

**PAINONPUDOTUKSEN VAIKUTUS
MIESYLEISURHEILIJOIDEN KEHONKOOSTUMUKSEEN**

Riikka Lamminen

Kandidaatin tutkielma

Liikuntafysiologia

LFY.A005

Kevät 2009

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaajat: Antti Mero ja

Heikki Huovinen

TIIVISTELMÄ

Lamminen, Riikka Elina 2009. Painonpudotuksen vaikutus miesyleisurheilijoiden kehonkoostumukseen. Liikuntafysiologian kandidaatin tutkielma LFY.A005. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, 52 s.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää neljän viikon painonpudotuksen vaikutusta miesyleisurheilijoiden kehonkoostumukseen kahdessa eri ryhmässä hallikilpailukauteen valmistauduttaessa. Painonpudotus toteutettiin korkeaproteiinipitoisella ruokavaliolla, jossa hiilihydraattien ja rasvojen saantia rajoitettiin. Toisen ryhmän tavoitteena oli maltillisempi 1-2 kg:n painonpudotus, kun taas toinen ryhmä tavoitteli 2-4 kg:n painonpudotusta. Tutkimus oli osa laajempaa tutkimuskokonaisuutta, missä tutkittiin painonpudotuksen vaikutusta kehonkoostumuksen lisäksi miesyleisurheilijoiden suorituskykyyn, hormoneihin ja elektrolyytteihin.

Koehenkilöinä oli 15 kansallisen tason miesyleisurheilijaa. Koehenkilöiden lajeina olivat yleisurheilun hyppylajit sekä pikajuoksu. Koehenkilöt valitsivat itse kumpaan ryhmään osallistuvat. Heidän energiantarpeensa arvioitiin lepoaineenvaihdunnan (Owen ym. 1987) sekä fyysisen aktiivisuuden seurannan avulla. Painonpudotusryhmä (n=8) ohjeistettiin korkeaproteiinipitoiseen (yli 1,6 g/kg/vrk) sekä matalahiilihydraatti- ja matalarasvapitoiseen ruokavalioon. Näin pyrittiin saamaan aikaan 750 kcal/vrk energiavaje. Kontrolliryhmä (n=7) ohjeistettiin kohtuulliseen energiavajeeseen (200-300 kcal/vrk). Kontrolliryhmän ruokavalio-ohjeistus oli lähellä pudotusryhmän ohjeistusta. Hiilihydraattia suositeltiin kuitenkin nautittavan enemmän. Tutkimuksessa mitattiin kehonkoostumus kaksi-energisellä röntgen-absorptiometrillä (DXA) ennen ja jälkeen painonpudotusjakson. Koehenkilöiden ravintoaineiden saantia seurattiin ruokapäiväkirjojen avulla, joita koehenkilöt täyttivät ennen painonpudotusjakson alkua neljän vuorokauden ajalta sekä jakson aikana kahdelta vuorokaudelta jokaisella neljästä viikosta. Tilastolliset analyysit suoritettiin Excel 2008 ja SPSS 13.0 –ohjelmilla.

Keskiarvoisissa ravintoaineiden saanneissa painonpudotusjakson ajalla ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ($p \leq 0,05$) ryhmien välillä. Proteiinia molemmat ryhmät saivat riittävästi tutkimussuunnitelman tavoitteeseen nähden (2,08 – 2,09 g/kg/vrk). Rasvan saanti oli pudotusryhmällä pienempää kuin kontrolliryhmällä sekä absoluuttisesti että suhteellisenä osuutena vuorokautisesta kokonaisenergiasta. Myös hiilihydraatteja pudotusryhmä sai absoluuttisesti vähemmän kuin kontrolliryhmä, mutta hiilihydraattien osuus kokonaisenergiasta oli ryhmillä samanlainen, johtuen pudotusryhmän alhaisemmasta kokonaisenergiansaannista. Molemmat ryhmät onnistuivat saavuttamaan tavoitellun päivittäisen energiavajeen. Kehon kokonaismassan muutoksessa kumpikaan ryhmä ei päässyt tutkimussuunnitelman tavoitteeseen painonpudotuksessa. Tilastollisesti merkitseviä eroja ($p \leq 0,05$) saatiin pudotusryhmällä rasvaprosentissa, rasvan massassa sekä kehon kokonaismassassa verrattuna alkutilanteeseen. Ryhmien välisessä vertailussa tilastollisesti merkitseviä eroja kehonkoostumuksen absoluuttisessa muutoksessa saatiin rasvaprosentissa, rasvan massassa sekä kehon kokonaismassassa. Pudotusryhmällä suurin osa (77 %) pudonneesta kehon kokonaismassasta oli rasvaa. Rasvaton massa väheni sen sijaan vain hieman (23 %). Kontrolliryhmällä sekä rasvan massa että rasvaton massa vähenivät lähes yhtä paljon, mutta molempien muutokset olivat pienempiä kuin pudotusryhmällä.

Tämän tutkimuksen johtopäätöksenä korkeaproteiinipitoinen (2,08 – 2,09 g/kg/vrk) ja vähärasvainen painonpudotusruokavalio neljän viikon aikana aiheuttaa kehon kokonaismassan vähenemistä niin, että suurin osa pienentyneestä massasta on rasvaa erityisesti suuremmalla vuorokautisella energiavajeella (750 kcal).

Avainsanat: energiavaje, kehonkoostumus, painonpudotus, proteiini, vähärasvainen, rasvaton massa

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	3
2 KEHONKOOSTUMUS.....	5
2.1 Rasvamassa.....	6
2.2 Rasvaton massa.....	6
2.2.1 Kehon nesteet.....	7
2.2.2 Mineraalit.....	7
2.2.3 Proteiini.....	8
2.3 Kehonkoostumus urheilijoilla.....	8
3 ENERGIATASAPAINO.....	11
3.1 Energian saanti.....	11
3.2 Energian kulutus.....	12
3.2.1 Perusaineenvaihdunta.....	12
3.2.2 Fyysinen aktiivisuus.....	13
3.3.3 Ruoan aiheuttama lämmöntuotto.....	15
4 PAINONPUDOTUS.....	16
4.1 Ravinnon vaikutus painonpudotukseen.....	16
4.2 Fyysisen aktiivisuuden vaikutus painonpudotukseen.....	19
4.3 Ravinnon ja fyysisen aktiivisuuden yhdistetty vaikutus painonpudotukseen...20	
5 PAINONPUDOTUS URHEILJOILLA.....	22
5.1 Nopea ja hidas painonpudotus.....	22
5.2 Painonpudotuksen vaikutus aerobiseen suorituskykyyn.....	23
5.3 Painonpudotuksen vaikutus anaerobiseen suorituskykyyn ja voimaan.....	24
6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS, ONGELMAT JA HYPOTEEESIT.....	26

7	MENETELMÄT.....	28
7.1	Koehenkilöt.....	28
7.2	Koeasetelma.....	28
7.3	Aineiston keräys ja analysointi.....	31
7.4	Tilastolliset analyysit.....	33
8	TULOKSET.....	34
8.1	Ravintoaineiden saanti.....	34
8.2	Kehonkoostumus.....	35
8.3	Korrelaatiokertoimet.....	37
9	POHDINTA.....	41
10	LÄHTEET.....	47
11	LIITTEET.....	50

1 JOHDANTO

Urheilijat pudottavat painoan edullisemmän kehonkoostumuksen ja/tai tietyn kehon painon saavuttamisen tähden. Matalampi kehon paino voi edesauttaa huippusuoritukseen pääsemisessä, esimerkiksi yleisurheilun hyppylajeissa. Optimaalinen rasvan massa voi myöskin johtaa esteettisempään ulkomuotoon, joka voi puolestaan tuoda lisää pisteitä arvostelulajeissa, kuten voimistelussa tai uimahypyissä. Painoluokkalajien (esim. paini ja judo) urheilijat pudottavat painoan, jotta he kykenisivät kilpailemaan mahdollisimman kevyessä painoluokassa. Painonpudotukseen vaaditaan joko suuri nesteen menetys tai energiavaje. Nämä voivat kuitenkin vaikuttaa myös haitallisesti urheilijan suorituskykyyn. (Fogelholm 1994.)

Urheilijat pudottavat painoan joko nopeasti tai hitaasti. Nopea painonpudotus kestää alle viikon, ja sen aiheuttaa pääasiallisesti nesteen menettäminen, mutta myös kehon glykogeenivarastojen hupenemisella on vaikutusta. Nopea painonpudotus toteutetaan vähentämällä nesteen ja ravinnon saantia sekä hikoilemalla runsaasti. Nopean painonpudotuksen jälkeen plasman tilavuuden pieneneminen, lämmönsäätelyn ja ravinteiden vaihdon heikkeneminen, vähentynyt glykogeenin saatavuus sekä veren pienentynyt puskurointikyky ovat mahdollisia selityksiä aerobisen- ja anaerobisen suorituskyvyn ja lihaskestävyyden heikkenemiselle. Hidas, asteittainen painonpudotus toteutetaan puolestaan energiavajeen avulla, ja sen suuruudesta vastaa nesteen ohella menetetyn kudoksen massa. Energiavaje lisää hormonaalista stressiä, tyhjentää glykogeenivarastoja ja voi vaikuttaa sydämen pumppaaman veren määrään, joten myös sillä on potentiaalia heikentää suorituskykyä hitaan painonpudotuksen jälkeen. (Fogelholm 1994.)

