarrow</math> kuormituksen päätyttyä, mutta vaste pienempi <b>MOD</b>-kuormituksessa.</p>	<p>Glukoosin tuotanto nousi merkittävästi heti IHE kuormituksen alussa, mutta laski välittömästi kuormituksen päätyttyä. Matalampi GIR tarvittiin IHE-kuormituksessa, jotta pystyttiin ylläpitämään normaali verensokeri. Verensokeri laski vähemmän IHE kuormituksessa eikä kokonaistyömäärän erolla ollut vaikutusta tähän.</p>	

LIITE 1. Aerobinen matala-tai keskirasakas sekä anaerobinen korkeaintensiteettinen kuormitus. Yhteenveto tutkimuksista ja niiden päätuloksista (2/6)

Tekijä	Tavoite	Kuormitus	Koehenkilöjoukko	Havaitut vasteet	Päätulos
<b>Iscoe &amp; Riddell 2011</b>	Fysiologisten ja verensokerivasteiden ero keskirasakaan (MOD) ja intervallityyppisen kuormituksen (IHE) jälkeen suoritettuna myöhään iltapäivällä sekä miten verensokeri taso vaihtelee.	IHE: 45 min, 50 % WRpeak, 9 x 15s kiihdytystä, 5 minuutin palautuksilla polkupyöräergometrilla MOD: 45 min, 55 % WRpeak	6 naista ja 5 miestä, 35, 1 ± 3,5 vuotta, VO <sub>2peak</sub> = 42,4 ± 1,6 ml/kg/min	Glukoosipitoisuus laski molempien kuormitusten aikana samalla tavalla. Hy-poglykemiaa ilmeni vähemmän IHE kuormituksen aikana (3/11) versus MOD (7/11). Myöhemmin kuormituksesta verensokeri ei laskenut IHE kuormituksen jälkeen ja oli yöllä korkeammalla tasolla jopa lepopäivään verrattuna. MOD kuormituksen jälkeen verensokeri laski yöllä. Laktaatti nousi merkittävästi ja oli korkeampi IHE kuormituksen jälkeen. Syljien kortisoli sekä adrenaliini ja noradrenaliinipitoisuuden nousivat merkittävästi, mutta eroa ei ollut IHE ja MOD kuormituksen välillä.	IHE kuormitus ei kasvata harjoituksen jälkeistä yöllisen hy-poglykemian riskiä tyyppiin 1 diabeetikoilla tosin kuin MOD kuormitus. Samanlainen verensokerin lasku kuormituksen aikana on havaittavissa sekä MOD että IHE kuormituksen jälkeen.
<b>Intervallityyppinen harjoitus (engl. intermittent high-intensity):</b>					

T1DM = tyyppi 1 diabeetikko, Ra= endogeeninen glukoosin tuotanto, Rd= Glukoosin käyttö/otto, GIR=glukoosin infuusionopeus eli glukoosin tarve normaalin verensokerin ylläpitämiseksi, WR<sub>peak</sub> = suurin saavutettu työ polkupyöräergometrilla (engl. *peak work rate*), VO<sub>2peak</sub> = suurin kuormitustestissä saavutettu hapenkulutus, VO<sub>2max</sub> = maksimihapenkulutus, RM = toistomaksimi



LIITE 1. Aerobinen matala-tai keskirasikas sekä anaerobinen korkeaintensiteettinen kuormitus. Yhteenveto tutkimuksista ja niiden päätuloksista. (3/6)

Tekijä	Tavoite	Kuormitus	Koehenkilöjoukko	Havaitut vasteet	Päätulos
<b>Yhdistetty matalatehoinen aerobinen kuormitus ja maksimaalinen anaerobinen pyrähdys:</b>					
<b>Davey ym. 2013a</b>	Lisääkö 10s maksimaalinen pyrähdys keskiraskaan kuormituksen jälkeen hiilhydraatien tarvetta, jotta verensokeri pysyy tasaisena.	30 min, 40 % VO <sub>2</sub> max tai saman + 10 s maksimaalinen spurtti loppuun polkupyöräergometrilla verensokeri ylläpidettiin 5-6 mmol/l välillä euglykemia clampin avulla.	4 miestä, 3 naista 18,9 ± 4,6 vuotta VO <sub>2peak</sub> 34,2 ± 8,4 ml/kg/min	Ra ja Rd ↔ Kuormituksessa GIR ↑ Verensokeri ↔ Plasman insuliini ja glukagon ↔	10 s spurtti heti matalatehoinen aerobisen kuormituksen jälkeen ei nosta eikä laske verensokeria tyypin 1 diabeetikoilla, joilla insuliinipitoisuus oli korkealla. Ei myöskään aiheuta muutosta glukosin infuusion määrään, jotta verensokeri pysyy tasaisena 8 tunnin ajan kuormituksesta.
<b>Bussau ym. 2006</b>	Onko 10 s maksimaalinen pyrähdys parempi vaihtoehto lepoon verrattuna nostaman verensokeria keskiraskaan suorituksen jälkeen	20 min, 40 % VO <sub>2peak</sub> + 10 s maksimaalinen pyrähdys polkupyöräergometrilla. Kontrolli ilman spurttia Verensokeri kuormituksen alussa 11 mmol/l	7 miestä, 21,0 ± 3,5 vuotta VO <sub>2peak</sub> 44,5 ± 4,2 ml/kg/min	Heti yhdistetyn kuormituksen päätyttyä katekoliamiinipitoisuus korkeimmillaan ja ↓ 5 min kuluttua, kasvuhormonipitoisuus nousi tasaisesti ja oli korkeimmillaan 15 minuuttia kuormituksesta, plasma kortisoni ↑ ja oli korkeimmillaan 30 minuutin kuluttua, glukagoni ja insuliinitaso varsin ↔ Kun spurttia ei suoritettu, vasteet pienemmät ja verensokeri laski.	10 s maksimaalinen spurtti heti matalatehoinen kuormituksen jälkeen estää verensokerin laskun ja on parempi vaihtoehto kuin puhdas lepo estämään harjoituksen jälkeisen hypoglykemian. Verensokeri voi pysyä korkeammalla ainakin tunnin ajan.

LIITE 1. Aerobinen matala- tai keskirasakas sekä anaerobinen korkeaintensiteettinen kuormitus. Yhteenveto tutkimuksista ja niiden päätuloksista. (4/6)

Tekijä	Tavoite	Kuormitus	Koehenkilö- joukko	Havaitut vasteet	Päätulos
<b>Yhdistetty matalatehoinen aerobinen kuormitus ja maksimaalinen anaerobinen pyrähdys:</b>					
<b>Bussau- ym. 2007</b>	Olisiko parempi tehdä 10s maksimaalinen pyrähdys ennen keskirasasta kestävyysharjoitusta, jotta estettäisiin verensokerin lasku suorituksen jälkeen	10 s maksimaalinen pyrähdys + 20 min, 40 % $VO_{2peak}$ polkupyöräergometriilla tai kontrolliryhmä vain 20 min 40 % $VO_{2peak}$ ilman spurtteja.	7 miestä, 21,6 ± 3,6 vuotta, $VO_{2peak}$ 45,2 ± 5,0 ml/kg/min	Verensokeri matalatehoinen kuormituksen aikana, mutta spurtti pysäytti laskun ↑. Verensokeri oli yhdistetyn kuormituksen jälkeen n. 120 min korkeammalla tasaisena verrattuna ilmaan spurtteja. Merkittävä laktiitti ja katekoliamiinipitoisuuksissa heti yhdistetyn kuormituksen jälkeen, mutta ilman spurtteja ei yhtä paljoa	10 s spurtti välittömästi ennen matalatehoista kuormitusta esti verensokerin laskun jopa 45 min kuormituksen päätyttyä.
		Verensokeri kuormituksen alussa 11 mmol/l		Insuliini, glukagon ja kortisonitaso ↔ palautumisen aikana. Kasvuhormonipitoisuus ↑ hieman kuormituksen jälkeen.	

TIDM = tyypin 1 diabeetikko, Ra= endogeeninen glukoosin tuotanto, Rd= Glukoosin käyttö/otto, GIR=glukoosin infuusionopeus eli glukoosin tarve normaalien verensokerin ylläpitämiseksi,  $WR_{peak}$  = suurin saavutettu työ polkupyöräergometrilla (engl. *peak work rate*),  $VO_{2peak}$  = suurin kuormitustestissä saavutettu hapenkulutus,  $VO_{2max}$  = maksimihapenkulutus, RM = toistomaksimi

LIITE 1. Aerobinen matala-tai keskirasikas sekä anaerobinen korkeaintensiteettinen kuormitus. Yhteenvedo tutkimuksista ja niiden päätuloksista. (5/6)

