

Satu Vehkavaara ja Anna-Kaisa Tuomaala

Insuliininpuutosdiabetes ja liikunta – miten välttää hypoglykemia?

Säännöllisen liikunnan on osoitettu parantavan insuliiniherkkyyttä ja vaikuttavan edullisesti sydän- ja verisuonitautiriskiä. Siksi insuliininpuutosdiabetesta sairastaville suositellaan liikunnan harrastamista. Hypoglykemia on tavallisin liikuntaan liittyvä haittavaikutus, ja etenkin sen pelko voi estää liikunnan harrastamista. Insuliininpuutosdiabeteksen hyvä omahoito mahdollistaa hyvän hoitotasapainon vaihtuvissa arkipäivän tilanteissa, kuten liikunnan yhteydessä. Tämä kuitenkin edellyttää, että insuliininpuutosdiabetesta sairastava ymmärtää eri liikuntamuotojen sekä liikunnan intensiivisyyden ja keston vaikutukset oman elimistönsä reaktioihin ja ennen kaikkea verengluukoosiarvoihinsa. Jatkuva glukosensorointi yhdessä kehittyvän insuliinipumpputeknologian ja entistä fysiologisempien insuliinien myötä auttaa insuliininpuutosdiabetesta sairastavan omahoitoa myös liikunnan aikana merkittävästi.

Säännöllisen liikunnan on osoitettu muun muassa parantavan insuliiniherkkyyttä ja keuhkojen toimintaa sekä vaikuttavan edullisesti sydän- ja verisuonitautiriskiä. Insuliininpuutosdiabeteksen yhteydessä liikunta voi kuitenkin tuoda lisähaasteita hyvän glukositasapainon saavuttamiseen.

Terveen ihmisen elimistö osaa säädellä insuliinintuotantoa tehokkaasti, mutta insuliininpuutosdiabetesta sairastavilla eksogeenisen insuliinin määrää ei voida kovinkaan nopeasti muuttaa, ja siksi hypoglykemiariski on suuri. Hypoglykemia onkin tavallisin liikuntaan liittyvä haittavaikutus, ja etenkin sen pelko voi estää

TAULUKKO 1. Kilpaurheilua harrastavan insuliininpuutosdiabetesta sairastavan hiilihydraattitarpeeseen vaikuttavia tekijöitä (3).

Vaikuttava tekijä	Kommentteja	Urheilijan huomioitava
Liikunnan tyyppi	Liikunnan tyyppi, kesto ja intensiivisyys vaikuttavat energian tarpeeseen	Hiilihydraattitarve arvioitava edellä mainitut asiat huomioiden
Liikuntaa edeltää hypoglykemia	Lisää hypoglykemiariskiä liikunnan aikana	Hiilihydraattitarve saattaa lisääntyä liikunnan aikana
Liikuntaa edeltävä verengluukoosipitoisuus	Lähtötilanteen suuri verengluukoosipitoisuus pienenee aerobisen liikunnan myötä	Hiilihydraattitarve ja ajoitus riippuvat lähtötilanteesta
Liikunnan ajankohta	Aamulla harjoiteltaessa hypoglykemiariski usein pienempi, iltaharjoittelu altistaa yölliselle hypoglykemialle	Etenkin iltaharjoittelun yhteydessä huomioitava yöllisen hypoglykemian riski
Hormonaaliset tekijät	Naisilla kuukautiskierron vaikutus insuliiniherkkyyteen Kilpailutilanteeseen liittyvä jännitys	Kilpailutilanteeseen liittyvä jännitys voi altistaa hyperglykemialle
Ympäristötekijät	Lämpö ja korkeassa ilmanalassa harjoittelu ja kilpaileminen altistavat hypoglykemialle	Erityisesti otettava huomioon, jos totuttanut harjoittelemaan eri olosuhteissa

TAULUKKO 2. Perusinsuliinin säätäminen liikunnan yhteydessä (monipistohoito) (10). Detemirinsuliini mahdollistaa aamu- ja iltannaoksen säädön. Huomioi mahdollinen hiilihydraattilisän tarve, jos perusinsuliiniannoksia ei ole muutettu.

Enintään 60 minuutin liikunta		Tavanomaista pidempi, vähintään 90 minuutin liikunta
Aerobinen liikunta	Yleensä ei muutostarvetta	Vähennä 20–30 % ¹
Kuntosalityyppinen liikunta	Yleensä ei muutostarvetta	Vähennä 10–20 % ¹
Anaerobinen, intensiivinen liikunta (esim. pikajuoksu)	Ei muutostarvetta, kesto minuuotteja	–
Jaksoittainen aerobinen tai anaerobinen liikunta	Yleensä ei muutostarvetta	Vähennä 20–30 % ¹

¹Koskee glargin- ja detemirinsuliineja.

liikunnan harrastamista (1). Toisaalta jos veressä ei ole riittävästi insuliinia liikunnan aikana, maksan glukoosintuotto lisääntyy ja lihakset eivät saa riittävästi glukoosia. Koska yksilöllinen insuliinintarve vaihtelee runsaastikin eri päivinä, on yksiselitteisten ohjeiden antaminen vaikeaa, ellei jopa mahdotonta. Siksi ohjeet ovat enemmänkin lähtökohta yksilöllisen hoidon suunnittelulle (2).