Useiden tutkimusten tulokset viittaavat siihen, että yhdistämällä matalaenerginen ruokavalio ja aerobinen harjoittelu päädytään hyvään lopputulokseen painonpudotuksen kannalta. Pelkällä dieetillä voi olla haitallinen lepoaineenvaihduntaa laskeva vaikutus, mutta yhdistetty dieetti ja aerobinen liikunta laskevat rasvan massaa tehokkaammin lievittäen samalla lepoaineenvaihdunnan hupenemista. (Stiegler & Cunliffe 2006.) Urheilijoilla fyysisen aktiivisuuden lisääminen ei kuitenkaan ole tyypillinen keino

painonpudotuksessa kahdesta syystä; ensinnäkin urheilijoilla lisääntynyt energiankulutus kompensoituu useimmiten energiansaannin lisäyksellä, toiseksi huomattavat muutokset harjoittelussa saattavat olla haitallisia urheilijoiden suorituksille. (Fogelholm 1994.)

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää painonpudotuksen vaikutus miesyleisurheilijoiden kehonkoostumukseen kahdessa eri ryhmässä, sekä suurella että maltillisemmalla energiavajeella, hallikilpailukauteen valmistauduttaessa.

2 KEHONKOOSTUMUS

Kehonkoostumuksen suora mittaaminen elävillä ihmisillä ei ole mahdollista, joten on täytynyt kehittää monenlaisia epäsuoria kehonkoostumuksen arviointimenetelmiä. Näissä arviointimenetelmissä keho jaetaan osa-alueisiin eri tavoin. Kehonkoostumuksen ja suorituskyvyn välistä suhdetta määritettäessä käytetyin ja riittävä malli on 2-komponenttimalli, jossa keho jaetaan rasvamassaan sekä rasvattomaan massa. Rasvamassaan lasketaan kaikki kehon rasva-aineet eli lipidit. Kaikki muut kehon aineet sisällytetään rasvattomaan massa. (Houtkooper & Scott 1994.) Malli perustuu olettamukseen, että molemmilla komponenteilla on tietty aineosien koostumus ja tietty tiheys. Esimerkiksi aikuisen ihmisen rasvan tiheys on suhteellisen muuttumaton. Se on noin $0,900 \text{ g/cm}^3$. (Houtkooper ym. 2001.) 2-komponenttimallin lisäksi keho voidaan jakaa yhä useampaan osaan. 3-komponenttimallissa rasvattomasta massasta erotetaan vesi erilliseksi tekijäksi. 4-komponenttimallissa jäljellä oleva rasvaton massa jaetaan edelleen mineraaleihin sekä proteiineihin. (Ellis 2000.)

2.1 Rasvamassa

Rasvamassa voidaan jakaa välttämättömiin rasvoihin sekä varastorasvoihin. Välttämätön rasva koostuu sydämen, keuhkojen, maksan, pernan, munuaisten, suoliston, lihasten sekä keskushermoston ja luuytimen rasvakudoksista. Tätä rasvaa ihminen tarvitsee normaalin toimintakyvyn ylläpitoon. Lisäksi naisille tärkeää rasvaa on myös sukupuolisdonnainen välttämätön rasva, jota tarvitaan synnyttämiseen sekä hormonitoimintoihin. (McArdle ym. 2007, 783-784.)

Suurin osa kehon rasvasta on kuitenkin varastoitunut rasvasoluihin eli adiposyytteihin. Rasvasolujen lukumäärä vakiintuu suurimmaksi osaksi varhaislapsuuden aikana; eniten niitä muodostuu ensimmäisen elinvuoden aikana. Kymmenen ikävuoden jälkeen muodostuu vain muutamia rasvasoluja. Rasvasolujen lukumäärä pysyy siis lähes samana koko aikuisiän. Adiposyyttien sisältämän rasvan määrään voidaan kuitenkin vaikuttaa ravinnon saannilla ja fyysisellä aktiivisuudella. (Cerry & Burton 2001.) Rasvasolujen muodostama rasvakudos sisältää suunnilleen 83 % puhdasta rasvaa, 2 %

proteiinia ja 15 % vettä. Varastorasvaa on sekä sisäelinten ympärillä oleva viskeraalirasva, että ihonalainen rasvakerros. (McArdle ym. 2007, 849-850). Varastorasvan jakautuminen on yksilöllistä (Cerry & Burton 2001). Tällä rasvan jakautumisella on rasvan kokonaisuudesta riippumattomia vaikutuksia terveyteen. Vatsan alueelle, sisäelinten ympärille, kertyvä androidinen rasva on terveydelle haitallisempaa kuin lantion ja reisien alueelle kertyvä rasva. Androidinen rasva lisää riskiä sairastua sydän- ja verisuonitauteihin. Tällainen rasvan kertyminen on yleisempää miehillä ja lisääntyy heillä progressiivisesti iän myötä. Naisilla rasva kertyy helpommin lantiolle, mutta heilläkin androidisen rasvan määrä lisääntyy usein vaihdevuosien jälkeen. (McArdle ym. 2007, 849-850.)

2.2 Rasvaton massa

Rasvattomaan massaan luetaan kaikki muut kehon aineet paitsi lipidit. Nämä voidaan molekyylitason mukaan jakaa veteen, mineraaleihin sekä proteiineihin. (Ellis 2000.) Myös varastoitunutta hiilihydraattia eli glykogeenia on kehossa hieman - lihaksissa noin 400g ja maksassa noin 100g (McArdle ym. 2007, 13-14).

2.2.1 Kehon nesteet

Vesimolekyylit muodostavat noin 70–76 % rasvattomasta kehonosasta (Borg ym. 2004,17) ja 40-70 % koko kehon massasta (McArdle ym. 2007, 75-76). Kilo rasvatonta kudosta sisältää siis keskimäärin noin 724 g vettä. Tämä on saatu selville Forbesin ym. (1953) tekemässä kuuden ihmiskehon kemiallisessa analyysissä. (Svantesson ym. 2008.) Rasvakudos puolestaan on hyvin kuivaa kudosta. Näin ollen veden osuus koko kehon painosta on riippuvainen lipidien määrästä. Mitä enemmän rasvaa kehossa on, sitä pienempi on veden suhteellinen osuus koko kehon painosta. (Borg ym. 2004, 17-18.)

Kehon nesteen jakautuvat kahteen osaan: solunsisäiseen sekä solunulkoiseen nesteeseen. Solunulkoiseen nesteeseen lukeutuu kudosteneste (soluvälineste), imuneste, sylki, silmänesteet, rauhasen sekä suoliston erittämät nesteet, selkäydinnesteet ja ihon sekä munuaisten erittämät nesteet. Veren plasma muodostaa lähes 20 % solunulkoisesta

nesteestä. Kehon kokonaisvesimäärästä noin 62 % on solujen sisällä ja 38 % solujen ulkopuolella. Näissä suhteissa on kuitenkin suurta vaihtelua, muun muassa fyysisestä aktiivisuudesta ja lihasmassan määrästä johtuen. (McArdle ym. 2007, 75-76.)

2.2.2 Mineraalit

Kehon massasta noin 4 % muodostuu mineraaleista eli 22:sta, pääasiassa metallisesta, alkuaineesta. Mineraalit toimivat entsyymien rakennusosina, hormoneina ja vitamiineina. Ne liittyvät yhteen muiden kemiallisten aineiden kanssa (kuten kalsiumfosfaatti luissa ja rauta hemoglobiinissa) tai esiintyvät yksinään. Mineraaleista suurin osa (noin 85 %) on luustossa. (McArdle ym. 2007, 57.) Ihmiselle välttämättömiä mineraaleja eli kivennäisaineita on seitsemän makrokivennäisainetta, joita tarvitaan yli 100 mg päivässä, sekä 14 mikrokivennäisainetta eli hivenainetta, joita tarvitaan alle 100 mg päivässä. (McArdle ym. 2007, 57.)

2.2.3 Proteiinit

Proteiinit muodostuvat 20 aminohapon yhdistelmistä. Proteiinit muodostavat 12–15 % kehon massasta, joista suurin osa (60–75 %) on lihaksissa. Vapaita aminohappoja kehossa on vain noin 210g. Keho ei voi syntetisoida kahdeksaa aminohappoa, joita on näin ollen välttämätöntä saada ravinnon mukana. Lihasten lisäksi proteiineja on muun muassa veren plasmassa sekä sisäelimissä. Kehossa ei ole olemassa proteiinivarastoja, vaan kaikki proteiinit ovat joko kudosten rakennusaineina tai tärkeinä rakenneosasina elimistön kuljetusjärjestelmän, aineenvaihdunnan tai hormonaalisten järjestelmien toiminnassa. (McArdle ym. 2007, 31-36.) Lihasmassan tarkka määrittäminen ihmisillä on hankalaa. Koska lihaskudos muodostaa suurimman osan kehon rasvattomasta massasta, useimmiten käytetään mitattua rasvattoman massan määrää lihasmassan tilalla. (Houtkooper ym. 2001.)