Tekijä	Tavoite	Kuormitus	Koehenkilöjoukko	Havaitut vasteet	Päätulos
<b>Yksittäinen tai useampi maksimaalinen pyrähdys:</b>					
<b>Fahey ym. 2012</b>	Nostaako 10 s maksimaalinen pyrähdys kuormituksen jälkeistä verensokeria ja johtuuko tämä Ra suuremmasta kasvusta suhteessa Rd:hen	1x10 s maksimaalinen pyrähdys polypyöräergometrialla Verensokerin ylläpidettiin 4,5–5,0 mmol/l tasolla euglykemiaa clampingin avulla	T1DM: 5 miestä ja 3 naista, 22,9 ±4,8 vuotta, VO <sub>2peak</sub> = 37,6 ± 7,0 ml/kg/min, insuliinipumppu-terapia	Verensokeri ↑ ja pysyi korkeammalla tasaisena 12 min. Rd merkittävästi matalampi kuin Ra noin 30 minuutin ajan palautumisen aikana, Rd kohdalla merkittävä ↓ heti palautumisen alussa, Ra ↔, Katekoliamiinit ↑, noradrenaliini palasi välittömästi kuormituksen päätyttyä, insuliini ja glukagoni ↔, kasvuhormoni ja kortisoni ↑ ja korkeimmallaan 15 min ja 30min kuluttua	Yksittäinen 10 s maksimaalinen spurtti voi nostaa verensokeria ja pitää sitä tasaisena korkeammalla vielä palautumisen ajan jopa 2 tuntia, kun insuliinitaso on lähellä perustaso, Mekanismi, joka aiheuttaa verensokerin nousun on erilainen kuin aerobicisessa kuormituksessa.
<b>Harmer ym. 2007</b>	Tavoitteena oli selvittää korkeaintensiteettisen harjoituksen vaikutuksia glukositasapainoon ja happo-emästasapainoon tyypin 1 diabeetikoilla.	4 x 30s, 4 min palautus. määrää kasvatettiin 6, 8 ja lopulta 10 spurttiin (harjoittelua 7 viikkoa) Harjoitus yön yli paaston jälkeen ja insuliiniannosta siirrettiin ennen kuormitusta	8 henkilöä, 25 ± 4 vuotta, VO <sub>2peak</sub> = 42,7 ± 12,2 ml/kg/min	Harjoituksen jälkeen merkittävä verensokerin ↑ ja insuliinipitoisuudessa pieni ↓ kuormituksen aikana, Laktaatti ja H <sup>+</sup> merkittävä ↑ harjoituksen jälkeen, Levossa kuormituksen jälkeen plasman glukosipitoisuus korkeampi T1DM kuin terveillä. 7 viikon harjoitteluun seurauksena harjoituksen jälkeinen verensokeri oli matalampi, samoin laktaatti ja H <sup>+</sup> vaste.	Korkea verensokeri ilmeni korkea-intensiteettisen kuormituksen jälkeen. Harjoittelun jälkeen pienempi plasman glukosipitoisuus havaittiin samalla insuliinitasolla, mikä johtui mahdollisesti insuliiniresistenssin pienemmisestä, pienemmistä katekoliamiinivasteesta kuormituksessa. Ei parannusta HbA1c arvoa, mutta happo-emästasapainoa kyllä.

LIITE 1. Aerobinen matala- tai keskirasakas sekä anaerobinen korkeaintensiteettinen kuormitus. Yhteenveto tutkimuksista ja niiden päätuloksista. (6/6)

Tekijä	Tavoite	Kuormitus	Koehenkilöjoukko	Havaitut vasteet	Päätulos
<b>Purdon ym. 1993</b>	Tavoitteena oli pyrkä selvitä määän syyt veren sokerin nousulle korkeaintensiteettisen kuormituksen jälkeen, kun harjoituksen jälkeen ei insuliinia annostella.	30 s, 50 % VO <sub>2</sub> max ja heti nosto 80 % VO <sub>2</sub> max 12–14 minuuttia pyöräergometrilla (vastusta muutettiin 10 W alas tai ylös interallein tarvittaessa)	6 miestä (T1DM) 28,7 ± 1,2 vuotta, VO <sub>2</sub> max = 3,80 ± 0,28 L/min	Verensokeri ↑ kuormituksessa ja erityisesti heti sen jälkeen, korkeimmillaan 6 min kuormituksesta ja pysyi korkeammalla 150 min ajan, Insuliini ↔, Noradrenaliini ja adrenaliini ↑ 14-keräiseksi, glukagon ↑ ja nopea lasku kuormituksen jälkeen (10–20 min kuluessa) Ra nopea ja merkittävä ↑ ja lasku perustasoon 5 min kuormituksesta, Rd ↑ progressiivisesti (Rd < Ra) ja lasku kuormituksen päätyttyä, mutta hitaammin kuin Ra	Katekoliamiinit ja glukagoni ensisijaisesti vaikuttavat verensokerin nousuun sekä endogeeniseen glukosiin tuottoon ja laskuun korkeaintensiteettisen kuormituksen aikana ja heti sen jälkeen. Insuliinilla näyttäisi olevan pienempi rooli. Verensokerin nousu johtuu Ra ja Rd välisestä epäsuhteesta, minkä aiheuttaa katekoliamiinit ensisijaisesti. Korkea plasman glukosipitoisuus kasvattaa Rd massa-periaatteella
<b>Yhtäjaksoinen pidempi korkeaintensiteettinen kuormitus:</b>					

T1DM = tyypin 1 diabeetikko, Ra = endogeeninen glukosiin tuotanto, Rd = Glukosiin käyttö/otto, GIR = glukosiin infuusionopeus eli glukosiin tarve normaalien verensokerin ylläpitämiseksi, WR<sub>peak</sub> = suurin saavutettu työ polkupyöräergometrilla (engl. *peak work rate*), VO<sub>2peak</sub> = suurin kuormitustestissä saavutettu hapenkulutus, VO<sub>2max</sub> = maksimihapenkulutus, RM = toistomaksimi

LIITE 2. Voima- ja aerobinen kestävyysharjoitus. Yhteenveto tutkimuksista ja niiden päätöksistä. (1/6)

Tekijä	Tavoite	Kuormitus	Koehenkilö- joukko	Havaitut vasteet	Päätulos
<b>Sekä voima- että aerobinen kestävyyskuormitus:</b>					
<b>Yardley ym. 2012</b>	Tavoitteena katsoa onko yhdistetyssä voima- ja kestävyysharjoituksessa merkitystä harjoitusten keskinäisellä järjestyksellä vaikutusta verensokeriin kuormituksen aikana ja jälkeen.	<b>Voima:</b> 3 x 8 sarjat, 6 eri liikettä, 8 RM, 90s palautus sarjojen välillä <b>aerobinen</b> 45 min, 60 % $VO_{2max}$ juoksumatolla Ennen harjoitusta verensokeri oli $\geq 5,5 \leq 13,9$ mmol/l  AR= aerobinen + voimaharjoitus RA= voimaharjoitus + aerobinen	10 miestä, 2 naista, 31,8 ± 15,3 vuotta, $VO_{2peak}$ 51,2 ± 10,2 ml/kg/min	Ensiksi tehty aerobinen harjoitus laski merkittävästi verensokeria jo 10 minuutin kuluttua, mutta heti perään tehdyn voimaharjoituksen aikana verensokeri taas nousi. AR kuormituksessa henkilöt tarvitsivat enemmän glukoosia kuin RA kuormituksessa. Yksistään voimaharjoituksen aikana verensokeri pysyi tasaisempana ja kesti aerobisen harjoituksen alkuun asti, jossa se kuitenkin laski. Harjoituksen jälkeisenä päivänä insuliinin tarve oli pienempi AR harjoituksen kuin RA harjoituksen jälkeen.	Jos henkilö kärsii useimmiten hypoglykemiasta, voisi olla parempi tehdä voimaharjoitus ennen kestävyysharjoitusta. Vasentaavasti henkilöille, jotka kärsivät tavallisesti harjoituksen jälkeisestä hyperglykemiasta, voisi voimaharjoituksen suorittaminen kestävyysharjoituksen jälkeen olla suotuinen järjestys.

T1DM = tyypin 1 diabeetikko, Ra= endogeeninen glukoosin tuotanto, Rd= Glukoosin käyttö/otto, GIR=glukoosin infuusionopeus eli glukoosin tarve normaalien verensokerin ylläpitämiseksi,  $WR_{peak}$  = suurin saavutettu työ polkupyöräergometrillä (engl. *peak work rate*),  $VO_{2peak}$  = suurin kuormitustestissä saavutettu hapenkulutus,  $VO_{2max}$  = maksimihapenkulutus, RM = toistomaksimi

LIITE 2. Voima- ja aerobinen kestävyysharjoitus. Yhteenveto tutkimuksista ja niiden päätöksistä. (2/6)

Tekijä	Tavoite	Kuormitus	Koehenkilö- joukko	Havaitut vasteet	Päätulos
<b>Sekä voima- että aerobinen kestävyyskuormitus:</b>					
<b>Yardley ym. 2013b</b>	Voimaharjoituksen vaikutus verensokeritasoon kuormituksen aikana, välittömästi jälkeen ja 24 h kulussa verrattuna aerobiseen harjoitukseen ja lepoon	Voima: 3 x 8 sarjatis. eri liikkeitä, kuorma 8 RM. Lepo 90 s sarjojen välillä (kokonaiskesto n. 45 min)	10 miestä, 2 naista, 31,8 ± 15,3 vuotta, VO <sub>2max</sub> 51,2 ± 10,2 ml/kg/min	Voimaharjoituksen laski alle perustason, aerobinen kuormitus aiheutti puolestaan vielä suuremman ja nopeamman verensokerin laskun jo 10 min kuluttua. Myöhemmin palautumisen aikana verensokeri oli tasainen voimaharjoituksen jälkeen kuten levossa. Glukoosin tarve oli vähäisempi voima-kuormituksen aikana voimaharjoituksessa. Hypoglykemiaa ilmeni enemmän yöllä voimaharjoituksen aikana.	Voimaharjoittelulla voidaan saavuttaa tasaisempi verensokerin harjoituksen aikana ja sen jälkeen verrattuna puhtaaseen aerobiseen kestävyysharjoitukseen. Tällä voi olla etua myös HbA1c tasoon. Voimaharjoituksen havaittiin lievän yöllisen hypoglykemian riskiä.
<b>Silveira ym. 2014</b>	Tavoitteena oli tutkia kolmen eri intensiteettisen voimaharjoituksen akuutteja vasteita verensokerin vaihtelussa. Verensokeri itse ennen, 0, 10, 20 ja 30 min kuormituksesta.	5 eri liikettä, 3 eri harjoituskertaa eri intensiteeteillä 40 %, 60 % ja 80 % lämmittelyn jälkeen samaan aikaan päivää. Toistoja 10, 20 ja 30 min kuormituksesta.	6 miestä ja 6 naista, 24,4 ± 6,4 vuotta	Kaikki intensiteetit aiheuttivat verensokerin laskun ja lasku oli suurin 30 minuutin kuluttua kuormituksesta. Merkittävin verensokerin lasku tapahtui 60 % ja 80 % 1 RM harjoitusten jälkeen, joiden välillä ei merkittävää ero havaittu	Mikäli hyperglykemiaa ilmenee henkilöllä voi voimaharjoitusta kaikilla näillä intensiteeteillä olla apua verensokerin laskemiseksi. Jos on kokenut harjoittelija 60 % ja 80 % 1 RM tasot olisivat suositeltavia.