Hoitomuodon sekä liikunnan intensiivisyyden ja keston lisäksi etenkin kilpaurheilijan tulee ottaa huomioon lukuisia muitakin asioita hiilihydraattitarvetta arvioidessaan (**TAULUKKO 1**) (3). Harvemmin liikkuvien ja etenkin vaihtelevalla intensiivisyydellä ja kestolla liikuntaa harrastavien hoidon yhteensovittaminen liikunnan kanssa voi olla hyvinkin vaativalta. Liikunnalla voidaan myös tavoitella painon vähentämistä, joka taas ei toteudu, jos liikunnan aikana tarvitaan runsasta hiilihydraattitankkausta hypoglykemian välttämiseksi.

Liikunnan intensiivisyyden ja keston vaikutukset verengluukoositasapainoon

Yleissääntönä voidaan pitää, että aerobinen liikunta (kävely, lenkkeily, pyöräily) lisää insuliiniherkkyyttä jopa 48 tuntia liikunnan jälkeen. Sen vuoksi hypoglykemiariski suurenee etenkin liikunnan jälkeisenä yönä, jos tätä ei huomioida insuliiniannoksissa.

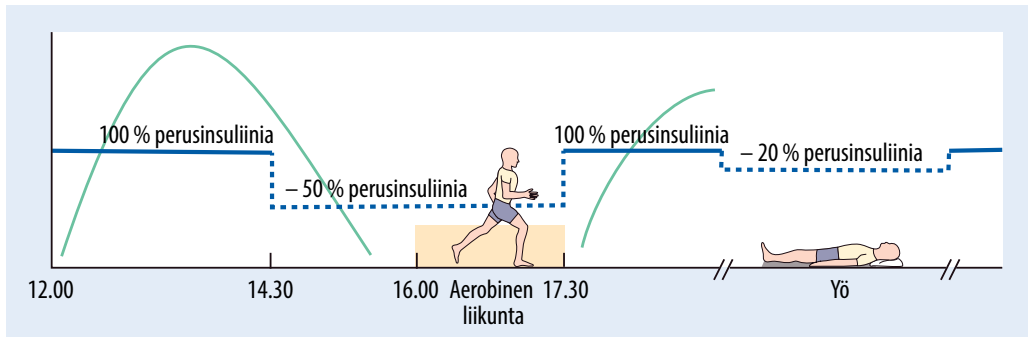
Anaerobinen liikunta on usein lyhytkestoista ja intensiivistä (pikajuoksu, painonnosto, jääkiekko, lyhyen matkan uinti) ja johtaa tyypillisesti jo liikunnan aikana hyperglykemiaan. Tämän aiheuttaa noradrenaliinin ja adrenaliinin

erittymispiikki yhdessä kasvuhormonin erittymisen lisääntymisen kanssa. Noradrenaliini ja adrenaliini ovat insuliinin vastavaikuttajahormoneita, mistä seuraa hyperglykemia liikunnan aikana ja heti sen jälkeen.

Kun urheiluvien nuorten liikunnan intensiivisyyttä mitattiin yhdessä jatkuvan glukosisensoroinnin kanssa, todettiin, että raskas liikuntasuoritus lisäsi selvästi yöllisten hypoglykemioiden riskiä verrattuna rasitukseltaan kohtalaiseen liikuntaan (4,5). HIIT (high intensity interval training) -tyyppinen liikunta taas aiheutti liikunnan aikana hyperglykemiaa (6). Painoharjoitteluun aamulla liittyy pienempi hypoglykemiariski kuin iltapäivällä tehtävään harjoitukseen (7).

Jos omahoitoa ei muutettu ennen tunnin kestoista aerobista liikuntaa, lähes joka toisella urheiluvalla nuorella todettiin liikuntaan liittyvä hypoglykemia, jolta edes lähtötilanteessa suurentunut (> 11,1 mmol/l) verengluukoosipitoisuus ei välttämättä suojaannut (2). Käytännön vinkki hypoglykemiariskin pienentämiseen ovat anaerobiset pyrähdykset ennen aerobista liikuntasuoritusta.

Jatkuvasta glukosisensoroinnista on hyötyä liikunnanaikaisten hypo- ja hyperglykemioiden välttämiseksi, kunhan potilas osaa tulkita tietoa ja ottaa huomioon glukosisensoreiden viiveet pitoisuuden muutoksissa (8,9). Sensoreista nähtävät glukosisipitoisuuden trendinuolet kertovat, mihin suuntaan ja kuinka nopeasti glukosisipitoisuus muuttuu. Sensoritietoihin voidaan lisätä liikuntatieto helpottamaan käyrien myöhempää tulkintaa. Sensoreiden käyttöön liikunnassa liittyy irtoamisriski, joka tulee huomioida käytön ohjauksessa.