2.3 Kehonkoostumus urheilijoilla

Kehonkoostumus ja paino ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat omalta osaltaan urheilusuoritukseen. Ne vaikuttavat urheilijan voimaan, nopeuteen, kestävyYTEEN,

tehoon, ketteryyteen ja ulkonäköön. (Houtkooper ym. 2001.) Muutokset urheilijan kehonkoostumuksessa saattavat kertoa muutoksista urheilijan ravitsemuksessa. Kehonkoostumuksen muutoksia käytetään myös informaationa urheilijan sopeutumisesta erilaisiin harjoitusmuotoihin. (Svantesson ym. 2008.)

Eri lajien urheilijoiden kehonkoostumus poikkeaa usein toisistaan. Esimerkiksi lajeissa, joissa vaaditaan heittämistä, työntämistä tai painojen nostamista urheilijoilla on useimmiten suurempi kehon massa kuin esimerkiksi pitkän matkan juoksijoilla tai hyppääjillä. Kestävyysurheilijat, joilla on suurehko rasvaton massa (lihassa) osallistuvat useimmiten lajeihin, joissa urheilijan ei tarvitse kannatella kehonsa painoa suoraan. Tällaisia lajeja ovat muun muassa pyöräily ja soutu, joissa kehon painoa kannatellaan välineen avulla. Näissä lajeissa urheilijan oman painon lisäksi täytyy siirtää myös ulkoista massa, esimerkiksi pyörän massaa. (Houtkooper ym. 2001.) Kehonkoostumuksella on merkitystä myös lajeissa, joissa vaaditaan tietynlaista esteettistä ulkomuotoa, kuten voimistelussa (Fogelholm 1994).

Monet urheilijat ja valmentajat uskovat, että on olemassa ideaaliset kehon massat tai kehon koostumukset tiettyihin urheilulajeihin. ”Ideaallinen” tarkoittaa, että kehon koostumukselle olisi tietty optimaalinen yhdistelmä rasvamassan sekä rasvattoman massan suhteen. Tätä on kuitenkin hankala määritellä, sillä onnistuneeseen urheilusuoritukseen vaikuttavat yhdessä sekä kaikki fyysiset ominaisuudet että monet muut tekijät. Suositukset kehon painosta sekä koostumuksesta perustuvat useimmin keskimääräisiin rasvaprosentin ja rasvattoman massan arvoihin, jotka on saatu keräämällä näytteitä eri lajien urheilijoilta. (Houtkooper & Scott 1994.)

Vaikkakin urheilijoiden rasvaprosenteilla on todettu yhteys onnistuneisiin suorituksiin (Houtkooper & Scott 1994), urheilijasta ei pelkästään painoa pudottamalla tai rasvaprosenttia pienentämällä tule huippu-urheilijaa. Todistettavasti geneettiset tekijät ja ankara harjoittelu ovat merkittävämpiä tekijöitä urheilumenestykselle. (Fogelholm 1994.) Kaikki komponentit – kehon koko, rakenne ja koostumus – ovat tärkeitä tekijöitä kilpailusuorituksissa. Ne ovat kaikki yhteydessä suoritukseen loogisella ja ennustettavalla tavalla: massiivisemmilla urheilijoilla esimerkiksi on etua kevyempiin urheilijoihin nähden silloin, kun suorituksessa täytyy voittaa joko toisen kehon tai

ulkoisen objektin massan hitaus. Kevyemmät yksilöt puolestaan hyötyvät suorituksissa, joissa täytyy kuljettaa kehoa erityisesti pitkiä matkoja. Pitkillä yksilöillä on pitkät raajat ja heidän painopisteensä on ylempänä. Tästä on hyötyä heitto- ja hyppylajeissa. Lyhyemmät yksilöt puolestaan hyötyvät suorituksissa, missä kehoa täytyy pyörittää akselinsa ympäri, kuten uimahypyissä. (Houtkooper & Scott 1994.)

Boileau & Lohmanin (1977) tutkimuksissa on todettu useissa ikäryhmissä käänteinen suhde rasvamassan sekä fyysisten suoritusten, jotka vaativat kehon painon siirtämistä joko vertikaalisesti, kuten hyppylajit, tai horisontaalisesti, kuten juoksulajit, välillä (Houtkooper ym 2001). Lihavuus on haitallista tämän tyyppisille lajeille, sillä se lisää massaa ilman, että kehon kyky tuottaa voimaa paranisi (Houtkooper & Scott 1994). Rasvakudoksen suuruus on siis suhteessa alhaiseen teho-paino-suhteeseen, lisäksi se heikentää kiihtyvyyttä ja lisää energiankulutusta (Svantesson ym. 2008). Boileau & Lohmanin (1977) mukaan liiallinen rasva tietyllä voimatasolla johtaa hitaampiin nopeuden ja suunnan muutoksiin, koska kiihtyvyys on suorassa suhteessa voimaan, mutta käänteisessä suhteessa massaan. Lihavuus lisää myöskin fyysisten suoritusten energiakustannuksia, jotka tarvitaan koko kehon massan liikuttamiseen. Täten useimmissa lajeissa, joissa tarvitaan kehon massan liikuttamista, suhteellisen alhaisen rasvaprosentin pitäisi olla hyödyllinen sekä mekaanisesti että metabolisesti. (Houtkooper & Scott 1994.)

On olemassa jonkinlaista näyttöä, että rasvaprosentti olisi myös käänteisessä suhteessa aerobiseen kapasiteettiin ilmaistuna suhteessa kehon painoon. Rasvasta voi olla myös hyötyä esimerkiksi voimaa vaativissa kontaktilajeissa, kuten rugbyssä, joissa sopiva määrä oikeinjakautunutta rasvaa on urheilijalle hyödyllistä. Myöskin pitkänmatkan uimarit tarvitsevat suhteellisen suurta rasvamassaa verrattuna muihin urheilijoihin. (Houtkooper & Scott 1994.) Lisäksi liian alhaisellakin painolla on haittavaikutuksia urheilijoille. Rasvaprosentin alarajan suositus terveyden kannalta on miehillä 5 % ja naisilla 12 %. Kun urheilijan paino putoaa kriittisen rajan alapuolelle, suoritus heikkenee ja sairastumis- ja loukkaantumisriski kasvaa. (Sinning, 1985.)

Yleisurheilun hyppylajien (pituushyppy, seiväshyppy, korkeushyppy sekä kolmiloikka) urheilijat tarvitsevat menestyäkseen nopeutta, voimaa, tehoa sekä runsaasti teknistä

taitoa. Heille on tärkeää säilyttää sopiva kehon paino, suuri rasvattoman massan määrä suhteessa kehon painoon ja pituuteen sekä parantaa lihasten tehokkuutta. (Houtkooper ym. 2007.) Yleisurheilun pikajuoksut kattavat 60–400m:n juoksumatkat. Menestyminen pikajuoksussa riippuu pitkälti teho-massa-suhteesta, näin ollen pikajuoksijat pyrkivät lisäämään sekä lihasmassaa että tehoa. Liiallinen massan lisäys ei kuitenkaan enää paranna tehoa ja on näin ollen haitallinen suoritukselle. (Tipton ym. 2007.)

3 ENERGIATASAPAINO

Ihminen on energiatasapainossa silloin, kun kehon energiasisältö ei muutu. Päivittäinen energiansaanti on siis yhtä suurta kuin energian kulutus. Tällöin kehon painokin pysyy useimmiten lähes muuttumattomana. Toisaalta kehon paino voi muuttua energiatasapainon pysyessä samana myös, mikäli ihmisen nestetasapaino muuttuu huomattavasti, joko suuren nestemäärän nauttimisen tai menetyksen seurauksena. Toinen tilanne, jolloin paino nousee, mutta energiatasapaino pysyy samana on mikäli rasvan määrä vähenee (esimerkiksi 1 kg vastaa 38 MJ) ja yhtä suuri energian määrä sitoutuu proteiineihin eli lihaksiin ($38 \text{ MJ} = 2,2 \text{ kg}$). (Borg ym. 2004, 18.)

Energiatasapainon muutokset ovat pääasiassa rasvatasapainon muutoksia, mutta myös hiilihydraattien ja proteiinien saannilla voidaan vaikuttaa energiatasapainoon. Elimistön rasvatasapaino onkin melko suoraan verrannollinen elimistön energiatasapainoon: mikäli energian saanti ylittää energian tarpeen pitkällä aikavälillä, ihmiseen varastoituu lisää energiaa, useimmiten juuri rasvana, ja päinvastoin. (Borg ym. 2004, 20.)

3.1 Energian saanti

Ihminen saa energiaa ravinnostaan. Saadun energian määrä ilmoitetaan yleensä kaloreissa. Yksi kalori (cal) vastaa sitä energian määrää, joka tarvitaan nostamaan yhden vesilitran lämpöä $14,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ asteesta $15,5^{\circ}\text{C}$ asteeseen. Eri ruoat sisältävät hyvinkin eri määrän energiaa. (McArdle ym. 2007.) Esimerkiksi 100 g pähkinäsuklaata sisältää 525 kCal energiaa, kun taas 100 g hapankaalia sisältää vain 18 kCal. Joule (J) on kansainvälinen standardiyksikkö ruoan energiamäärälle. Yksi kalori vastaa 4,184 Joulea. (McArdle ym. 2007, 114.)