LIITE 2. Voima- ja aerobinen kestävyysharjoitus. Yhteenveto tutkimuksista ja niiden päätöksistä. (3/6)

Tekijä	Tavoite	Kuormitus	Koehenkiö- joukko	Havaitut vasteet	Päätulos
<b>Ramalho ym. 2006</b>	12 viikon kestävyys ja voimaharjoituksen vaikutus aineenvaihdunnan hallintaan tyypin 1 diabeetikoilla.	Kummallekin ryhmälle harjoitukset 3 krt/vk Voimaharjoitus: 8 liikettä, 3x 8-12 toistot, 60 s lepo sarjojen välillä, 60-80 % 1RM (yht. 40min) Kestävyysharjoitus: 40 min juoksumatolla kuormaa nostaaen muutaman viikon välein 60-70 %, 70-80 %, 70-90 % HRmax, (HRmax arvioitu 220-ikä)	Voimaharjoitusryhmä: 5 naista ja 1 mies, 20,8 ± 4,7 vuotta Kestävyysharjoitteluryhmä: 5 naista ja 2 miestä, 19,8 ± 5,1 vuotta Satunnaisesti kaksi ryhmää (n=8) kestävyys ja voimaharjoitus	Pitkävaikutteisen insuliinin määrä väheni harjoittelun seurauksena voima-harjoitteluryhmässä. Paastoverensokeri arvossa ei voimaharjoitteluryhmässä havaittu muutosta harjoittelun seurauksena. Keksimään hypoglykemioita ilmeni lähes saman verran molemmissa ryhmissä. Voimaharjoittelun jälkeen mitattujen verensokerin arvot eivät laskeneet yhtä paljon kuin kestävyys-harjoituksessa.	HbA1c ei muuttunut merkittävästi voimaharjoittelun johdosta, Insuliiniannos sen sijaan väheni. Veren rasvaprofiilissa ei nähty merkittävä muutosta. Arveltiin että harjoitteluintervention pitäisi olla pidempi kestoinen, jotta muutos voidaan havaita.
<b>Sekä voima- että aerobinen kestävyyskuormitus:</b>					

T1DM = tyypin 1 diabeetikko, Ra= endogeeninen glukoosin tuotanto, Rd= Glukoosin käyttö/otto, GIR=glukoosin infuusionopeus eli glukoosin tarve normaalien verensokerin ylläpitämiseksi, WR<sub>peak</sub> = suurin saavutettu työ polkupyöräergometrilla (engl. *peak work rate*), VO<sub>2peak</sub> = suurin kuormitustestissä saavutettu hapen- kulutus, VO<sub>2max</sub> = maksimihapenkulutus, RM = toistomaksimi

LIITE 2. Voima- ja aerobinen kestävyysharjoitus. Yhteenveto tutkimuksista ja niiden päätöksistä.(4/6)

Tekijä	Tavoite	Kuormitus	Koehenkilö- joukko	Havaitut vasteet	Päätulos
<b>Davey ym. 2013b</b>	Tavoitteena oli selvittää mikä on keskipäivän aikaan suoritettun keskiraskaan kuormituksen vaikutus ulkoisen insuliinin tarpeeseen harjoituksen jälkeen tyypin 1 diabeetikoilla	45 min to 63.6 ± 10.6 % $VO_{2peak}$ Verensokeri ylläpidettiin 5-6 mmol/l tasolla euglykemia clampin avulla	9 miestä, 1 nainen, 15,9 ± 1,1 vuotta, $VO_{2peak} = 43,3 \pm 7,3$ ml/kg/min	Glukagon, noradrenaliini, adrenaliini, kortisoni ja kasvuhormonipitoisuus ↑ hieman kuormituksessa ja kuormituksen päätyttyä ↓ Kortisonipitoisuus ↑ uudestaan myöhemmin palautumisen aikana, Insuliini ↔ kuormituksessa ja jälkeen, plasman glukoosi ↔ kuormituksen aikana ja jälkeen, GIR ↑ 3-kertaiseksi kuormituksessa ja pysyi korkeammalla 11 tuntia, Ra ↔ palautumisen ajan (1-17 h) Rd korkeampi palautumisen aikana lepoon verrattuna.	Keskipäivällä suoritettun keskiraskaan kuormituksen jälkeen on havaittavissa hypoglykemian riskin kasvu jopa usean tunnin ajan kuormituksesta. Kuitenkaan ei havaittu, että hypoglykemian riskin kasvu ilmenisi kahdessa vaiheessa eli heti kuormituksen jälkeen ja myöhemmin kuormituksesta. Erityisesti siis liikunnan ajoittamisella on tärkeä merkitys.
<b>Pelkästään aerobinen kestävyyskuormitus:</b>					

T1DM = tyypin 1 diabeetikko, Ra= endogeeninen glukoosin tuotanto, Rd= Glukoosin käyttö/otto, GIR=glukoosin infuusionopeus eli glukoosin tarve normaalien verensokerin ylläpitämiseksi,  $WR_{peak}$  = suurin saavutettu työ polkupyöräergometrilla (engl. *peak work rate*),  $VO_{2peak}$  = suurin kuormitustestissä saavutettu hapenkulutus,  $VO_{2max}$  = maksimihapenkulutus, RM = toistomaksimi



LIITE 2. Voima- ja aerobinen kestävyysharjoitus. Yhteenveto tutkimuksista ja niiden päätöksistä. (5/6)

Tekijä	Tavoite	Kuormitus	Koehenkiö- joukko	Havaitut vasteet	Päätulos
<b>Tansey ym. 2006</b>	Aerobisen harjoituksen akuutit verensokeria laskevat vaikutukset. Vastavaikuttajahormonien muutokset harjoittelupäivänä ja kontrolli (lepopäivänä)	75 min yhteensä, 15 min (syke 133–147) juoksumatolla, 5 min palautuksella istuen. Verensokeri ennen kuormitusta 80–200 mg/dl, jos kuormituksessa verensokeri laski < 60 mg/dl, annettiin 15 g glukosia, Insuliinin perustasoa ei muutettu kuormituksessa	50 nuorta (44 % tyttöjä), 14,8 ± 1,7 vuotta,	Verensokeri ↓ heti ensimmäisen 15 min kuormituksen aikana ja laski kuormituksen loppuun. ~45min kohdalla verensokeri matalampi kuin lepopäivänä. I1 sai hypoglykemian kuormituksessa, yhdellä verensokeri ↑ Kasvuhormoni ja noradrenaliini ↑, kortisoni ja glukagon ↔	Kuormitus laski ~40 % verensokeria perustasosta. Matalan verensokerin vuoksi lisähiilihydraattia tarvitsi 30 %. Vaikka hormonipitoisuudet nousivat, ei glukosin käyttöä pystytty kompensoimaan maksan glukosin tuotolla Matalan verensokerin korjaamiseksi tarvittava määrä pitäisi olla 30–45 g.
<b>Pelkästään aerobinen kestävyyskuormitus:</b>					

T1DM = tyypin 1 diabeetikko, Ra= endogeeninen glukosin tuotanto, Rd= Glukosin käyttö/otto, GIR=glukosin infuusionopeus eli glukosin tarve normaalien verensokerin ylläpitämiseksi, WR<sub>peak</sub> = suurin saavutettu työ polkupyöräergometrilla (engl. *peak work rate*), VO<sub>2peak</sub> = suurin kuormitustestissä saavutettu hapenkulutus, VO<sub>2max</sub> = maksimihapenkulutus, RM = toistomaksimi

LIITE 2. Voima- ja aerobinen kestävyysharjoitus. Yhteenveto tutkimuksista ja niiden päätöksistä.(6/6)

Tekijä	Tavoite	Kuormitus	Koehenkilö- joukko	Havaitut vasteet	Päätulos
<p><b>Yama-nouchi ym. 2002</b></p>	<p>Kävelyn vaikutus ennen ja jälkeen aamupalan verensokeriin tyyppiin 1 diabeetikoilla, joilla intensiivinen insuliinihoito</p>	<p>30 min kävelyä juoksumatolla 30 min ennen tai 30 min jälkeen aamupalan &lt; 50 % arvioidusta <math>VO_{2max}</math> (syke 90–110) verensokeri &lt; 11,2 mmol/l</p>	<p>3 miestä, 3 naista, 42,7 ± 13,6 vuotta</p>	<p>Kun kävely ennen aamupalaa, verensokeri ↑ hieman kuormituksessa ja sen jälkeen Kun kävely aamupalan jälkeen, verensokeri ↓ kuormituksessa ja sen jälkeen  Glukagon, noradrenaliini ja adrenaliini ↔</p>	<p>Aamulla pienessä insuliinivajeessa aerobinen kuormitus voi aiheuttaa katekoliamiini ja glukagoni vasteen nousun ja aiheuttaa verensokerin nousun. Kun insuliinia pistettiin ennen aamupalaa ja, 30 min aamupalasta suoritettiin kävely, toimi se insuliinin tavoin verensokeria laskien.</p>

T1DM = tyyppiin 1 diabeetikko, Ra= endogeeninen glukoosin tuotanto, Rd= Glukoosin käyttö/otto, GIR=glukoosin infuusionopeus eli glukoosin tarve normaalien verensokerien ylläpitämiseksi,  $WR_{peak}$  = suurin saavutettu työ polkupyöräergometrillä (engl. *peak work rate*),  $VO_{2peak}$  = suurin kuormitustestissä saavutettu hapenkulutus,  $VO_{2max}$  = maksimihapenkulutus, RM = toistomaksimi

### LIITE 3. Kyselyn saatekirje

Hyvä Mendor Balance-käyttäjä,

Nyt Teillä on mahdollisuus tuoda esille arvokasta tietoa omista kokemuksistanne ja näkemyksistänne liittyen verensokerin hallintaan liikunnan yhteydessä! Pyydänkin, että käytätte pienen hetken tämän viestin lukemiseen ja kyselyyn vastaamiseen.