KUVA 1. Insuliinipumppuhoito mahdollistaa perusinsuliiniannoksen säätämisen aerobisen liikunnan yhteydessä. Perusinsuliiniannosta tulisi pienentää hyvissä ajoin ennen liikuntaa sekä liikunnan jälkeisenä yönä (10).

Glukoosisensorointi on erittäin hyödyllistä omahoidon optimoimisen kannalta etenkin silloin, kun ongelmana on toistuva yöllinen hypoglykemia, varsinkin silloin, jos diabetespotilas ei ole siihen syvän unen ja liikunnan jälkeisen tilanteensa vuoksi herännyt.

Hoitomuoto ja liikunta

Monipistoshoidossa perusinsuliiniannosten säätömahdollisuudet ovat liikunnan yhteydessä pumppuhoitoa rajallisemmat. Perusinsuliini otetaan detemirinsuliinia lukuun ottamatta yleensä kerran päivässä. Detemirinsuliinin ottaminen kahdesti päivässä tarjoaa suuremman säätömahdollisuuden liikunnan yhteydessä, jolloin aamuannoksen pienentäminen on runsaan liikunnan yhteydessä helppoa ja toisaalta myös seuraavan yön hypoglykemiariski pystytään ottamaan huomioon annosta pienentämällä. Kerran päivässä pistettävän perusinsuliinin (glargininsuliini 100 IU/ml) ilta-annosta tulee pienentää jo liikuntaa edeltävänä iltana, aamulla otettavaa annosta taas liikuntapäivän aamuna.

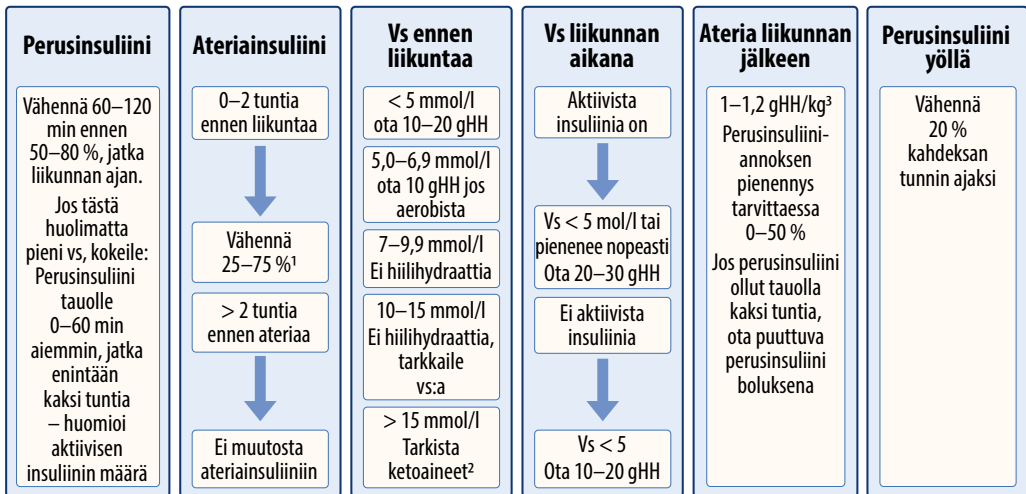
Poikkeuksellisen runsaan liikunnan yhteydessä suositellaan näiden annosten 10–30 %:n pienentämistä liikunnan tyyppin mukaan ja liikunnan jälkeisen illan perusinsuliiniannoksen pienentämistä 10–20 % yöllisten liian pienten verenglukoosipitoisuuksien välttämiseksi (**TAULUKKO 2**) (10). Degludekinsuliinin ja glargininsuliini 300 IU/ml:n annosmuutoksia suositellaan vasta useamman päivän kestoisen runsaan liikunnan yhteydessä.

Insuliinipumppuhoidon etuna on perus- eli basaali-insuliinin annoksen tilapäisen muuttamisen mahdollisuus ennen liikunta-suoritusta, ”väliaikainen basaali”, joka voidaan asettaa halutun suurueiseksi. Täytyy kuitenkin muistaa, että muutokset pitää tehdä vähintään tunti, usein jopa kaksi tuntia ennen suoritusta sen keston ja intensiivisyyden mukaan: mitä pidempi ja raskaampi suoritus, sitä aiemmin sitä pitäisi ennakoita.

Huomioon täytyy ottaa myös edeltävän aterian ajoitus: jos ryhdytään liikkumaan alle 2–3 tunnin kuluttua ateriasta, tulee ateriainsuliinin määrääkin vähentää (**KUVA 1**) (10). **KUVASSA 2** on ”tavanomaiselle” liikkujalle aerobista liikuntaa varten toimintamalli, jota voidaan sitten yksilöllisten tarpeiden mukaan muokata (11). Käyttäjä voi myös asettaa insuliinipumppuun ”liikuntamerkin” liikunnan ajankohtana. Se auttaa vastaanotolla selvittämään mahdollisia liikuntaan liittyviä ongelmakohtia.