Energia on varastoitunut ravinnon molekyyliin, joista osa energiasta voi vapautua kehon käyttöön. Rasvasta voi vapautua noin 9 kCal energiaa grammaa kohti, proteiineista ja hiilihydraateista noin 4 kCal. Alkoholista puolestaan saadaan noin 7 kCal. Rasvaa, proteiinia, hiilihydraatteja ja alkoholia kutsutaankin energiaravintoaineiksi niiden varastoiman energian vuoksi. Veteen tai mineraaleihin ei

varastoidu energiaa. (Borg ym. 2004, 18.) Proteiiniin varastoituu itse asiassa enemmän energiaa (5,65kCal), kuin siitä voi vapautua ihmiskehon käyttöön. Tämä johtuu siitä, että keho ei pysty hapettamaan proteiinin sisältämää typpeä. Typpi poistuu kehosta virtsan mukana ja samalla menetetään osa proteiinin alkuperäisestä energiasta ja vain noin 4 kCal:a saadaan käyttöön. Se, että eri energiaravintoaineisiin varastoituu eri määrä energiaa, johtuu niiden kemiallisista rakenteista. (McArdle ym. 2007, 115.)

Energia-aineista lopulta saatavaan energiaan vaikuttaa ruoansulatuksen tehokkuus. Osa nautitusta ruoasta jää imeytymättä suolistosta ja poistuu kehosta ulosteina. Ravinnon imeytymiseen vaikuttaa sen kuitupitoisuus; runsaskuituiset ruoat imeytyvät huonommin, ja näin ollen runsaskuituisesta ateriasta lopulta saatu energiamäärä jää pienemmäksi kuin niukkakuituinen saman energiamäärän sisältämä ateria. (McArdle ym. 2007, 115.)

3.2 Energiankulutus

Ihmisellä kuluu energiaa kolmeen eri tarkoitukseen: perusaineenvaihduntaan, ruoan aiheuttamaan lämmöntuottoon sekä fyysiseen aktiivisuuteen. Ihmisen ulkoisista tekijöistä ilmasto, raskaus ja maidoneritys vaikuttavat energiankulutukseen perusaineenvaihdunnan muutosten kautta. (McArdle ym. 2007, 196-203.)

3.2.1 Perusaineenvaihdunta

Usein jopa selvästi yli puolet – jopa 80% - vuorokautisesta energiansaannista kuluu välttämättömiin elintoimintoihin, kuten aivojen, munuaisten, keuhkojen ja sydämen toimintaan sekä lämpötasapainoon. Näihin toimintoihin tarvittavaa energiaa kutsutaan perusaineenvaihdunnaksi (BMR, basal metabolic rate). Perusaineenvaihdunnan suhteelliseen osuuteen päivän kokonaisenergiankulutuksesta vaikuttaa henkilön fyysinen aktiivisuus. Liikuntaa harrastamattomilla ihmisillä perusaineenvaihdunnan osuus on noin 50-70% vuorokauden energiankulutuksesta (McArdle ym. 2007, 196-203), kun taas hyvin raskasta ja kuluttavaa lajia (esim. pyöräily, hiihto, triathlon) harjoittelevilla urheilijoilla perusaineenvaihdunnan osuus voi olla vain 20–30% päivän

energiankulutuksesta, johtuen fyysisen aktiivisuuden kuluttamasta huomattavan suuresta energiamäärästä (Borg ym. 2004, 21).

Perusaineenvaihdunnan mittaamiseksi vaaditaan usean tunnin paasto ja fyysinen lepo. Haastavan tutkimusasetelman takia perusaineenvaihdunnan sijasta käytetäänkin usein lepoaineenvaihduntaa (RMR, resting metabolic rate), joka eroaa vain hieman perusaineenvaihdunnasta. (McArdle ym. 2007, 196.) Lepoaineenvaihdunta on se määrä energiaa, jonka aktiiviset solut kuluttavat ylläpitääkseen normaaleja elintoimintoja levossa. On vahvaa näyttöä, että lepoaineenvaihdunta olisi suuresti riippuvainen rasvattomasta massasta kehossa. (Stiegler & Cunliffe 2006.)

Rasvattoman massan määrän vaikutus lepoaineenvaihduntaan perustuu erityisesti lihasmassan ja kehon koon vaikutuksiin. Lihakset kuluttavat energiaa myös levossa. Poikkijuovaisten luurankolihasien energiankulutus levossa on noin 20–30% lepoaineenvaihdunnasta. (Guyton & Hall 2000, 818-820.) Suurikokoisilla, lihaksikkailla henkilöillä on siis pieniä ja hinteliä henkilöitä suurempi lepoaineenvaihdunta (Borg ym. 2004, 21). Lisäksi lepoaineenvaihduntaan vaikuttaa monet tekijät, joihin yksilö ei itse voi vaikuttaa, kuten ikä, sukupuoli, kilpirauhasen toiminta ja geneettiset tekijät (Stiegler & Cunliffe 2006). Geenien uskotaan selittävän jopa 10–40% lepoaineenvaihdunnan eroista. Tämän takia samaa sukupuolta olevilla, samanikäisillä ja saman lihasmassan omaavillakin voi olla jopa 500 kCal:n ero päivittäisessä lepoaineenvaihdunnassa. (Borg ym. 2004, 22.)

Myös muilla, lähinnä elämäntapoihin liittyvillä seikoilla voi olla huomattavaakin vaikutusta lepoaineenvaihduntaan energiankulutuksen kannalta. Lepoaineenvaihdunta saattaa vaihdella esimerkiksi naisilla kuukautiskierron eri vaiheissa. Myöskin runsas tupakointi kiihdyttää lepoaineenvaihduntaa. Lepoaineenvaihduntaan voidaan vaikuttaa myös fyysisen aktiivisuuden avulla. (Borg ym. 2004, 23.)

3.2.2 Fyysinen aktiivisuus

Fyysinen aktiivisuus voidaan määritellä ”minä tahansa kehon liikkeenä, joka suurentaa energiankulutusta lepotason yläpuolelle”. Fyysiseen aktiivisuuteen tarvitaan

luurankolihashasten tekemää työtä, joka puolestaan kuluttaa energiaa. (Borg ym. 2004, 26.) Fyysinen aktiivisuus vaikuttaa energiankulutukseen kahdella tavalla: itse aktiivisuuden kuluttaman energian kautta sekä vaikuttamalla lepoaineenvaihduntaan. Lepoaineenvaihdunta kattaa suurimman osan (50–70%) päivän energiankulutuksesta tavallisilla ihmisillä. Kehon rasvattoman massan määrällä on suuri vaikutus lepoaineenvaihdunnan suuruuteen. Rasvaton massa koostuu sekä alhaisen aineenvaihdunnan omaavista luu- ja sidekudoksesta, että metabolisesti hyvin aktiivisesta lihaskudoksesta. Lihas kuluttaa energiaa siis myös levossa. Näin ollen lisäämällä lihasmassaa fyysisen aktiivisuuden avulla, lisääntyy myös lepoaineenvaihdunta ja sitä kautta energiankulutus. (Stiegler & Cunliffe 2006.)

Fyysisen aktiivisuuden osuus koko päivän energiankulutuksesta on tavallisesti 10–30%. Kuitenkin hyvin aktiivisilla ihmisillä fyysinen aktiivisuus voi olla suurin vuorokauden energiankulutuksen tekijä perusaineenvaihdunnan sijasta. Urheilijoilla fyysinen aktiivisuus voi kattaa jopa 60–80% vuorokauden energiankulutuksesta. Hapenkulutus erilaisissa fyysisissä aktiviteeteissa voi vaihdella myös suuresti: 5 ml/kg/min:sta yli 60 ml/kg/min:n. Levossa hapenkulutus on noin 3,5 ml/kg/min. (Cerry & Burton 2001.) Fyysiseen aktiivisuuden aiheuttamaan energiankulutukseen vaikuttaa kolme komponenttia: aktiivisuuden teho, kehon paino sekä aktiivisuuden taloudellisuus. Näistä aktiivisuuden taloudellisuus on yksilöllinen ominaisuus, johon ei voi vaikuttaa. (Borg ym. 2004, 26.)

Kehon paino, etenkin rasvaton massa, vaikuttavat perusaineenvaihdunnan lisäksi myös fyysisen aktiivisuuden energiankulutukseen. Kehon painon merkitys on erityisen merkittävän silloin, kun joudutaan kannattelemaan omaa painoa, kuten juostessa tai hypittäessä. Kuitenkin myös niissä lajeissa, joissa kehon painoa ei juuri itse kannateta (pyöräily, uinti) suurempi henkilö kuluttaa enemmän energiaa suuremman aktiivisen massan takia. (Borg ym. 2004, 27.)

3.2.3 Ruoan aiheuttama lämmöntuotto

Ravinnon nauttiminen lisää yleisesti energia-aineenvaihduntaa. Energia-aineenvaihdunnan lisäys koostuu kahdesta komponentista: pakollisesta lämmöntuotosta

sekä fakultatiivisesta eli vapaasta lämmöntuotosta. Pakollinen lämmöntuotto johtuu energiasta, joka tarvitaan nautitun ruoan sulamiseen ja ravintoaineiden imeytymiseen. Fakultatiivinen lämmöntuotto puolestaan liittyy sympaattisen hermoston aktivoitumiseen, joka stimuloi aineenvaihduntaa. (McArdle ym. 2007, 200-201.) Ruoan aiheuttama lämmöntuotto on yleensä noin 10% vuorokauden kokonaisenergiankulutuksesta. (Borg ym. 2004, 25.)