Opiskelen Jyväskylän yliopistossa Liikuntatieteellisessä tiedekunnassa Hyvinvointiteknologian liikuntabiologiassa maisterikoulutuksessa. Teen pro gradu- tutkielmani liittyen siihen, miten liikunta ja fyysinen aktiivisuus vaikuttavat verensokerin käyttäytymiseen ja hallintaan tyypin 1 diabeetikoilla. Teen tutkielmani yhteistyössä Mendorin kanssa. Aineistonkeruu tutkielmaan tehdään web-kyselynä. Tavoitteena on saada lisätietoa siitä, miten verensokerin hallinta liikunnan yhteydessä koetaan, mitkä ovat haasteet, joita kohdataan päivittäin sekä millä toimintavoilla verensokeritasapainoa pyritään ylläpitämään liikunnan yhteydessä. Ymmärryksen lisäämisen tarkoituksena on luoda uusia ideoita Mendorin sisäisille jatkotutkimuksille tuotteen ja työkalujen kehittämiseksi.

Vastaajien kesken arvotaan elokuvalippuja. Arvontaa varten voitte jättää yhteystietonne kyselyn loppuun varattuun kohtaan.

Voitte osallistua kyselyyn, mikäli:

- Sairastatte tyypin 1 diabetestä
- Olette yli 18-vuotias
- Liikunta kuuluu harrastuksiinne jossain muodossa, Teillä on kokemusta liikunnan harrastamisesta tai olette muuten fyysisesti aktiivinen esim. hyötyliikkuja (kuten kävely, puutarhatyöt, pihatyöt, työmatkaliikunta).

Kyselyyn vastaaminen on vapaaehtoista ja Teillä on oikeus keskeyttää kysely missä vaiheessa tahansa ilman, että siitä aiheutuu Teille mitään seuraamuksia. Vastaamalla kyselyyn annatte samalla luvan vastauksienne käyttämisestä julkaistavassa opinnäytetyössä sekä Mendorin sisäisesti tuotekehityksessä. Valmis pro gradu- tutkielma julkaistaan Jyväskylän yliopiston kirjaston opinnäytetyötietokannassa. Työn on tarkoitus valmistua syksyllä 2015.

Kaikki vastauksenne käsitellään luottamuksellisesti. Tutkimuksesta saatavat henkilökohtaiset tiedot tulevat ainoastaan opinnäytetyöntekijän tietoon, ja tulokset julkaistaan pro gradu-tutkielmassa siten, ettei yksittäistä vastaajaa voi tunnistaa. Teillä on oikeus saada lisätietoa tutkimuksesta opinnäytetyöntekijältä missä vaiheessa tahansa.

Linkki kyselyyn on alla ja vastausaikaa on 7.6.2015 asti.

Kyselyyn vastaaminen vie arviolta 15–20 minuuttia.

**Linkki kyselyyn: xxxxxxxxxxxxxxxx**

Vastauksenne on erittäin tärkeää pro gradu-tutkielman onnistumiseksi!

Ystävällisin Terveisin  
Tuuli Korhonen

Opinnäytetyöntekijä, Hyvinvointiteknologian maisterikoulutus, tuleva liikuntatieteiden maisteri, Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto. Puh. XXX-XXX XXXX, e-mail: XXXXXX@student.jyu.fi

Hyvä kyselyyn osallistuja,

**Tervetuloa vastaamaan kyselyyn liikunta ja verensokerin hallinta tyypin 1 diabeetikoilla!**

Kysely koostuu neljästä osiosta sekä taustatietokysymyksistä.

**Kyselyn osiot ovat:**

OSA 1. Itse arvioitu fyysinen aktiivisuus

OSA 2. Liikunnan vaikutus verensokeriin

OSA 3. Verensokerin hallinta liikunnan yhteydessä

OSA 4. Toimintatavat liikunnan yhteydessä verensokerin hallitsemiseksi

OSA 5. Taustatiedot - ikä, sukupuoli, hoitotasapaino

Kysymyksiä on yhteensä 24, joista moni sisältää useita väittämiä.

Lisäksi kyselyssä on muutama avoin, omin sanoin vastattava kysymys.

(\*) merkityt kysymykset vaativat vastauksen.

Kyselyyn vastaaminen kestää arviolta 15–20 minuuttia.

Vastataksenne kysymyksiin Teidän tulee miettiä huolellisesti omia kokemuksianne ja havaintojanne verensokerin hallintaan liittyvissä asioissa. Tarkastelkaa tilannetta omasta näkökulmastanne.

Kysymyksiin ei ole oikeaa eikä väärää vastausta.

Kaikki vastauksenne käsitellään luottamuksellisesti ja tulokset julkaistaan pro gradu- tutkielmassa siten, ettei yksittäistä tutkittavaa voi tunnistaa. Vastaamalla kyselyyn annatte samalla luvan vastauksienne käyttämisestä julkaistavassa pro gradu- tutkielmassa sekä Mendorin sisäisesti tuotekehityksessä.

Vastaajien kesken arvotaan elokuvalippuja. Arvontaa varten voitte jättää yhteystietonne kyselyn loppuun varattuun kohtaan. Henkilötietojanne ei käytetä itse tutkimuksessa, vaan vastauksenne anonymisoidaan.

Kun, olette lähettäneet vastauksenne (lähetä-painike kyselyn lopussa), ette pääse enää muokkaamaan vastauksia.

Teidän tulee suorittaa kysely loppuun yhdellä kerralla.

Vastausaikaa on 7.6.2015 asti.

**Antoisaa vastaushetkeä!**

\* 1. Olen lukenut ja ymmärtänyt tutkimuksen tarkoituksen ja tavoitteet, jotka on esitetty sähköpostissa tämän kyselylinkin yhteydessä

Vastaamalla tähän kysymykseen 'Kyllä' hyväksytte osallistumisenne tutkimukseen.

Kyllä



\* 4. Miettikää viimeistä 3 kuukautta ja ottakaa huomioon kaikki fyysinen aktiivisuus sekä harrastamanne liikunta, joka on kestänyt vähintään 20 minuuttia.

Mikä on harrastamanne yksittäisen liikuntasuorituksen tai fyysisen aktiivisuuden kesto keskimäärin? Vastatkaa kesto minuutteina.

Vastausesimerkki: 60

Mikäli, ette ole harrastaneet kyseistä liikuntaa, merkitkaa kohtaan 0.

1. Kevyt liikunta tai fyysinen aktiivisuus  
(kuten kävely, koti- ja pihatyöt)
2. Kuntoliikunta  
(kuten reipas kävely)
3. Rasittavampi kuntoliikunta  
(kuten juoksu, pyöräily)
4. Hyvin rasittava liikunta tai kilpailu

\* 5. Rajoittaako diabetes liikunnan harrastamistanne tai fyysistä aktiivisuuttanne?

- Ei
- Kyllä, miksi?

\* 6. Kuinka fyysisesti rasittavaa työnne on?

- Teen pääasialla istumatyötä (kevyt rasitus)
- Teen kevyttä ruumillista tai seisomatyötä
- Teen ruumillista rasittavaa työtä
- En ole töissä
- Muu, mikä?

## OSA 2/5. Liikunnan vaikutus verensokeriin

Tämän osion kysymyksillä pyritään selvittämään, miten koette fyysisen aktiivisuuden ja eri liikuntamuotojen vaikuttavan verensokerin käyttäytymiseen.

Kysymyksiä kohdalla pääpaino on arvioida omia kokemuksia ja havaintoja liittyen liikunnan vaikutuksiin verensokerin vaihtelussa ja sen hallinnassa.

Huom. Liikunnalla seuraavissa kysymyksissä tarkoitetaan sekä harrastettua liikuntaa (kuten juoksu, palloilupelit, kuntosaliharjoittelu) että hyötyliikuntaa (kuten kävely, puutarha- ja pihatyöt).

\* 7. Oletteko havainneet liikunnan tai fyysisen aktiivisuuden vaikutuksen verensokerinne käyttäytymisessä? Valitkaa omaa kokemustanne ja omia havaintojanne parhaiten vastaava vaihtoehto.

	Ei pidä lainkaan palkkaansa	Ei pidä juurikaan palkkaansa	En osaa sanoa	Pitää lähes palkkaansa	Pitää täysin palkkaansa
1. Olen havainnut, että kun liikun säännöllisemmin, verensokerin vaihtelun hallinta on helpompaa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Olen havainnut, että kun liikun enemmän, insuliinin tarve on vähäisempi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Olen havainnut, että erityisesti päivinä, jolloin liikun, minulla ilmenee hypoglykemiaa (alle 4 mmol/l).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Olen havainnut, että erityisesti päivinä, jolloin liikun, minulla ilmenee hyperglykemiaa (yli 15 mmol/l).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* 8. Oletteko havainneet eri liikuntamuotojen vaikutuksen verensokerinne käyttäytymisessä?

Valitkaa omaa kokemustanne ja omia havaintojanne parhaiten vastaava vaihtoehto.