Sensoroiva insuliinipumppu, jossa on ennaltoiva pysäytys liian pienen glukoosipitoisuuden varalta, auttaa liikunnan aikana ja sen jälkeisenä yönä. Se pysäyttää tarvittaessa insuliinin pumppaamisen, kun hypoglykemia uhkaa. Hypoglykemian estämiseksi pumppuun voidaan asettaa tällaisen ennakoivan pysäytyksen rajaksi liikunnan aikana 3,9 mmol/l ja suurentaa sitä seuraavaksi yöksi esimerkiksi pitoisuu-teen 5,0 mmol/l (12).

Loppuvuodesta 2018 tuli markkinoille ensimmäinen hybrid closed-loop (HCL) -insuliinipumppu, joka antaa tarpeen mukaan viiden



KUVA 2. Tyypin 1 diabetes ja liikunta – insuliinipumppuhoidon perusohje (11).

¹Kevyt liikunta: –25 %, keskiraskas liikunta –50 %, raskas liikunta –75 %

²Ketoaineipitoisuus < 0,6 mmol/l: aloita liikunta, ota pieni bolus, ellei aktiivista insuliinia; < 1,5 mmol/l: kevyt liikunta sallittu, pieni bolus sitä ennen; > 1,5 mmol/l: ei liikuntaa, insuliinia 0,1 ky/kg, juotavaa; > 3 mmol/l: yhteys päivystykseen

³Liikunnan jälkeen nautitaan ateria, jossa 1–1,2 grammaa hiilihydraattia/painokilo eli esim. 60 kg painavalle 60–70 grammaa hiilihydraattia.

minuutin välein mikroboluksia glukoosisenso-
rin arvon ja trendin perusteella tähdäten senso-
rin glukoosiarvoon 6,7 mmol/l. Ateriainsuliinit
otetaan tavanomaiseen tapaan annosoppaan
kautta. Uusi tekniikka vapauttaa käyttäjänsä pe-
rusinsuliiniannoksen muokkauksesta, mutta lii-
kuntaan varaudutaan asettamalla pumpun väli-
aikainen glukoositavoite lukemaan 8,3 mmol/l
1–2 tuntia ennen liikuntaa ja tarvittaessa sen
jälkeenkin (13). Tämä toimii arkiliikkujan
kannalta varsin hyvin, toki tavanomaiset sään-
nöt ateriainsuliinin osalta pätevät tällöinkin:
ateriainsuliinin määrää tulee vähentää, jos ate-
ria syödään juuri ennen liikuntaa. Liikunnan
jälkeen monille riittää HCL-pumpun toiminta
sellaisenaan, mutta jos potilas on kovin hypo-
glykemiaherkkä, voidaan yön ajan käyttää väli-
aikaistakin glukoositavoitetta.

Anaerobisen liikunnan ja etenkin HIIT-treenin jälkeinen hyperglykemia voidaan välttää ajastamalla väliaikainen tavoite loppumaan jo heti liikunnan jälkeen tai jopa hieman ennen liikunnan lopettamista yksilöllisen vasteen mukaan. Korjausinsuliinia voidaan ottaa heti suorituksen loppumisen jälkeen (9,14). FIT-

tutkimuksen perusteella HIIT-treenin jälkei-
nen hyperglykemia voidaan turvallisesti korjata
normaalin tai +50 %:n korjauskertoimen mu-
kaan (14).

HCL-tekniikka vaatii vielä käyttäjältään
tarkkaa hiilihydraattien laskentaa, tekniikan
toimintaperiaatteen ymmärtämistä ja glukoo-
sisensorin kalibrointia. Lähitulevaisuudessa
markkinoille on tulossa muitakin HCL-tek-
niikkaa hyödyntäviä insuliinipumppuja, myös
kalibroimattomilla glukoosisensoreilla ja ilman
letkua. Tämä mahdollistaa niiden käytön erilai-
sissa liikuntatilanteissa.

Liikunta insuliinipuutosdiabetespotilaan painonhallinnan apuna

Ylipaino yleistyy niin väestössä kuin insulii-
ninpuutospotilailkin. Insuliinipuutosdiabe-
tespotilaalle saattaa painon lisääntyessä tulla
tyypin 2 diabeteksen piirteitä, esimerkiksi in-
suliiniresistenssiä. Monelle insuliinipuutos-
potilaalle liikunnan harrastaminen on vaativaa
ja pelottavaakin hypoglykemioiden vuoksi, ja

suuri osa potilaista on tottunut rutiinimaisesti ”tankkaamaan” hiilihydraatteja ennen liikuntaa, sen aikana ja sen jälkeen – tämä ei luonnollisesti auta painonhallinnassa. Säännöllisen liikunnan on kuitenkin osoitettu muun muassa parantavan insuliinipuutospotilaiden lipidiprofilia ja endoteelin toimintaa sekä pienentävän heidän sydän- ja verisuonitautiriskiään, joten liikunnan tulisikin kuulua olennaisena osana jokaisen potilaan hoitoon (15,16).