Ruoan aiheuttama lämmöntuotto saavuttaa maksiminsa yleensä tunnin sisällä ruoan nauttimisesta. Ruoan aiheuttaman lämmöntuoton suuruus on 10-30% nautitun ruoan sisältämästä energiasta, riippuen nautitun ruoan laadusta. (McArdle ym. 2007, 200-201.) Rasvoilla se on pienin, 3-5% energiasisällöstä. Hiilihydraateilla lämmöntuotto on noin 5-10%. Puhdasta proteiinia nautittaessa ruoan aiheuttama lämmöntuotto kuluttaa jopa 25% sen sisältämästä energiasta. Rasvojen pieni lämmöntuotto johtuu etenkin siitä, että niiden varastoiminen triglyserideinä kuluttaa niukasti energiaa verrattuna hiilihydraatin varastoitumiseen glykokeenina tai aminohappojen varastoitumiseen proteiineina. (Borg ym. 2004, 25.) Proteiinien aikaansaama suuri terminen vaikutus johtuu lähinnä ruoansulatusjärjestelmän aktivoitumisesta. Tähän sisältyy se energia, jonka maksa kuluttaa joko syntetisoidessaan proteiineja tai deaminoidessaan aminohappoja ja muuttaessaan ne glukoosiksi tai triglyserideiksi. (McArdle ym. 2007, 201.)

4 PAINONPUDOTUS

Termodynamiikan ensimmäisen lain mukaan energia voi muuttaa muotoaan ja siirtyä paikasta toiseen, mutta se ei voi lisääntyä eikä vähentyä. Ihmisen ollessa energiatasapainossa energiansaanti on yhtäläinen energiankulutuksen kanssa ja kehon paino pysyy muuttumattomana. Kehon painoa voidaan kuitenkin myös muuttaa vaikuttamalla joko energian saantiin tai energian kulutukseen. (McArdle ym. 2007, 122.)

Kehon paino putoaa silloin, kun ravinnon mukana saatu energiamäärä on pienempi kuin päivittäinen energiankulutus. Tähän päästää joko lisäämällä energiankulutusta tai pienentämällä energian saantia. (McArdle ym. 2007, 855-856.) Näin ollen fyysinen aktiivisuus ja ruokavalio ovat tärkeimpiä tekijöitä painon pudotuksessa (Stiegler & Cunliffe 2006). Kehon painoon ja koostumukseen vaikuttaa myös perimä. Genotyypin vaikutuksen uskotaan olevan noin 25–40%. Tietyt geenit saattavat esimerkiksi lisätä herkkyyttä rasvan kerääntymiselle kehoon. Ympäristötekijöistä eli elintavoista kuitenkin riippuu, ilmeneekö geenit fenotyypissä eli ilmiössä. (O'Connor ym. 2007.) Kehon painoa voidaan pudottaa myös ilman energiavajetta, jolloin kehosta poistuu runsaasti nestettä. Tällöin painon putoaminen on hyvin nopeaa, mutta sitä ei voi jatkaa kovin pitkään ilman, että elimistö kuivuu liikaa. Nopealla painonpudottamisella tarkoitetaan alle viikon pituisia painonpudotusjaksoja, jolloin suurin osa menetetyistä painosta on kehon nesteitä. Yli viikon pituisista painonpudotusjaksoista käytetään termiä hidas tai asteittainen painonpudotus. Tällöin on aina kyseessä negatiivinen energiatasapaino eli energiavaje. Energiavaje aiheuttaa kudosten kataboliaa, joka johtaa rasvavarastojen ja myös lihasten proteiinien metabolisoitumiseen energiaksi. (Fogelholm 1994.)

4.1 Ravinnon vaikutus painonpudotukseen

Useissa tutkimuksissa on todettu ravinnosta saatavan energian rajoittamisen olevan tehokkain keino hitaassa painon pudotuksessa. Tyypillinen päivittäinen energiansaanti on tutkimuksissa ollut 18–32 kCal/kg. Ravinnon sisältämä rasvapitoisuus on ollut pieni,

kun taas proteiini ja hiilihydraattipitoisuus on ollut suurempi. Energiansaannin ja pudonneen painon välillä on negatiivinen riippuvuus. Mikäli ravinnosta saadaan alle 24 kCal/kg päivässä, on painonpudotus ollut yli 1 kg/vko. Maltillisemmalla energiansaannin rajoittamisella (25–32 kCal/kg päivässä) on paino pudonnut vähemmän, noin 0,5 kg/vko. (Fogelholm 1994.)

Vähähiilihydraattiset painonpudotusruokavaliot ovat yleistyneet viime vuosina. Nämä ruokavaliot sisältävät aiempia suosituksia (45–65% energiasta) vähemmän hiilihydraatteja. Tutkimusten perusteella on kuitenkin vielä hieman ristiriitaisia tuloksia saavutetaanko suurin painonpudotus vähähiilihydraattisella vai aiemmin suositulla vähärasvaisella ruokavaliolla. (Krieger ym. 2006.) Matalahiilihydraattinen ruokavalio tyhjentää kehon glykogeenivarastoja, joka voi etenkin urheilijoilla johtaa anaerobisen energiatuoton ja –suorituskyvyn heikentymiseen (Rogers 1991). McMurrayn ym. (1991) tutkimuksessa 2,5 g hiilihydraattia vuorokaudessa painokiloa kohden ei ollut riittävä ylläpitämään anaerobista suorituskykyä, mutta 4,1 g/kg ei puolestaan aiheuttanut muutoksia anaerobisessa suorituskyvyssä (Fogelholm 1994). Zachwiejan ym. (2001) mukaan 3 g/kg/vrk näyttäisi olevan riittävä määrä hiilihydraattia, jotta anaerobinen suorituskyky säilyisi painonpudotuksen aikana voima- ja teholaajien urheilijoilla.

Vähähiilihydraattiset ruokavaliot sisältävät tyypillisesti enemmän proteiineja kuin aikaisemmissa suosituksissa (0,8 g/kg). Proteiinin on todettu olevan tärkeä tekijä rasvattoman massan säilyttämisessä painonpudotuksen aikana. Energian saannin rajoittaminen voi heikentää elimistön typpitasapainoa ja näin ollen vähentää elimistön proteiineja sekä rasvatonta massaa. (Krieger ym. 2006.) Horswillin (1992) tutkimuksessa seerumin prealbumiinia ja retinolia sitovan proteiinin tasot sekä aminohappojen määrä laskivat painijoilla kilpailukauden aikana vähäenergisien ruokavalion seurauksena. Näin ollen on syytä olettaa, että maksan proteiinisynteesi vähenee alhaisen energian- ja proteiinisäilytyksen seurauksena. (Fogelholm 1994.) Runsasproteiinisten painonpudotusruokavalioiden (>1,05 g/kg) onkin todettu säilyttävät rasvattoman massan paremmin kuin ruokavaliot, joissa proteiinin saanti on ollut lähempänä aikaisempia suosituksia (Krieger ym. 2006). Laymanin ym. (2005) mukaan useat tutkimukset osoittavat, että ruokavaliot, joissa nautitaan alle 150g hiilihydraattia ja yli 1,4 g/kg proteiinia päivässä johtavat suurempaan painon- ja rasvanpudotukseen sekä

vähentävät rasvattoman massan menetystä. Typpitasapainoon perustuen Walberg (1989) uskoo, että ravinnosta pitäisi saada jopa 1,6 g/kg proteiinia elimistön proteiinitasapainon ylläpitämiseen.

Verrattuna runsaammin hiilihydraatteja sisältävään ruokavalioon vähähiilihydraattiset ruokavaliot (<35–41,4 % energiasta) lisäävät sekä kehon kokonaismassan että kehon rasvamassan menetystä painonpudotuksen aikana, vaikka ruokavalioista saatava kokonaisenergiämäärä olisi sama (Krieger ym. 2006). Feinmanin ja Finen (2003) tutkimuksen mukaan vähähiilihydraattiset ruokavaliot lisäävät maksan glukoneogeneesiä, jossa proteiineista ja aminohapoista valmistetaan glukoosia. Koska glukoneogeneesi kuluttaa runsaasti energiaa, olisi tämä omiaan lisäämään energiavajetta tietyllä energiansaannilla. Tämä teoria osaltaan tukee vähähiilihydraattisten ruokavalioiden suosimista painonpudotuksessa. (Krieger ym. 2006.) Runsasproteiinisten ruokavalioiden on myös todettu lisäävän kylläisyyden tunnetta ja näin vähentävän ruoan nauttimista ja edistävän sekä painon putoamista että painonpudotuksen pysyvyyttä (McArdle ym. 2007, 864).