	Ei pidä lainkaan paikkaansa	Ei pidä juurikaan paikkaansa	En osaa sanoa	Pitää jokseenkin paikkansa	Pitää täysin paikkansa	Ei kokemusta kyselystä liikunnasta
1. Olen havainnut, että rasittava korkeaintensiteettinen liikunta nostaa verensokeriani välittömästi liikuntasuorituksen jälkeen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Olen havainnut, että kestävyysliikunta (≥ 45 min) laskee verensokeriani suorituksen aikana.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Olen havainnut, että pitkäkestoinen (≥ 60 min) kestävyysliikunta laskee verensokeriani vielä usean tunnin ajan suorituksen päättymisen jälkeen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Olen havainnut, että lyhykestoinen sykkeen kohotus tasaisen kestävyysuorituksen jälkeen estää verensokerini laskun välittömästi suorituksen jälkeen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Olen havainnut, että pallolupelit estävät verensokerini laskun heti suorituksen jälkeen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Olen havainnut, että voimaharjoittelun (esim. kuntosalilla) jälkeen verensokerini ei merkittävästi laske.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Muu, oma esimerkinne liikunnan vaikutuksesta verensokerin käyttäytymiseen.

Vastatkaa omin sanoin:

\* 9. Mikä on mielestänne vaikein ja helpoin liikkumistapa hallita verensokerin vaihtelua liikunnan yhteydessä (käsittää myös hyötyliikunnan)?

Mainitkaa enintään kaksi vaikeinta ja kaksi helpointa.

Huomioikaa vastauksessanne liikunnan/fyysisen aktiivisuuden kesto, intensiteetti ja muoto.

Vastausesimerkki: *Rasittava pyöräily kestoiltaan yli tunti*

Vaikein liikkumistapa:

Toiseksi vaikein liikkumistapa:

Helpoin liikkumistapa:

Toiseksi helpoin liikkumistapa:



## OSA 3/5. Verensokerin hallinta liikunnan yhteydessä

Tämän osion kysymyksillä pyritään selvittämään sitä, miten koette hallitsevanne verensokerin liikunnan yhteydessä ja, mitkä ovat merkittävimmät haasteet, joita kohtaatte päivittäin.

Huom. Liikunnalla seuraavissa kysymyksissä tarkoitetaan sekä harrastettua liikuntaa (kuten juoksu, palloilupelit, kuntosaliharjoittelu) että hyötyliikuntaa (kuten kävely, puutarha- ja pihatyöt).

\* 10. Miten koette onnistuvan verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä?

Valitkaa Teitä parhaiten koskeva vaihtoehto.

	Ei pidä lainkaan paikkaansa	Ei pidä juurikaan paikkaansa	En osaa sanoa	Pitää lähes paikkansa	Pitää täysin paikkansa
1. Hallitsen verensokerin vaihtelun liikunnan yhteydessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Koen haasteita hallita verensokeria öisin, kun olen harrastanut liikuntaa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Olen tietoinen, miten erilainen liikunta vaikuttaa verensokeritasooni.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Onnistun hyvin määrittämään tarvittavan muutoksen insuliinihiilihydraattisuhteessa liikunnan yhteydessä, jotta vältän hypoglykemian (alle 4mmol/l).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Onnistun hyvin määrittämään liikunnan ajoituksen, jotta vältän hypoglykemian (alle 4mmol/l).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* 11. Mitkä tekijät verensokerin hallinnassa mietityttävät Teitä liikunnan yhteydessä?

Valitkaa Teitä parhaiten koskeva vaihtoehto.

	Ei pidä lainkaan paikkaansa	Ei pidä juurikaan paikkaansa	En osaa sanoa	Pitää lähes paikkansa	Pitää täysin paikkansa
1. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa erityisesti tarvittavan muutoksen määrittäminen insuliiniannostukseen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa erityisesti hiilihydraattitarpeen määrittäminen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa liikunnan ajoittaminen oikein välttääkseni hypoglykemiaa (alle 4 mmol/l).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa erityisesti hypoglykemian (alle 4 mmol/l) ilmeneminen liikunnan jälkeen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa erityisesti hyperglykemian (yli 15 mmol/l) ilmeneminen liikunnan jälkeen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa muiden verensokerin vaikuttavien tekijöiden, kuten stressin, vaikutus verensokerin käyttäytymiseen liikunnan yhteydessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa spontaanin (suunnittelemattoman) liikunnan vaikutus verensokerin hallintaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Muu, oma esimerkkinne askarruttavasta asiasta verensokerin hallinnassa:

\* 12. Minkä nostaisitte merkittävimmäksi haasteeksi verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä?

Mainitkaa enintään kaksi haastetta. Vastatkaa omin sanoin.

Merkittävin haaste:

Toiseksi merkittävin haaste:

## OSA 4/5. Toimintatavat liikunnan yhteydessä verensokerin hallitsemiseksi

Seuraavilla kysymyksillä halutaan selvittää toimintatapojanne verensokerin vaihtelun hallitsemiseksi liikunnan yhteydessä.

Huom. Liikunnalla seuraavissa kysymyksissä tarkoitetaan sekä harrastettua liikuntaa (kuten juoksu, palloilupelit, kuntosaliharjoittelu) että hyötyliikuntaa (kuten kävely, puutarha- ja pihatyöt).

\* 13. Millä perusteella teette tavallisesti päätöksen liikunnan ajoitukseen sekä hiilihydraattitarpeeseen ja insuliiniannostukseen liittyen liikunnan yhteydessä?

Vastatkaa omin sanoin.

Liikunnan ajoitus:

Hiilihydraattien tarve:

Insuliiniannostus:

\* 14. Miten toimitte liikunnan yhteydessä hallitaksenne verensokerin vaihtelun?

Valitkaa Teidän toimintatapojanne parhaiten kuvaava vaihtoehto.

**A) Liikunnan ajoitus:**

	Ei pidä lainkaan paikkaansa	Ei pidä juurikaan paikkaansa	En osaa sanoa	Pitää lähes paikkaansa	Pitää täysin paikkaansa
1. Vältän liikunnan harrastamista myöhään illalla.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Suosin liikunnan harrastamista aamulla ennen aamupalaa ja insuliiniannostusta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ennen liikuntasuorituksen aloittamista huolehdin, että verensokerini on normaaleissa rajoissa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Suosin tavallisesti normaalia korkeampaa verensokeria liikuntaa aloittaessani.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Suunnittelen liikuntasuorituksen etukäteen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Olen tietoinen, milloin voin lähteä liikkumaan insuliiniannoksen jälkeen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Siirrän liikunnan aloittamista, jos verensokerini on yli 15 mmol/l.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* 15. Miten toimitte liikunnan yhteydessä hallitaksenne verensokerin vaihtelun?  
Valitkaa Teidän toimintatapojanne parhaiten kuvaava vaihtoehto.

**B) Hiilihydraatit ja insuliini:**

	Ei pidä lainkaan paikkaansa	Ei pidä juurikaan paikkaansa	En osaa sanoa	Pitää lähes paikkansa	Pitää täysin paikkansa
1. Pysin pitämään verensokerin normaalia korkeammalla liikunnan aikana.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Nautin hiilihydraatteja liikunnan jälkeen viimeistään 30 min kuluttua suorituksen päättymisestä välttääkseni verensokerin laskun.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Syön tarvittaessa ennen liikuntaa hiilihydraattia määrän (grammolna), joka perustuu verensokerin mittaustulokseen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Nautin liikuntasuorituksen aikana hiilihydraatteja hypoglykemian (alle 4 mmol/l) välttämiseksi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Vähennän tavallisesti insuliinin määrää ennen liikuntasuoritusta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Teen tavallisesti muutoksia insuliiniantokseen liikunnan jälkeen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Teen mieluummin muutoksia insuliiniantoksiin liikunnan ympärillä kuin syön lisää hiilihydraatteja.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* 16. Miten toimitte liikunnan yhteydessä hallitaksenne verensokerin vaihtelun?  
Valitkaa Teidän toimintatapojanne parhaiten kuvaava vaihtoehto.

**C) Verensokerin mittaus:**

	Ei pidä lainkaan paikkaansa	Ei pidä juurikaan paikkaansa	En osaa sanoa	Pitää lähes paikkansa	Pitää täysin paikkansa
1. Mittaan verensokerini päivittäin vähintään 5 kertaa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Huolehdin verensokeritasoni ylläpitämisestä tavoitearvoissani.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. En välitä siitä, että verensokeritasoni vaihtelee päivittäin tavoitearvojeni ulkopuolella.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Mittaan verensokerini ennen liikuntasuoritusta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Seuraan verensokeriani liikunnan yhteydessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Mittaan verensokerini heti liikuntasuorituksen jälkeen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Uuden liikuntalajin yhteydessä mittaan verensokeriani useammin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Päivinä, jolloin harrastan liikuntaa, mittaan verensokeriani useammin kuin päivinä, jolloin en liiku.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Pidän yllä liikuntapäiväkirjaa yhdessä verensokerimittausten kanssa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Haluatteko vielä lisätä jotain kokemuinne haasteisiin ja toimintatapoihin liittyen liikunnan yhteydessä?

Vapaa sana.

#### OSA 5/5. Taustatiedot - Ikä ja sukupuoli

\* 18. Ikänne on?

\* 19. Sukupuolenne on?

Nainen

Mies

#### OSA 5/5. Taustatiedot - Hoitomuoto ja hoitotasapaino

\* 20. Mikä on Teidän nykyinen hoitomuotonne?

Monipistohoito

Insulinipumppuhoito

Muu, mikä?

\* 21. Minä vuonna Teillä on todettu tyyppin 1 diabetes?

\* 22. Mikä on Teidän viimeisin laboratoriossa mitattu pitkäaikaissokeriarvonne (HbA1c)?  
Ilmoita arvo %.