Siitä, mikä liikuntamuoto olisi insuliinipuutospotilaan painonhallinnan kannalta parasta tai tehokkainta, ei ole konsensusta. Liikunta tulisi suunnitella yksilöllisesti kunkin potilaan tarpeita vastaavaksi (15). Jotta hypoglykemioiden välttämiseksi, saattaisi olla järkevää liikkua silloin kun insuliinipitoisuudet ovat pienimmillään (paastotilanne) ja insuliiniherkkyys huonoimmillaan (aamunkoittoilmiö) (7). Lisäksi hiilihydraattitankkausta pyritään vähentämään ajoittamalla liikunta niin, että edellisestä aterista on kulunut yli kaksi tuntia, ja mikäli tämä ei ole mahdollista, pienentämällä ateriainsuliinin määrää (KUVA 3) (10).

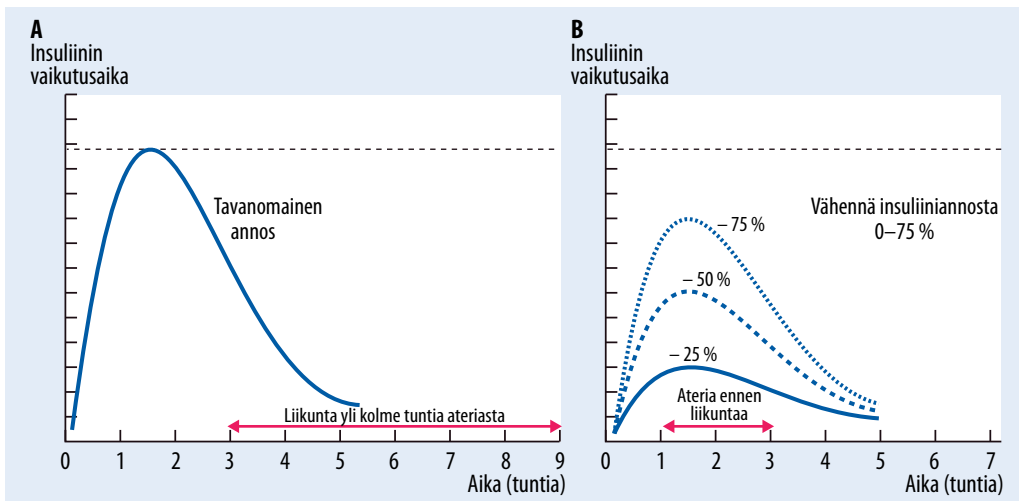
Tarvittavaan vähennykseen vaikuttavat liikunnan tyyppi ja kesto (TAULUKKO 3) (10). Liikunnan jälkeistä ateriainsuliinin määrää tulee myös etenkin aerobisen liikunnan jälkeen vähentää (TAULUKKO 3) (10). Myös seuraavaksi yöksi kannattaa pienentää perusinsuliinian-

Ydinasiat

- ▶ Liikunta lisää hypoglykemiariskiä, ja etenkin hypoglykemian pelko voi estää insuliinipuutosdiabetesta sairastavien liikunnan harrastamista.
- ▶ Insuliinihoidon muutokset ja pidempikestoisen liikunnan yhteydessä hiilihydraattitankkaus ovat hyvän hoitotasapainon edellytyksiä ennen liikuntaa ja sen jälkeen.
- ▶ Jatkuvasta glukosisensoroinnista ja itse-säättävästä insuliinipumpusta on hyötyä liikunnan aikaisten ja yöllisten hypo- ja hyperglykemioiden välttämiseksi.

nosta 20 %:lla hoitomuodosta riippumatta. Samasta syystä suositellaan alle tunnin kestäviä suorituksia sekä anaerobisia liikuntamuotoja, etenkin HIIT-harjoittelua (5).

HCL-tekniikka helpottaa jatkossa painonhallintaan tähtäävää liikuntaa, koska se vähentää tehokkaasti perusinsuliiniansiannosta paitsi lyhyellä aikavälillä liikunnan aikana ja sitä seuraavana yönä myös minimoimalla hypoglykemioiden insuliiniherkkyyden parantuessa ja painon vähentyessä.



KUVA 3. Ateriainsuliiniansiannosta ei tarvitse muuttaa, jos liikutaan yli kolmen tunnin kuluttua aterioinnista. Jos liikutaan tätä aiemmin, ateriainsuliiniansiannosta on pienennettävä (10).

TAULUKKO 3. Ateriainsuliinin säätäminen liikunnan yhteydessä liikunnan tyyppiin, keston ja ateriointiajankohdan mukaan (10).

Liikunnan tyyppi	Ruokailu 1–3 tuntia ennen liikuntaa		Ruokailu liikunnan jälkeen
	Liikunnan kesto noin 30 min	Liikunnan kesto noin 60 min	
Aerobinen liikunta	Vähennä 25–50 %	Vähennä 50–75 %	Vähennä enintään 50 %
Kuntosalityyppinen liikunta	Ei muutostarvetta	Vähennä 25–50 %	Ei muutostarvetta
Anaerobinen liikunta (esim. pikajuoksu)	Ei muutostarvetta, kesto minuitteja	–	Pieni (50 %) korjausbolus, jos hyperglykemia ¹
Jakoittainen aerobinen tai anaerobinen liikunta	Vähennä noin 25 %	Vähennä noin 50 %	Vähennä enintään 50 %

¹Omaseuranta liikunnan jälkeisten (yö)hypoglykemioiden välttämiseksi.