Hyvin vähähiilihydraattiset painonpudotusruokavaliot sisältävät tyypillisesti vain 79–97g hiilihydraattia vuorokaudessa. Alle 100 g/vrk hiilihydraatteja sisältävä ruokavalio johtaa yleensä elimistön ketoositilaan. (Krieger ym. 2006.) Ketoosi on aineenvaihdunnan tila, jossa muun muassa rasvahapoista muodostettujen ketoaineiden pitoisuus veressä on koholla (McArdle ym. 2007). Vähähiilihydraattisilla ruokavaliolla havaittu suurempi rasvamassan menetys verrattuna vähärasvaisiin ruokavalioihin saattaa johtua myös muutoksista veren insuliinipitoisuuksissa. Vähäisempi insuliinimäärä nimittäin lisää vapaiden rasvahappojen mobilisaatiota rasvakudoksesta. (Krieger ym. 2006.)

Volek ym. (2002) tutkimuksessa normaalipainosten miesten sekä kehon paino että rasvamassa pienenevät merkittävästi vähähiilihydraattisella ruokavaliolla, huolimatta siitä, että tutkimuksen tarkoituksena oli säilyttää alkuperäinen kehon paino. Tähän pyrittiin takaamalla riittävä energiansaanti. Erityisen huomattavaa oli, että menetetyistä painosta kaikki oli rasvakudosta ja rasvattoman kudoksen määrä jopa kasvoi tutkimuksen aikana. Koehenkilöt eivät muuttaneet aiempia liikuntatottumuksia

tutkimuksen aikana. Rasvamassan merkittävästä vähenemisestä voidaan päätellä, että rasvakudoksen mobilisaatio lisääntyy vähähiilihydraattisella ruokavaliolla. Tutkimuksen perusteella tähän vaikuttaa insuliinin merkittävä väheneminen vähähiilihydraattisen ruokavaliion aikana. Rasvattoman massan yllättävä lisääntyminen saattaa johtua sekä β -hydroksibutyraatin (ketoni) lisääntymisestä, jonka on todettu vähentävän proteolyysiä eli proteiinien hajoamista, että joidenkin anabolisten hormonien vaikutuksesta. (Volek ym. 2002.) Yangin & Van Itallienin (1976) tutkimuksessa vähähiilihydraattisten painonpudotusruokavalioiden seurauksena myös rasvaton massa on vähentynyt enemmän kuin vähärasvaisella ruokavaliolla. Tämä saattaa johtua runsaasta nesteen menetyksestä ketoositilan seurauksena. Rasvattoman massan menetys saattaa johtua myös alhaisemmista insuliinipitoisuuksista, koska insuliini inhiboi proteolyysiä. (Krieger ym. 2006.)

4.2 Fyysisen aktiivisuuden vaikutus painonpudotukseen

Ruokavaliota pidetään merkittävimpana vaikuttajana painonpudotukseen, mutta myös lisäämällä energiankulutusta fyysisen aktiivisuuden kautta voidaan vaikuttaa painon putoamiseen. Lisäksi lisääntyneellä fyysisellä aktiivisuudella on todettu huomattava merkitys saavutetun painon säilyttämisessä painon pudotuksen jälkeen. (McArdle ym. 2007, 866.)

Negatiivinen energiatasapaino saavutetaan lisäämällä energiankulutusta, joko lisäämällä varsinaista kuntoliikuntaa tai lisäämällä fyysistä aktiivisuutta päivittäisessä elämässä eli lisäämällä niin sanottua hyötyliikuntaa. Fyysinen aktiivisuus vaikuttaa edullisesti painon pudotuksen lisäksi fyysisen kunnon kehitykseen sekä kehonkoostumukseen ja rasvan jakautumiseen. Säännöllinen liikunta muuttaa kehonkoostumusta suotuisaan suuntaan vähentämällä rasvamassaa ja lisäämällä hieman rasvatonta massaa. (McArdle ym. 2007, 866-873.) Esimerkiksi Laymanin ym. (2005) mukaan fyysinen harjoittelu näyttäisi kohdentavan painonpudotuksen enemmän rasvan vähenemiseen säilyttäen samalla rasvatonta massaa. Lisäksi fyysinen aktiivisuus vähentää ikääntymisen yhteydessä lisääntyvää rasvan kerääntymistä keskivartaloon. Vaikka kehon paino ei siis putoaisikaan liikunnan avulla, se vähentää ihonalaista ja sisäelimiä ympäröivää rasvaa. Fyysisen aktiivisuuden merkitys painon pudotuksessa riippuu henkilön alkuperäisestä

rasvamassasta. Yleisesti ottaen ylipainoiset ihmiset menettävät fyysisen aktiivisuuden avulla sekä painoaan että rasvakudostaan normaalipainoisia helpommin (McArdle ym. 2007, 855-859.)

Painonpudotukseen vaikuttavan fyysisen aktiivisuuden riittävästä määrästä ei ole selkeää käsitystä. Usein fyysisen aktiivisuuden aiheuttaman energiavajeen aikaansaaman painonpudotus on teoreettisen laskelman mukaista vaikutusta pienempi. Tähän voi vaikuttaa muun muassa lisääntynyttä fyysistä aktiivisuutta kompensoiva ruuan nauttimisen lisääntyminen ja/tai spontaanin fyysisen aktiivisuuden vähentyminen. Lisäksi ali- tai ylipainotointi ruoka- ja harjoituspäiväkirjoissa on voinut sotkea useiden tutkimusten tuloksia. (Stiegler & Cunliffe 2006.) Jakicicin ja Otton mukaan (2005) 60 minuuttia liikuntaa yhdellä kerralla maksimoi liikunnan painonpudotusvaikutuksen. Heidän mukaansa aerobinen harjoittelu on tehokkaampaa kuin saliharjoittelu.

Fyysisen aktiivisuuden lisääntymisen on myös ajateltu lisäävän ruokahalua ja näin ollen vaikuttavan haitallisesti painon pudotukseen. Ihmiset eivät luontaisesti pyri energiatasapainoon ja näin ollen lisääntyneen fyysisen aktiivisuuden aiheuttama energiankulutus saatetaan jopa ylikompensoida syömällä aiempaa enemmän. Tutkimuksissa tästä on saatu ristiriitaista näyttöä. (O'Connor ym. 2007.) Ristiriitaisia tutkimustuloksia on myös liikunnan jälkeisestä lisääntyneestä energiankulutuksesta. Todennäköistä kuitenkin on, että kevyen tai keskitasoisen fyysisen aktiivisuuden jälkeen mahdollisesti kohonneen energiankulutuksen vaikutus painonpudotukseen on hyvin pieni. (McArdle ym. 2007, 868.)

4.3 Ravinnon ja fyysisen aktiivisuuden yhdistetty vaikutus painonpudotukseen

Negatiivinen energiatasapaino on painonpudotuksen tärkein tavoite. Tämä saavutetaan parhaiten yhdistämällä energiansaannin rajoittaminen ruokavalion avulla lisääntyneeseen fyysiseen aktiivisuuteen. Useat tutkimukset tukevat näiden menetelmien yhdistelmää. (Stiegler & Cunliffe 2006.)

Pelkällä matalaenergisellä ruokavaliolla saattaa olla painonpudotuksen kannalta haitallinen lepoaineenvaihduntaa laskeva vaikutus, mutta yhdistettynä fyysiseen aktiivisuuteen lepoaineenvaihdunnan laskua saadaan lievennettyä (Stiegler & Cunliffe 2006). Laymanin ym. (2005) tutkimuksessa aerobisella harjoittelulla ja korkeaproteiinisella ruokavaliolla todettiin yhteys rasvattoman kudoksen säilymiseen painonpudotuksessa. Aerobisen harjoittelun lisäksi myös voimaharjoittelulla on suotuista vaikutus painonpudotukseen yhdistettynä matalaenergiseseen ruokavalioon. Walbergin (1989) mukaan voimaharjoittelun on todettu säilyttävän rasvatonta massaa ja lepoaineenvaihduntaa paremmin kuin aerobinen harjoittelu painonpudotusruokavalioon yhdistettynä. Voimaharjoittelu näyttääkin lupaavalta keinolta säilyttää tai jopa lisätä lihasmassaa painonpudotuksen aikana (Stiegler & Cunliffe 2006). Evansin (2001) tutkimuksen mukaan tällöin olisi kuitenkin kiinnitettävä erityistä huomiota runsaaseen proteiinin saantiin.

Useiden tutkimusten mukaan matalaenerginen ruokavalio yhdistettynä sekä aerobiseen että voimaharjoitteluun olisi tehokkain tapa vähentää kehon painoa ja rasvaprosenttia. Kuitenkin tutkimuksissa on saatu myös ristiriitaista näyttöä; joissakin tutkimuksissa kehon paino ja koostumuksen muutokset ovat olleet odotettuja pienempiä tai muutoksia ei ole saatu aikaiseksi lainkaan. Tämä on saattanut johtua muun muassa fyysisen harjoittelun liian vähäisestä määrästä tai koehenkilöiden vähentyneestä arkiliikunnasta. On myös mahdollista, että koehenkilöt ovat aliraportoineet syömisensä. (Stiegler & Cunliffe 2006.) Fyysinen aktiivisuus ja matalaenerginen ruokavalio yhdistämällä negatiivinen energiatasapaino voidaan saavuttaa myös huomattavasti joustavammin. Fyysisen aktiivisuuden lisäämisen painonpudotusruokavalioon on todettu myös lisäävän painonpudotuksen ja rasvamassan menetyksen pysyvyyttä. (McArdle ym. 2007, 871-873.)