Vastausesimerkki: 7,0

\* 23. Kuinka usein Teillä on ilmennyt hypoglykemiaa eli matalaa verensokeria (alle 4 mmol/l) viimeisen 3 kuukauden aikana?

- Ei yhtään kertaa
- Kerran kuukaudessa
- 2-3 kertaa kuukaudessa
- 1-4 kertaa viikossa
- yli 4 kertaa viikossa
- Muu määrä (täsmentäkää halutessanne):

\* 24. Tiedostatteko hypoglykemian (verensokeri alle 4 mmol/l) alkamisen?

- En ole koskaan tietoinen
- Olen harvoin tietoinen
- Olen satunnaisesti tietoinen
- Olen lähes aina tietoinen
- Olen aina tietoinen

#### Lopuksi

Lähtämällä vastaukset (lähetä-painike) annatte samalla suostumuksen käyttää vastauksianne julkaistavassa pro gradu- tutkielmassa ja tarvittaessa Mendorin sisäisesti tuotekehityksessä. Kaikki vastaukset käsitellään luottamuksellisesti ja anonyymisti.

Kun olette painaneet lähetä-painiketta, ette voi enää palata muokkaamaan vastauksianne.

Kiitos vastauksistanne ja käyttämästänne ajastal

25. Jättämällä yhteystietonne alle oleviin kenttiin, olette mukana elokuvalippujen arvonnassa.

Yhteystietojanne ei käytetä tutkimuksessa, vaan ne kysytään ainoastaan arvontaa varten. Kyselyn tulosten analysoinnissa vastauksenne anonymisoidaan.

Nimi

Sähköpostiosoite

Puhelinnumero

LIITE 5. Liikunnan vaikutus verensokeriin.

Frekvenssi, keskiarvo, keskihajonta, kysymys 8.

<b>Havainnot eri liikuntamuotojen vaikutuksesta verensokerin käyttäytymiseen (n=87)</b>	Keskiarvo ± keskihajonta <sup>2</sup>	Ei pidä paikkaansa %	Ei osaa sanoa %	Pitää paikkansa %
8.1. Olen havainnut, että rasittava korkeaintensiivinen liikunta nostaa verensokeriani välittömästi liikuntasuorituksen jälkeen. (n=82) (puuttuva n=5) <sup>1</sup>	3,1 ± 1,4 moodi 4	37,8 (n=31)	17,1 (n=14)	45,1 (n=37)
8.2. Olen havainnut, että kestävyysliikunta (≥ 45 min) laskee verensokeriani suorituksen aikana. (n=87) (puuttuva n=0) <sup>1</sup>	4,3 ± 1,0 moodi 5	9,2 (n= 8)	6,9 (n=6)	83,9 (n=73)
8.3. Olen havainnut, että pitkäkestoinen (≥ 60 min) kestävyysliikunta laskee verensokeriani vielä usean tunnin ajan suorituksen päättymisen jälkeen. (n=83) (puuttuva n=4) <sup>1</sup>	4,2 ± 1,0 moodi 5	7,2 (n=6)	13,3 (n=11)	79,5 (n=66)
8.4. Olen havainnut, että lyhytkestoinen sykkeen kohotus tasaisen kestävyysuorituksen jälkeen estää verensokerini laskun välittömästi suorituksen jälkeen. (n=68) (puuttuva n=19) <sup>1</sup>	2,8 ± 0,8 moodi 3	23,5 (n=16)	64,7 (n=44)	11,8 (n=8)
8.5. Olen havainnut, että palloilupelit estävät verensokerini laskun heti suorituksen jälkeen. (n=57) (puuttuva n=30) <sup>1</sup>	2,8 ± 0,9 moodi 3	24,6 (n=14)	61,4 (n=35)	14,0 (n=8)
8.6. Olen havainnut, että voimaharjoittelun (esim. kuntosali) jälkeen verensokerini ei merkittävästi laske. (n=72) (puuttuva n=15) <sup>1</sup>	3,4 ± 1,3 moodi 4	25,0 (n=18)	23,6 (n=17)	51,4 (n=37)

<sup>1</sup>Puuttuva tieto tarkoittaa vastausta *-Ei ole kokemusta kyseisestä lajista-*, joka on koodattu nolllaksi.

<sup>2</sup> Asteikko 1-5

LIITE 6. Vaikein ja helpoin liikuntamuoto yhteenvedo vastauksista analysoinnin jälkeen.

Kysymys 9.

- **Muoto:**
  - a. yhtäjaksoinen kestävyysliikunta, b. voimaharjoittelu, c. palloilupelit tms. jossa yhtäjaksoinen keskiraskas kuormitus ja lisäksi nopeita spurtteja, d. Intervallityyppinen harjoitus (lyhyitä korkeatehoisia intervaleja, tauot välissä).
- **Rasittavuus:**
  - a. Kevyt, b. Kuntoilutyypinen, c. Rasittava, d. Hyvin rasittava

<b>Vaikein liikuntamuoto (n=83)<sup>1</sup></b>	<b>Helpoin liikuntamuoto (n=85)<sup>1</sup></b>
<b><u>Liikuntamuoto (%):</u></b>	
<b>Kestävyys, n= 60 (73,2):</b> juoksu (n=17), pyöräily (n=11), hyötyliikunta (n=8)	<b>Kestävyys, n=61 (71,8):</b> kävely (n=40), hyötyliikunta (n=12) pyöräily (n=3)
<b>Palloilupelit, n=7 (8,4):</b> koripallo, tennis, salibandy	<b>Voima- ja lihaskuntoharjoittelu n=14 (16,5):</b> kuntosali (n=12) pilates (n=2)
<b>Voimaharjoittelu, n=5 (6,0):</b> kuntosali	<b>Palloilupelit, n=4 (4,7)</b>
<b>Intervallityyppinen, n=4 (4,8):</b> HIIT-harjoittelu, kamppailulajit	
<b><u>Liikunnan kesto:</u></b>	
< 60 min, n=4	≤ 45 min tai lyhyt, n=5
≥ 60 min, n=15	≤ <b>60 min, n=18</b>
≥ <b>90 min tai mainittu pitkäkestoinen, n=18</b>	Ei mainittu kesto, n=53
Ei mainittu kesto, n=44	
<b><u>Liikunnan rasittavuus:</u></b>	
<b>Rasittava tai hyvin rasittava n=35 (42,2)</b>	<b>Kevyt tai kuntoilu, n=24 (28,2)</b>
Kevyt tai kuntoilutyypinen, n=7	Rasittava, n=4
Ei maininnut rasittavuutta, n=39	Ei maininnut rasittavuutta, n=54

<sup>1</sup> Merkittävimmät mainittu. Taulukossa on esitetty muutama esimerkki eri liikuntalajeista.



## LIITE 7. Onnistuminen verensokerin hallinnassa

Frekvenssi, keskiarvo ja keskihajonta, kysymys 10

<b>Onnistuminen verensokerin hallinnassa, (n=87)</b>	keskiarvo ± keskihajonta <sup>2</sup>	Ei pidä paikkaansa %	Ei osaa sanoa %	Pitää paikkansa %
10.1. Hallitsen verensokerin vaihtelun liikunnan yhteydessä.	3,8 ± 0,8	12,6 (n=11)	3,4 (n=3)	83,9 (n=73)
10.2 Koen haasteita hallita verensokeria öisin, kun olen harrastanut liikuntaa. <sup>1</sup>	2,9 ± 1,2	46,0 (n=40)	8,0 (n=7)	46,0 (n=40)
10.3 Olen tietoinen, miten erilainen liikunta vaikuttaa verensokeritasooni.	4,0 ± 0,8	9,2 (n=8)	2,3 (n=2)	88,5 (n=77)
10.4 Onnistun hyvin määrittämään tarvittavan muutoksen insuliini-hiilihydraattisuhteessa liikunnan yhteydessä, jotta vältän hypo-glykemian (alle 4mmol/l).	3,6 ± 0,9	16,1 (n=14)	13,8 (n=12)	70,1 (n=61)
10.5 Onnistun hyvin määrittämään liikunnan ajoituksen, jotta vältän hypoglykemian (alle 4mmol/l).	3,4 ± 1,1	25,3 (n=22)	17,1 (n=15)	57,5 (n=50)

<sup>1</sup> Asteikko on alkuperäinen kyselylomakkeen mukainen. Ei käännetty.

<sup>2</sup> Asteikko 1-5

## LIITE 8. Eniten päivittäin verensokerin hallinnassa askarruttavat asiat

### Frekvenssi, keskiarvo ja keskihajonta kysymys 11

<b>Päivittäin askarruttavat asiat verensokerin hallinnassa (n=87)</b>	keskiarvo ± keskihajonta <sup>1</sup>	Ei pidä paikkansa %	Ei osaa sanoa %	Pitää paikkansa %
11.1. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa erityisesti tarvittavan muutoksen määrittäminen insuliiniannostukseen.	3,0 ± 1,4	48,3 (n=42)	2,3 (n=2)	49,4 (n=43)
11.2. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa erityisesti hiilihydraattitarpeen määrittäminen.	2,8 ± 1,4	56,3 (n=49)	2,3 (n=2)	41,4 (n=36)
11.3. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa liikunnan ajoittaminen oikein välttääkseni hypoglykemiaa (alle 4 mol/l).	2,6 ± 1,2	58,6 (n=51)	10,3 (n=9)	31,0 (n=27)
11.4. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa erityisesti hypoglykemian (alle 4 mmol/l) ilmeneminen liikunnan jälkeen.	2,8 ± 1,4	51,7 (n=45)	2,3 (n=2)	46,0 (n=40)
11.5. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa erityisesti hyperglykemian (yli 15 mmol/l) ilmeneminen liikunnan jälkeen.	2,4 ± 1,3	64,4 (n=56)	6,9 (n=6)	28,7 (n=25)
11.6. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa muiden verensokeriin vaikuttavien tekijöiden, kuten stressin, vaikutus verensokerin käyttäytymiseen liikunnan yhteydessä.	2,6 ± 1,4	55,2 (n=48)	11,5 (n=10)	33,3 (n=29)
11.7. Päivinä, jolloin liikun, minua askarruttaa spontaanin (suunnittelemattoman) liikunnan vaikutus verensokerin hallintaan.	3,3 ± 1,5	36,8 (n=32)	3,4 (n=3)	59,8 (n=52)