TAULUKKO 4. Hiilihydraattien saantisuositusohje kestävyysurheilijoille sisältää koko vuorokauden tarpeen (ateriat ja liikunnan aiheuttama lisätarve) (3).

Liikunnan intensiivisyys	Suosittelava hiilihydraattimäärä (g/kg/päivä)
Kevyt	3–5
Kohtalainen (noin 1 tunti/päivä)	5–7
Rasittava (1–3 tuntia/päivä)	6–10
Erittäin rasittava (> 4–5 tuntia/päivä)	8–12

Hiilihydraattien saantisuositusohje kestävyysurheilijoille tai pitkäkestoiseen liikuntaan

Kestävyysurheilijoiden tarvitseman hiilihydraattitankkauksen määrä riippuu sekä liikunnan intensiivisyydestä että kestosta (**TAULUKKO 4**) (3). Hoitomuodon sekä liikunnan intensiivisyyden ja keston lisäksi etenkin kilpaurheilijan tulee ottaa huomioon lukuisia muitakin asioita hiilihydraattitarvettaan arvioidessaan (**TAULUKKO 1**) (3). Verengluukoosin tavoitepitoisuus ennen aerobista liikuntaa on 7–10 mmol/l, jolloin hiilihydraattitankkausta ei yleensä tarvita.

Anaerobinen liikunta tavallisesti suurentaa verengluukoosipitoisuutta, joten sen yhteydessä voidaan tavoitella tätäkin pienempiä lähtöpitoisuuksia (5,0–6,9 mmol/l). Jos urheilija ajautuu varoimista huolimatta liikunnan aikana tai loppussa hypoglykemiaan, se tulee aktiivisen insuliinin määrän mukaan korjata urheilujuomalla tai energiageelillä, joka sisältää 10–30 g hiilihydraattia.

Kilpailujännityksen vuoksi verengluukoosipitoisuus voi kilpailujen yhteydessä suurentua herkästi harjoittelutilanteeseen verrattuna. Jos esimerkiksi jääkiekkoilijan verengluukoosipitoi-

suus on ennen suoritusta hyvä (alle 8 mmol/l), mutta insuliinin vastavaikuttajahormonien vuoksi pitoisuus suurenee kovasti, voidaan kokeilla pientä insuliinimäärää yhdistettynä 10 g:n hiilihydraattimäärään, jotta maksan gluukoosinsyöttö saadaan katkaistua. Käytännössä aikuisurheilija voi ottaa yhden yksikön ateriainsuliinia kymmentä hiilihydraattigrammaa kohden ja tarpeen mukaan säätää annosta jopa neljään yksikköön ateriainsuliinia (Markku Saraheimo, henkilökohtainen tiedonanto).

Insuliininpuutosdiabetespotilaan aerobisen liikunnan aikaisen hypoglykemian välttämiseksi tarvitaan hiilihydraattitankkausta, jos liikuntaa edeltävään insuliinihoitoon ei ole tehty suosituksien mukaisia muutoksia. Tämä koskee etenkin harvoin ja epäsäännöllisesti liikuntaa harrastavia, jotka eivät ole tottuneet tekemään muutoksia insuliinihoitoonsa ennen liikuntaa. Hiilihydraatteja tarvitaan tuolloin 30–60 grammaa tunnissa, kun liikunta on pitkäkestoista (yli tunnin kestävä) tai intensiivisyydeltään 60 % maksimaalisesta sykkeestä (17). Energiämäärältään tämä vastaa noin puolta liikunnan aikana kulutettavasta energiasta ja vaikeuttaa etenkin liikunnalla tavoiteltavaa painon vähentämistä.

Hiilihydraattipitoisen aterian jälkeen aerobi-

Potilasesimerkki 1. Lajini on hiihto, ja harjoittelen 10–25 tuntia viikossa. Hoitomuotona minulla on monipistoshoido aspart- ja degludekinsuliineilla, ja seuraan verengluukoosipitoisuuttani glukooisensoriilla. Pysin pistämään viimeisen aspartinsuliinianoksen viimeistään 1,5 h ennen kestävyysharjoituksen alkua, mutta mieluiten 2 h ennen. Pysin aloittamaan harjoituksen tasaisella verengluukoosipitoisuudella, noin 7–11 mmol/l.

Harjoituksen aikana juon laimeaa urheilujuomaa, ja jos verengluukoosipitoisuuteni siitä huolimatta alkaa pienentyä uhkaavasti, syön ainakin 20–30 g nopeita hiilihydraatteja tilanteen mukaan (tarve voi olla 10–60 g/tunti). Kisoissa en ehdi katsoa glukooisensoria, joten pitkissä 30–50 km:n hiihtokisoissa ainoastaan juon niin paljon kuin järkevästi pystyn.