5 PAINONPUDOTUS URHEILIJOILLA

Urheilijat pudottavat painoaan useista eri syistä: pystyäkseen kilpailemaan alemmassa painoluokassa, parantaakseen esteettistä ulkonäköään tai kehittääkseen fyysistä suoritustaan. Urheilijoiden painonpudotuksessa tyypillistä on, että he eivät ole ylipainoisia aloittaessaan painonpudotuksensa. Tämän takia painonpudotuksen seurauksetkin ovat urheilijoilla erilaiset ylipainoisiin laihduttajiin verrattuna. (Fogelholm 1994.) Myös psykologisilla tekijöillä voi olla vaikutusta urheilijoiden suoritukseen painonpudotuksen aikana ja sen jälkeen. Painonpudotus saattaa aiheuttaa mielialan vaihtelua, uupumusta sekä turhautumista, jotka vaikuttavat suoritukseen. (Fogelholm 1994.)

5.1 Nopea ja hidas painonpudotus

Urheilijat voivat pudottaa painoaan joko nopeasti tai hitaasti. Nopealla painonpudotuksella tarkoitetaan useimmiten alle viikon mittaisia painonpudotusjaksoja. Hidas painonpudotus tarkoittaa tätä pidempiä jaksoja. Hidas painonpudotus saavutetaan negatiivisen energiavajeen avulla. Nopeassa painonpudotuksessa on kyse lähinnä nesteen menetyksestä. (Fogelholm 1994.)

Useimmat painoluokkalajien urheilijat kilpailevat 5–10% luontaista painoaan alemmassa painoluokassa (Fogelholm ym. 1993). Tällaisia lajeja ovat muun muassa paini, judo, karate, painonnosto tai soudun kevyet luokat. Painoluokkaurheilijat käyttävät useimmiten nopeaa painonpudotusta tavoitepainonsa saavuttamiseksi. Yleisesti käytettyjä keinoja ovat ravinnon ja erityisesti nesteen saannin rajoittaminen sekä hikoilun lisääminen muun muassa urheilemalla tai saunomalla kumiasujen kanssa. Nopealla painonpudotuksella urheilijan paino saattaa pudota 2–5% vain muutamassa tunnissa. Painoluokkalajien kilpailuissa punnitus on tavallisesti 2–20 tuntia ennen kilpailua lajista ja ikäluokasta riippuen. Tauko punnituksen ja kilpailun välillä antaa urheilijoille siis myös mahdollisuuden rehydraatioon punnituksen jälkeen. Esteettisten

lajien urheilijat pienentävät painoaan ja rasvamassansa saadakseen mahdollista etua suorituksen arvostelussa. Esimerkkejä tällaisista lajeista on muun muassa voimistelu, uimahypyt ja kehonrakennus. Pienentyneellä kehon painolla ja rasvaprosentilla uskotaan useissa lajeissa olevan hyötyä myös itse urheilusuorituksessa (Fogelholm 1994). Suuri kehon koko ja rasvamassa vaikuttavat haitallisesti suorituksiin, joissa kehoa tarvitsee siirtää joko vertikaalisesti (esimerkiksi hyppylajit) tai horisontaalisesti (esimerkiksi juoksu) tai pyörittää akselinsa ympäri (esimerkiksi uimahypyt) (Houtkooper & Scott 1994).

Sekä esteettisistä syistä tai suorituksen parantumisen vuoksi painoaan pudottavat urheilijat käyttävät yleensä hitaan painonpudotuksen menetelmää. Urheilijoiden hidasta painonpudotusta selvittäneissä suorituksissa energiansaannin rajoittamisen on todettu olevan tehokkain menetelmä painonpudotuksessa. Urheilijoilla fyysisen aktiivisuuden lisääminen ei ole tyypillinen keino painonpudotuksessa kahdesta syystä; ensinnäkin urheilijoilla lisääntynyt energiankulutus kompensoituu useimmiten energiansaannin lisäyksellä, toiseksi huomattavat muutokset harjoittelussa saattavat olla haitallisia urheilijoiden suorituksille. (Fogelholm 1994.)

5.2 Painonpudotuksen vaikutus aerobiseen suorituskykyyn

Aerobinen kestävyyskapasiteetti heikkenee nopean painonpudotuksen jälkeen, mutta saattaa puolestaan jopa parantua hitaan painon pudotuksen seurauksena. Maksimaalisen hapenoton on tutkimuksissa todettu jopa heikkenevän tai pysyvän muuttumattomana nopean painonpudotuksen jälkeen. Tähän vaikuttaa mitä luultavimmin painonpudotuksen nopeus sekä suuruus. Nopeaan painonpudotukseen liittyy aina huomattava nesteen menetys. Hypohydraatio-tilassa sydämen isku- ja minuuttitilavuus pienenevät sekä vähentynyt plasman määrä rajoittaa hapenkuljetusta työskenteleville lihaksille. (Fogelholm 1994.) Lisäksi lihasten glykogeenivarastojen tyhjeneminen ja endokriiniset toiminnot saattavat laukaista fysiologisen ja psykologisen stressitilan, joka heikentää aerobista suoritusta (Degouette ym. 2006).

Hitaan painonpudotuksen vaikutukset aerobiseen suorituskykyyn ovat tutkimustuloksissa vaihtelevia. Absoluuttisen maksimaalisen hapenottokyvyn (L/min)

on todettu joko heikentyvän tai pysyvän muuttumattomana, mutta painokiloa kohden ilmaistuna (ml/kg/min) maksimaalinen hapenotto on parantunut. Tästäkin saatu tutkimusnäyttö on kuitenkin ristiriitaista. (Fogelholm 1994.)

5.3 Painonpudotuksen vaikutus anaerobiseen suorituskyykyyn ja voimaan

Sekä anaerobinen maitohapollinen suorituskyyky että maksimivoima tyypillisesti laskevat nopean painonpudotuksen jälkeen, mikäli punnituksen jälkeinen rehydraatio-aika ei ole riittävä. Sen sijaan 5–24 tunnin rehydraation jälkeen suorituskyykyyn ja lihasvoiman pitäisi olla ennallaan. Plasman tilavuuden, lihasten glykogeenisynteetin sekä veren puskurointikyvyn heikkeneminen selittävät huonontunutta anaerobista suorituskyykyä nopean painonpudotuksen jälkeen. Hyvin lyhyeen anaerobiseen suoritukseen (nopeuteen) dehydraatio tuskin vaikuttaa. (Fogelholm 1994.) Muutamissa tutkimuksissa havaittu maksimivoiman heikentyminen nopean painonpudotuksen takia on vaikea selittää. Verenkierron heikkenemisellä ei pitäisi olla vaikutusta maksimivoimaan, sillä lihaksella on kaikki ravinteet valmiina mitä se tarvitsee lyhyeen maksimaaliseen suoritukseen, eikä se ole riippuvainen tehokkaasta ravinteiden vaihdosta. (Fogelholm 1994.) Fogelholmin (1994) mukaan Houston (1981) ei löytänyt tutkimuksessaan muutoksia lihasten ATP- ja KP-tasoissa, joten välittömien energianlähteiden hupeneminen ei selitä voiman heikkenemistä. Hikoilun kautta menetetään kuitenkin elektrolyyttejä, joka on voinut vaikuttaa lihaksen toimintaan (Fogelholm 1994).

Hidas painonpudotus ei vaikuta merkittävästi anaerobiseen suorituskyykyyn, mikäli hiilihydraatin saanti on runsasta (4.1 g/kg tai enemmän). Anaerobista suorituskyykyä mittaavan Wingate-testin tulos parani kehon painokiloa kohden ilmaistuna hitaan painonpudotuksen jälkeen. (Fogelholm ym. 1993.) Lihasvoima, erityisesti ilmaistuna kehon painokiloa kohti, voi jopa parantua. (Fogelholm 1994.) Hitaan painonpudotuksen aikana energiavajeen aiheuttamat harjoittelun jälkeinen hidas glykogeenisynteesi, lihasten proteiinien menetys sekä endokriinisten tekijöiden aiheuttaman stressitekijät voivat kuitenkin vaikuttaa suoritukseen myös haitallisesti. Isometrisen lihaskestävyyden

on todettu heikentyneen hitaan painonpudotuksen jälkeen, kun taas isotoninen kestävyys on pysynyt muuttumattomana. (Fogelholm 1994.)

Myös vertikaalihypyn on osoitettu parantuvan painonpudotuksen johdosta, mikä viittaa painonpudotuksen vaikuttavan hyppylajien urheilijoiden suorituskykyyn: Viitasalon ym. (1987) tutkimuksessa havaittiin nopean painonpudotuksen (3,4–5,8% kehon painosta) parantavan vertikaalihypyn nousukorkeutta, ja Fogelholmin (1993) tutkimuksissa kolmen viikon painonpudotusjakso näytti parantavan vertikaalihypyn lisäksi kehon painoon suhteutettua lihasvoimaa.