<sup>1</sup> Asteikko 1-5

LIITE 9. Merkittävimmät haasteet hallita verensokerin vaihtelua liikunnan yhteydessä. (1/2)

<b>Merkittävimmät haasteet verensokerin hallinnassa liikunnan yhteydessä (n=87)</b>		
<b>Esimerkkejä</b>	<b>Tiivistetty ilmaisu</b>	<b>Yläkategoriat</b>
<p><i>”saada verensokeri pysymään yli 4 mmol/l, vaikka sokeri olisi ennen liikuntaa yli 10 mmol/l”</i></p> <p><i>”jos verensokeri on laskenut ennen urheilusuoritusta, se on hankala nostaa suorituksen aikana normaaleihin rajoihin”</i></p> <p><i>”sokeritaso tippuu alle 4”</i></p> <p><i>”Verensokerin pitäminen tasaisena. Korkea vs. tuntuksi vaikuttavan jonkin verran sykkeeseen/hapenottoon negatiivisesti.”</i></p> <p><i>”pitkäkestoisessa liikunnassa verensokeritasapaino”</i></p> <p><i>”Hyperglykemioihin reagoiminen”</i></p>	<p>Hypoglykemian välttäminen (n=11)</p> <p>Verensokerin hallinta normaalissa rajoissa liikunnan aikana (n=5)</p>	<p><b>Verensokerin yläpito normaaleissa rajoissa, ilman hyper- tai hypoglykemiaa (n=16)</b></p>
<p><i>”Oikean määrän insuliini annostus ennen liikuntaa”</i></p> <p><i>”Pitkävaikutteisen insuliinin annostuksen ennakointi, liikuntaa edeltävänä iltana”</i></p> <p><i>”Insuliiniannosten säätäminen liikuntaa vastaviksi.”</i></p> <p><i>”Sopivan hiilihydraattimäärän syöminen ennen ja jälkeen liikunnan”</i></p> <p><i>”ruokailu, intensiivisen urheilun jälkeen ruoka ei maistu”</i></p> <p><i>”Ettei joudu syömään ylimääräisiä hiilihydraatteja liiksi.”</i></p> <p><i>”liikunnan määrä suhteutettuna hiilihydraatteihin. ettei tule huono olo”</i></p> <p><i>”pitkäkestoisen liikunnan sovittaminen insuliiniin ja energiansaantiin”</i></p>	<p>Insuliiniannoksen muutostarve (n=9)</p> <p>Hiilihydraattitankkaus liikunnan yhteydessä (n=7)</p> <p>Hiilihydraattien määrä suhteessa liikunnan määrään (n=3)</p> <p>Insuliini/hiilihydraattitankkaus suhde (n=2)</p>	<p><b>Insuliini ja tai hiilihydraattien tarve tai muutos (n=21)</b></p>
<p><i>”verensokeri ei aina reagoi samalla tavalla liikuntaan, vaikka olisi syönyt kaikki samanlailla”</i></p> <p><i>”yllättävä verensokerin laskeminen kesken urheilun”</i></p> <p><i>”Oikea verensokerin arvo liikuntaa aloittaessa”</i></p> <p><i>”että verensokeri ei ole liian alhainen aloittaessa”</i></p> <p><i>”Liikunnan määrä ja rasittavuus”</i></p> <p><i>”Urheilusuorituksen intensiteetin arviointi etukäteen”</i></p>	<p>Verensokerin vaihtelun vaikea ennustettavuus liikunnan yhteydessä (n=6)</p> <p>Verensokeritaso ennen liikuntaa (n=4)</p> <p>Liikunnan rasittavuus (n=4)</p>	<p><b>Ymmärrys liikunnan vaikutuksesta verensokeriin (n=14)</b></p>

LIITE 9. jatkuu. Merkittävimmät haasteet hallita verensokerin vaihtelua liikunnan yhteydessä. (2/2)

<b>Esimerkkejä</b>	<b>Tiivistetty ilmaisu</b>	<b>Yläkategoriat</b>
<p><i>"suunnittelematon liikunta, silloin melkein aina hypoglykemia. Tai jos suunniteltu liikunta peruuntuu"</i></p> <p><i>"Jos liikunta kestää paljon pidempään kuin suunnittelin."</i></p> <p><i>"spontaani liikunta"</i></p>	Suunnittelematon liikunta (n=6)	<b>Suunnittelematon liikunta (n=6)</b>
<p><i>"verensokerin seurannan järjestäminen"</i></p> <p><i>"aina pitää olla sokereita ja insuliinia mukana, mittari"</i></p> <p><i>"Että muistaa ottaa mukaan hiilihydraatteja"</i></p>	Varautuminen mittarilla ja/tai hiilihydraateilla/insuliinilla liikunnan yhteydessä (n=4)	<b>Liikunnan aikainen verensokerin seuranta (n=4)</b>
<p><i>"pitkäkestoisen liikuntasuorituksen jälkeisten liian matalan tai liian korkean verensokerin korjaaminen"</i></p> <p><i>"Tyhjällä vatsalla tehdyt kuntosaliharjoitukset, nostavat sokerin korkealle."</i></p> <p><i>"Hyperglykemia liikunnan jälkeen"</i></p> <p><i>"Liikunnanjälkeisen, korkean verensokerin tasoittaminen."</i></p> <p><i>"Seuraavan yön verensokerintason turvaaminen. Liian helposti tulee hypoja tai aamulla mitattua hypereitä."</i></p>	Verensokerin hallinta liikunnan jälkeen (n=3)	<b>Verensokeritason hallinta liikunnan jälkeen (n=10)</b>
<p><i>"liikunnan ajoittaminen ruokailuihin"</i></p> <p><i>"Hiilihydraattien laatu ennen liikuntaa"</i></p> <p><i>"Ravinnon laatu, siis nämä hiilihydraatit, proteiinit, kuidut. Mitä mikäkin tekee ja mitä pitäisi saada minkäkin verran."</i></p> <p><i>"...liikunnan huomioiminen koko päivän toimisani, sillä liikunta vaikuttaa vasta usean tunnin kulluttua liikuntasuorituksesta."</i></p>	Ruokailu ja liikunnan ajoitus (n=3)	<b>Etukäteen suunnittelu, liikunta, ruokailu (n= 7)</b>
<p><i>"Verensokerin mittaaminen sukelluksessa (täysin erityyppinen mittaus, mahdollistako?) tai maratonilla (pieni mittari)"</i></p> <p><i>"Hoitovälineiden heikkoudet, esim. insuliinin toiminnan hitaus"</i></p> <p><i>"Muiden tekijöiden vaikuttaminen verensokereihin (stressitasot tai aiempi sairastaminen)"</i></p> <p><i>"Erittäin raskaan tai uuden tyyppisen raskaan harjoituksen vaikutus verensokerin kohoamiseen harjoituksen jälkeen."</i></p>	<p>Hoitovälineiden heikkoudet (n=3)</p> <p>Ei haasteita (n=2)</p> <p>Lääkkeet ja liikunta (n=1)</p> <p>Kuntosaliharjoittelu (n=1)</p> <p>Stressin ja muiden tekijöiden vaikutus verensokeriin (n=1)</p> <p>Rasittavan tai uuden liikuntalajin vaikutus verensokerin nousuun liikunnan jälkeen (n=1)</p>	<b>Muut (n= 9)</b>

LIITE 10. Tyypilliset toimintatavat verensokerin vaihtelun hallitsemiseksi. (1/2)

Frekvenssi, keskihajonta, keskiarvo, kysymykset 14–16.

Muuttuja	Keskiarvo ± keskihajonta <sup>1</sup>	Ei pidä paikkaan- sa %	Ei osaa sanoa %	Pitää paikkansa %
<b>14. Liikunnan ajoitus (n=87)</b>				
14.1. Vältän liikunnan harrastamista myöhään illalla.	2,9 ± 1,4	49,4 (n=43)	10,3 (n=9)	40,2 (n=35)
14.2. Suosin liikunnan harrastamista aamulla ennen aamupalaa ja insuliinipistosta.	1,7 ± 1,1	82,8 (n=72)	5,7 (n=5)	11,5 (n=10)
14.3. Ennen liikuntasuorituksen aloittamista huolehdin, että verensokerini on normaaleissa rajoissa.	3,9 ± 1,2	21,8 (n=19)	2,3 (n=2)	75,9 (n=66)
14.4. Suosin tavallisesti normaalia korkeampaa verensokeria liikuntaa aloittaessani.	3,7 ± 1,2	23,0 (n=20)	6,9 (n=6)	70,1 (n=61)
14.5. Suunnittelen liikuntasuorituksen etukäteen.	3,4 ± 1,3	32,2 (n=28)	6,9 (n=5)	60,9 (n=53)
14.6. Olen tietoinen, milloin voin lähteä liikkumaan insuliiniannoksen jälkeen.	3,9 ± 1,1	13,8 (n=12)	8,0 (n=7)	78,2 (n=68)
14.7. Siirrän liikunnan aloittamista, jos verensokerini on yli 15 mmol/l.	1,9 ± 1,3	77,0 (n=67)	5,7 (n=5)	17,2 (n=15)
<b>15. Hiilihydraatit ja insuliini (n=87)</b>				
15.1. Pysin pitämään verensokerin normaalia korkeammalla liikunnan aikana.	3,2 ± 1,1	37,9 (n=33)	8,0 (n=7)	54,0 (n=47)
15.2. Nautin hiilihydraatteja liikunnan jälkeen viimeistään 30 min kuluttua suorituksen päättymisestä välttääkseni verensokerin laskun.	3,4 ± 1,2	31,0 (n=27)	8,0 (n=7)	60,9 (n=53)
15.3. Syön tarvittaessa ennen liikuntaa hiilihydraattia määrän (grammoina), joka perustuu verensokerin mittaustulokseen.	4,1 ± 0,9	9,2 (n=8)	3,4 (n=3)	87,4 (n=76)
15.4. Nautin liikuntasuorituksen aikana hiilihydraatteja hypoglykemian (alle 4mmol/l) välttämiseksi.	2,9 ± 1,4	44,8 (n=39)	4,6 (n=4)	50,6 (n=44)
15.5. Vähennän tavallisesti insuliinin määrää ennen liikuntasuoritusta.	3,4 ± 1,2	29,9 (n=26)	4,6 (n=4)	65,5 (n=57)
15.6. Teen tavallisesti muutoksia insuliiniannokseen liikunnan jälkeen.	3,4 ± 1,3	29,9 (n=26)	6,9 (n=6)	63,2 (n=55)
15.7. Teen mieluummin muutoksia insuliiniannostuksiin liikunnan ympärillä kuin syön lisähiilihydraatteja	3,0 ± 1,0	37,9 (n=33)	18,4 (n=16)	43,7 (n=38)

<sup>1</sup> Asteikko 5- portainen Likert.