Koska treenaan käytännössä päivittäin, en joudu arjessa paljontaan säätämään degludekinsuliinianostani, mutta kilpailut ovat sitten oma maailmansa. Niissä noudatan taas samaa ajoitusta eli 1,5–2 h ennen lämmittelyä otan viimeisen aspartinsuliinipistoksen. Usein joudun varovasti vielä korjaamaan pienellä annoksella (maltillisesti liikunnan aiheuttaman insuliinivaikutuksen tehostumisen takia), jos lämmittelyn ja suksitestin jälkeen istun paikallani ja verengluukoosipitoisuuteni suurenee (kilpailujännitys). Olen saavuttanut hyviä tuloksia siten, että olen korjannut suurta verengluukoosiarvoa (esimerkiksi 14 mmol/l) ja sitten kilpaillut, kun verengluukoosiarvot pienenevät. Tosin yhtä hyvin olen hiihtänyt myös suurenevilla verengluukoosiarvoilla – esimerkiksi kun verengluukoosipitoisuuteni on 15 minuuttia ennen lähtöä ollut 4 mmol/l, olen syönyt energiageeliä enkä ole liikkunut paljoa ennen lähtöä. Onnistumiseen ei siis ole yhtä ainoaa toimivaa ratkaisua.

Potilasesimerkki 2. Olen keski-ikäinen, lievästi ylipainoinen nainen, jonka liikunta on enemmänkin säännöllisen epäsäännöllistä, 1–4 kertaa viikossa tapahtuvaa, kuin elämäntapa. Hoitomuotonani on HCL-insuliinipumppu. Lajini vaihtelevat: kuntosaliharjoittelu kerran viikossa, ratsastustunti kerran viikossa ja kävely- tai hölkkälenkki kerran tai kahdesti viikossa ovat tavoitteina. Aamuharjoittelu ei minulle sovi, saan siitä huonon olon. Painonhallintasyistä pyrin ehdottomasti välttämään hiilihydraattitankkausta ennen suoritusta tai sen jälkeen.

HCL-insuliinipumppu on erinomainen apuväline kaltaiselleni liikkujalle: asetan väliaikaisen verengluukoosipitoisuustavoitteen 1–2 tuntia ennen suoritusta ja jatkan sitä noin kahden tunnin ajan liikunnan keston mukaan, enintään tunnin liikunnan yhteydessä kahdeksi tunniksi ja pidempikestoisen liikunnan yhteydessä 3–4 tunniksi. Jos edeltävästä ateriasta on kulunut alle tunti, pienennän myös boluksen määrää (vähennän noin 20 g hiilihydraatteja annosoppaaseen syötetystä hiilihydraattimäärästä ja saan näin vähemmän ateriainsuliinia). Jos ateriasta on kulunut 1–2 tuntia, vähennän annosoppaaseen syötetystä hiilihydraattimäärästä 10 g. Jos olen hyperglykeeminen ennen ateriaa, vähennän vähemmän. Mikäli ateriasta on kulunut yli kaksi tuntia, en tee muutoksia edeltävän aterian bolukseen.

Jos aion tehdä vain lyhyen HIIT-tyyppisen harjoituksen ja verengluukoosipitoisuuteni on sitä ennen tavoitealueella, en tee mitään muutoksia insuliinianoksiini, lähtiessäni treenaamaan vain pienennän väliaikaisesti perusinsuliiniannosta tai asetan väliaikaisen verengluukoositavoitteen tunniksi. Mikäli verengluukoosipitoisuus on suurentunut (yli 8 mmol/l), en tee väliaikaisiakaan muutoksia.

Nykyisen hoitomallin hienous on, että pumpun algoritmi hoitaa yön glukooipitoisuuden tasaiseksi automaattisesti.

nen liikunta tasaa aterianjälkeistä verengluukoosipitoisuuden suurenemista ja vähentää luonnollisesti tankkauksen tarvetta. Hiilihydraattien tankkausta ennen lyhytkestoista ja etenkin anaerobista liikuntaa ei yleensä tarvita, koska hypoglykemiariski on tällöin vähäinen. Liikunnan jälkeisessä palautumisvaiheessa suositellaan hiilihydraattien oheen 20–30 g:n proteiinilisää lihasten proteiinisynteesin parantamiseksi. Urheilijoiden proteiinin tarve vuorokaudessa on 1,2–1,6 g/kg.

Lopuksi

Insuliininpuutosdiabeteksen hyvä omahoito mahdollistaa hyvän hoitotasapainon vaihtuvissa arkipäivän tilanteissa. Tämä koskee myös liikuntaa kaikissa muodoissaan. Edellytyksenä on, että insuliininpuutosdiabetesta sairastava ymmärtää eri liikuntamuotojen sekä niiden intensiivisyyden ja keston vaikutukset oman elimistönsä reaktioihin, ennen kaikkea verengluukoosiarvoihinsa. Tähän vaaditaan omaseurantaa

ja sen oikeaa tulkintaa päivittäin vaihtuvissa tilanteissa.