<sup>2</sup> Alkuperäinen asteikko. Ei käännetty

LIITE 10. Tyypilliset toimintatavat verensokerin vaihtelun hallitsemiseksi. (2/2)

Frekvenssi, keskihajonta, keskiarvo, kysymykset 14–16.

Muuttuja	Keskiarvo ± keskihajonta <sup>1</sup>	Ei pidä paikkaan- sa %	Ei osaa sanoa %	Pitää paikkansa %
<b>16. Verensokerin mittaus (n=87)</b>				
<b>16.1.</b> Mittaan verensokerini päivittäin vähintään 5 kertaa.	3,7 ± 1,4	29,9 (n=26)	0,0 (n=0)	70,1 (n=61)
<b>16.2.</b> Huolehdin verensokeritasoni ylläpitämisestä tavoitearvoissani.	4,2 ± 0,8	5,7 (n=5)	4,6 (n=4)	89,7 (n=78)
<b>16.3.</b> En välitä siitä, että verensokeritasoni vaihtelee päivittäin tavoitearvojeni ulkopuolella. <sup>2</sup>	2,1 ± 1,1	73,6 (n=64)	4,6 (n=4)	21,8 (n=19)
<b>16.4.</b> Mittaan verensokerini ennen liikunta-suoritusta.	4,3 ± 1,0	9,2 (n=8)	4,6 (n=4)	86,2 (n=75)
<b>16.5.</b> Seuraan verensokeriani liikunnan yhteydessä.	2,3 ± 1,3	73,6 (n=64)	3,4 (n=3)	23,0 (n=20)
<b>16.6.</b> Mittaan verensokerini heti liikuntasuorituksen jälkeen.	3,5 ± 1,3	34,5 (n=30)	3,4 (n=3)	62,1 (n=54)
<b>16.7.</b> Uuden liikuntalajin yhteydessä mitaan verensokeriani useammin.	3,2 ± 1,4	33,3 (n=29)	16,1 (n=14)	50,6 (n=44)
<b>16.8.</b> Päivinä, jolloin harrastan liikuntaa, mitaan verensokeriani useammin kuin päivinä, jolloin en liiku.	3,4 ± 1,3	32,2 (n=28)	10,3 (n=9)	57,5 (n=50)
<b>16.9.</b> Pidän yllä liikuntapäiväkirjaa yhdessä verensokerimittausten kanssa.	1,9 ± 1,3	81,6 (n=71)	1,1 (n=1)	17,2 (n=15)

1 Asteikko 5- portainen Likert.

2 Alkuperäinen asteikko. Ei käännetty

LIITE 11. Yhteenvedo summamuuttujien tilastista (1/3)

**Tieto käytetyistä vastauksista**

Summamuuttuja	Käytetyt	Poistetut	Yhteensä
Koettu onnistuminen	87	0	87
Haasteiden kokeminen	87	0	87
Verensokerin seuranta	87	0	87

**Reabiliteetti**

Summamuuttuja	Cronbachin Alfa	Cronbachin Alfa perustuen standardoituihin muuttujiin	Muuttujien määrä, N
Koettu onnistuminen	0,704	0,717	4
Haasteiden kokeminen	0,808	0,810	6
Verensokerin seuranta	0,746	0,749	6

**Asteikon tilastitikka**

Summamuuttuja	Keskiarvo	Varianssi	Keskihajonta	Muuttujien määrä, N
Koettu onnistuminen	13,80	8,833	2,972	4
Haasteiden kokeminen	17,05	33,928	5,825	6
Verensokerin seuranta	20,23	27,109	5,207	6

**Summamuuttuja: koettu onnistuminen**

<b>Spearman's rho korrelaatio matriisi asteikko 1-5</b>		10.1. Hallitsen verensokerin	10.2. Koen haasteita hallita... <sup>1</sup>	10.4. Onnistun hyvin.. insuliinihiilihydraattisuhteessa..	10.5. Onnistun hyvin.. liikunnan ajoituksen..
10.1. Hallitsen verensokerin..	korrelaatio p N	1,00 87	0,250 0,020 87	0,420 0,000 87	0,368 0,000 87
10.2. Koen haasteita hallita... <sup>1</sup>	korrelaatio p N	0,250 0,020 87	1,00 87	0,284 0,008 87	0,344 0,001 87
10.4. Onnistun hyvin.. insuliinihiilihydraattisuhteessa..	korrelaatio p N	0,420 0,000 87	0,284 0,008 87	1,000 87	0,660 0,000 87
10.5. Onnistun hyvin määrittämään liikunnan ajoituksen..	korrelaatio p N	0,368 0,000 87	0,344 0,001 87	0,660 0,000 87	1,000 87

LIITE 11. Yhteenvedo summamuuttujien tilastista (2/3)

**Summamuuttuja: Haasteiden kokeminen**

<b>Spearman's rho korrelaatio matriisi asteikko 1-5</b>		11.1. Muutos insuliiniannostukseen	11.2. Hiilihydraatti-tarpeen määrittäminen.	11.3. Liikunnan ajoittaminen	11.4. Hypoglykemian ilmeneminen	11.6. Stressin vaikutus	11.7. Spontaanin liikunnan vaikutus
11.1. Muutos insuliiniannostukseen	korrelaatio	1,00	0,628	0,526	0,494	0,383	0,419
	p		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	87	87	87	87	87	87
11.2. Hiilihydraatti-tarpeen määrittäminen.	korrelaatio	0,628	1,000	0,480	0,431	0,279	0,296
	p	0,000		0,000	0,000	0,009	0,005
	N	87	87	87	87	87	87
11.3. Liikunnan ajoittaminen	korrelaatio	0,526	0,480	1,000	0,515	0,269	0,496
	p	0,000	0,000		0,000	0,012	0,000
	N	87	87	87	87	87	87
11.4. Hypoglykemian ilmeneminen	korrelaatio	0,494	0,431	0,515	1,000	0,224	0,275
	p	0,000	0,000	0,000		0,037	0,010
	N	87	87	87	87	87	87
11.6. Stressin vaikutus	korrelaatio	0,383	0,279	0,269	0,224	1,000	0,519
	p	0,000	0,009	0,012	0,037		0,000
	N	87	87	87	87	87	87
11.7. Spontaanin liikunnan vaikutus	korrelaatio	0,419	0,296	0,496	0,275	0,519	1,000
	p	0,000	0,005	0,000	0,010	0,000	
	N	87	87	87	87	87	87



LIITE 11. Yhteenvedo summamuuttujien statistiikasta (3/3)

**Summamuuttuja: Verensokerin seuranta**

<b>Spearman's rho korrelaatio matriisi asteikko 1-5</b>		16.1. Verensokerin mittaus väh. 5 krt	16.4. Verensokerin mittaus ennen liikuntaa	16.5. Verensokerin seuraaminen liikunnan yhteydessä	16.6. Mittaus heti liikuntasuorituksen jälkeen.	16.7. Uusi liikuntalaji ja mittaus	16.8. Mittaus useammin päivinä kun liikkuu
16.1. Verensokerin mittaus väh. 5 krt	korrelaatio	1,000	0,502	0,309	0,448	0,276	0,317
	p		0,000	0,004	0,000	0,010	0,003
	N	87	87	87	87	87	87
16.4. Verensokerin mittaus ennen liikuntaa	korrelaatio	0,502	1,000	0,187	0,553	0,274	0,268
	p	0,000		0,084	0,000	0,010	0,012
	N	87	87	87	87	87	87
16.5. Verensokerin seuraaminen liikunnan yhteydessä.	korrelaatio	0,309	0,187	1,000	0,315	0,433	0,293
	p	0,004	0,084		0,003	0,000	0,006
	N	87	87	87	87	87	87
16.6. Mittaus heti liikuntasuorituksen jälkeen.	korrelaatio	0,448	0,553	0,315	1,000	0,333	0,264
	p	0,000	0,000	0,003		0,002	0,014
	N	87	87	87	87	87	87
16.7. Uusi liikuntalaji ja mittaus	korrelaatio	0,276	0,274	0,433	0,333	1,000	0,411
	p	0,010	0,010	0,000	0,002		0,000
	N	87	87	87	87	87	87
16.8. Mittaus useammin päivinä kun liikkuu	korrelaatio	0,317	0,268	0,293	0,264	0,411	1,000
	p	0,003	0,012	0,006	0,014	0,000	
	N	87	87	87	87	87	87