Tekniikan kehittyminen – jatkuvan glukoo-
sisensoroinnin hyödyntäminen, kehittyvät
insuliinipumput ja entistä fysiologisemmat
insuliinit – auttaa insuliinipuutosdiabetesta
sairastavan omahoitoa merkittävästi. Insuliinin-

puutosdiabetespotilaiden hoito tulisikin kes-
kittää riittävän suuriin osaamiskeskuksiin, jotta
yhdenmukainen mahdollisuus näiden hoitövä-
lineiden käyttöönottoon Suomessa toteutuisi.
Siten saavutettaisiin parhaiten hyvä verenglu-
koositasapaino liikunnan aikana ja sen jälkeen
– elämänlaatua unohtamatta. ■

**SATU VEHKAVAARA, dosentti, sisätautien ja
endokrinologian erikoislääkäri, osastonylilääkäri**
HUS Vatsakeskus, endokrinologia

**ANNA-KAISA TUOMAALA, LT, lastentautien
erikoislääkäri, lastenendokrinologi, diabeteksen hoidon
erityispätevyys, osastonlääkäri**
HUS Lapset ja nuoret
@TuomaalaAnna

VASTUUTOIMITTAJA
Niina Matikainen

SIDONNAISUUDET

Satu Vehkavaara: Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Amgen, AstraZeneca, Boehringer-Ingelheim, Lilly, Infucare, Novo-Nordisk, sanofi, Verman), korvaukset koulutus- ja kongressikuluista (Ipsen, Infucare, Medtronic, MSD, Novo-Nordisk, Pfizer, Sanofi), luottamustoimet (Suomen Endokrinologiyhdistyksen puheenjohtaja 2017–2019, hallituksen jäsen vuodesta 2010)

Anna-Kaisa Tuomaala: Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Abbott, Medtronic EMEA ja Finland, Nordic Infucare, Sanofi), korvaukset koulutus- ja kongressikuluista (Ferring, Medtronic, Nordic Infucare, Novo Nordisk), luottamustoimet (HUS:n eettisen toimikunnan jäsen)

KIRJALLISUUTTA

1. Brazeau AS, Rabasa-Lhoret R, Strychar I, ym. Barriers to physical activity among patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2008;31:2108–9.
2. Riddell MC, Zaharieva DP, Tansey M, ym. Individual glucose responses to prolonged moderate intensity aerobic exercise in adolescents with type 1 diabetes: the higher they start, the harder they fall. *Pediatric Diabetes* 2019;20:99–106.
3. Scott SN, Anderson L, Morton JP, ym. Carbohydrate restriction in type 1 diabetes: a realistic therapy for improved glycemic control and athletic performance. *Nutrients* 2019;11:1022.
4. Jagers JR, King KM, Watson SE, ym. Predicting nocturnal hypoglycemia with measures of physical activity intensity in adolescent athletes with type 1 diabetes. *Diabetes Technol Ther* 2019;21:406–8.
5. Hasan S, Shaw SM, Gelling, ym. Exercise modes and their association with hypoglycemia episodes in adults with type 1 diabetes mellitus: a systematic review. *BMJ Open Diab Res Care* 2018;0:e000578.
6. Potasher D, Brown RE, Li A, ym. Paradoxical rise in hypoglycemia symptoms with development of hyperglycemia during high-intensity interval training in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2019;42:2011–4.
7. Toghi-Eshghi RS, Yardley JE. Morning (fasting) vs afternoon resistance exercise in individuals with type 1 diabetes: a randomized crossover study. *JCEM* 2019;104:5217–24.
8. Abdulrahman A, Manhas J, Linane H, ym. Use of continuous glucose monitoring for sport in type 1 diabetes. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2018;4:e000432.
9. Tagougui S, Taleb N, Rabasa-Lhoret R, ym. The benefits and limits of technological advances in glucose management around physical activity in patients with type 1 diabetes. *Front Endocrinol* 2019;9:818.
10. Zaharieva DP, Riddell MC. Insulin management strategies for exercise in diabetes. *Can J Diabetes* 2017;13:507–16.
11. Riddell M, Gallen I, Smart C, ym. Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2017;5:377–90.
12. Cherubini V, Gesuita R, Skrami E, ym. Optimal predictive low glucose management settings during physical exercise in adolescents with type 1 diabetes. *Pediatric Diabetes* 2019;20:107–12.
13. Aleppo G, Webb KM. Integrated insulin pump and continuous glucose monitoring technology in diabetes care today: a perspective of real-life experience with the Minimed™ 670g hybrid closed-loop system. *Endocr Pract* 2018;24:684–92.
14. Aronson R, Brown RE, Li A, ym. Optimal insulin correction factor in post-high-intensity exercise hyperglycemia in adults with type 1 diabetes: the FIT Study. *Diabetes Care* 2019;42:10–6.
15. Mottalib A, Kasetty M, Mar JY, ym. Weight management in patients with type 1 diabetes and Obesity. *Curr Diab Rep* 2017;17:92.
16. Wu N, Bredin SSD, Guan Y, ym. Cardiovascular health benefits of exercise training in persons living with type 1 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Med* 2019;8:253.
17. Gallen IW, Hume C, Lumb A. Fuelling the athlete with type 1 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 2011;13:130–6.