6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS, ONGELMAT JA HYPOTEESEIT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää painonpudotuksen vaikutus miesyleisurheilijoiden kehonkoostumukseen kahdessa eri ryhmässä hallikilpailukauteen valmistauduttaessa. Kontrolliryhmän (n=7) tuli valmistautua tulevaan hallikilpailukauteen tavanomaisella energiavajeella (n. 250 kcal/päivä), jonka seurauksena paino putoaa hieman (1-2kg). Painonpudotusryhmän (n=8) tarkoituksena puolestaan oli valmistautua hallikilpailukauteen pudottamalla painoan runsaamman energiavajeen (750 kcal/päivä) avulla. Tällä tavoiteltiin 2-4 kg:n painonpudotusta. Painonpudotus toteutettiin korkeaproteiinipitoisella ruokavaliolla, jossa hiilihydraattien ja rasvojen saantia rajoitettiin. Painonpudotusjakso kesti neljä viikkoa. Tutkimus oli osa laajempaa tutkimuskokonaisuutta, missä tutkittiin painonpudotuksen vaikutusta kehonkoostumuksen lisäksi miesyleisurheilijoiden suorituskykyyn, hormoneihin ja elektrolyytteihin.

Tutkimusongelmat ja –hypoteesit

Ongelma 1: Putoaako urheilijoiden paino suunnitellusti kontrolliryhmässä 1-2 kg ja painonpudotusryhmässä 2-4 kg?

Hypoteesi 1: Painon pudotus saattaa olla myös suunniteltua pienempi. Tarkkaan suunniteltu ruokavalio ja painonpudotuksen viikoittainen seuranta kuitenkin auttaa painon putoamisessa suunnitellusti.

Perustelu 1: Kehon paino putoaa silloin, kun ravinnon mukana saatu energiamäärä on pienempi kuin päivittäinen energiankulutus (McArdle ym. 2007, 855-856.) Energiavaje aiheuttaa katabolisen tilan, jossa keho irrottaa vajeen verran energiaa kehon kudoksista. Rasvakudoksen lisäksi energiaa voidaan irrottaa myös lihaskudoksesta (Forbes 2000). Hall (2007) viittaa useisiin

tutkimuksiin todetessaan keholla olevan kyky adaptoitua energiavajeeseen, joka johtaa progressiivisesti pienempään painonpudotukseen energiavajeen pysyessä muuttumattomana. Näistä seikoista johtuen painonpudotuksen suuruus ei ole suoraan verrannollinen energiavajeen suuruuteen.

Ongelma 2: Auttaako suunniteltu korkeaproteiinipitoinen painonpudotusruokavalio rasvattoman massan ylläpitämisessä runsaassa energiavajeessa (750 kcal/päivä)?

Hypoteesi 2: Suunniteltu korkeaproteiinipitoinen painonpudotusruokavalio auttaa rasvattoman massan ylläpitämisessä runsaassa energiavajeessa

Perustelu: Laymanin ym. (2005) mukaan useat tutkimukset osoittavat, että ruokavaliot, joissa nautitaan yli 1,4 g/painokilo proteiinia päivässä johtavat kasvaneeseen painon- ja rasvapudotukseen sekä vähentyneeseen rasvattoman massan putoamiseen.

Ongelma 3: Onko rasvattoman kudoksen osuus pudonneesta painosta suurempi painonpudotusryhmässä verrattuna kontrolliryhmään?

Hypoteesi 3: Rasvattoman kudoksen osuus pudonneesta painosta on isompi suuressa energiavajeessa verrattuna kontrolliryhmän maltillisempaan painonpudotukseen.

Perustelu 3: Energiavajeen ollessa yli 500 kcal/päivä rasvatonta kudosta menetetään suhteessa enemmän kuin energiavajeen ollessa alle 500 kcal/päivä (Fogelholm 1994)

7 Menetelmät

7.1 Koehenkilöt

Koehenkilöiksi valittiin 20–34 -vuotiaita miesyleisurheilijoita (n=15) Jyväskylän alueelta. Koehenkilöiden lajeina olivat yleisurheilun hyppylajit (pituus-, seiväs- ja korkeushyppy) sekä pikajuoksu. Heidän tuli olla kansallisen tason yleisurheilijoita. Koehenkilöt suostuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti ja heille tiedotettiin tutkimuksen mahdollisista hyödyistä ja haitoista. Tutkimukselle saatiin Jyväskylän yliopiston Eettisen toimikunnan hyväksyntä. Koehenkilöiden tarkempi kuvaus on esitetty taulukossa 1.

7.2 Koeasetelma

Koehenkilöt saivat itse valita halusivatko he painonpudotusryhmään vai kontrolliryhmään. Painonpudotusryhmä (Pudotus) ohjeistettiin korkeaproteiinipitoiseen (yli 1,6 g/kg/päivä) sekä matalahiilihydraattiseen ja matalarasvapitoiseen ruokavalioon neljän viikon ajan. Näin pyrittiin saamaan aikaan 750 kcal/päivä energiavaje ja 2-4 kg:n painonpudotus. Kontrolliryhmä (Kontrolli) ohjeistettiin puolestaan valmistautumaan hallikauteen normaalisti kohtuullisella energiavajeella (200-300 kcal/päivä) neljän viikon ajan. Tällä tavoiteltiin noin 1-2 kg:n painonpudotusta. Kontrolliryhmäkin ohjeistettiin kuitenkin syömään runsaasti proteiinia (yli 1,6 g/kg/päivä) sekä rajoittamaan erityisesti rasvan käyttöä, mutta myös hiilihydraattien käyttöä, jotta tavoiteltu energiavaje saataisiin syntymään.

Neljän viikon tutkimusjaksolla koehenkilöt harjoittelivat oman harjoitusohjelmansa mukaisesti. Jokaiselle koehenkilölle annettiin yksilöllistä ruokavalio-ohjausta tutkimuksen aikana henkilökohtaisesti ennen painonpudotusjakson alkua. Seuranta jakson aikana toteutettiin sähköpostitse tai puhelimitse. Ohjauksessa koehenkilöitä

opastettiin ruokavalion koostamiseen painonpudotusjakson aikana niin, että kyseisen ryhmän tavoite täyttyisi. Ruokavalio-ohjeistuksesta tarkemmin alempana kohdassa ”Ruokavalio-ohjeistus”.

Tutkimus painonpudotuksen vaikutuksesta miesyleisurheilijoiden kehonkoostumukseen oli osa laajempaa tutkimuskokonaisuutta. Tässä tutkimuskokonaisuudessa tutkittiin kehonkoostumuksen lisäksi myös painonpudotuksen vaikutusta näiden koehenkilöiden suorituskykyyn, hormoneihin ja elektrolyytteihin. Näin ollen tässä tutkielmassa esiteltyjen menetelmien lisäksi koehenkilöiltä selvitettiin perusverenkuva verikokeiden avulla ennen ja jälkeen painonpudotusjakson. Koehenkilöt osallistuivat myös fyysisiin testeihin, joissa suoritettiin voima- ja nopeusmittauksia.

TAULUKKO 1. Koehenkilöiden kuvaus

Ryhmä	Ikä (v)	Pituus (cm)	Paino (kg)	BMI	n (kpl)	E-tarve (kcal)
Kontrolli	28,7±4,4	185±8,0	73,5±6,4	21,5±1,8	7	2693±233
Pudotus	24,3±3,2	185,4±7,7	79,4±5,8	23,1±1,8	8	2889±163

RUOKAVALIO-OHJEISTUS. Koehenkilöiden energiantarve arvioitiin laskemalla lepoaineenvaihdunta Owenin kaavalla ja seuraamalla heidän fyysistä aktiivisuuttaan. Owenin kaava miehille: lepoaineenvaihdunta = $879 + 10,2 * \text{kehon paino}$ (Owen et al. 1987). Koehenkilöt täyttivät ennen mittausjaksoa ruoka- ja harjoituspäiväkirjaa neljän vuorokauden ajalta. Ruoka- ja harjoituspäiväkirjaan kirjattiin fyysinen aktiivisuus, syödyt ruoat, ja juomat sekä aamulla mitattu kehonpaino. Nämä ruokapäiväkirjat analysoitiin Nutrica 3.1-ohjelmalla. Analyysien avulla jokaisella koehenkilöllä arvioitiin oma energiantarve (ks. taulukko 1). Arvioidun energiantarpeen perusteella koehenkilöille luotiin ruokavalio-ohjeet. Jokainen koehenkilö sai ennen mittausjaksoa ja sen aikana henkilökohtaista ruokavalio-ohjausta, jossa annettiin ohjeita painonpudotukseen. He saivat kirjallisen ohjeen yleisestä syömisestä mittausjakson aikana (ks. liite 1) sekä yksilöllisesti lasketun esimerkkiruokavalion (ks. liite 2)

Pudotusryhmän koehenkilöitä ohjeistettiin nauttimaan proteiinia vähintään 1,6 g/kg/päivä. Optimimääräksi kerrottiin 1,8-2 g/kg/päivä. Rasvan ja hiilihydraattien saanti

säädettiin vastaamaan haluttua energiavajetta ottaen huomioon arvioitu yksilöllinen energiantarve. Vitamiinien ja kivennäisaineiden saanti neuvottiin pitämään valtion ravitsemusneuvottelukunnan suositusten (2005) mukaisina. Kontrolliryhmän ruokavalio-ohjeistus oli muuten hyvin samankaltainen painonpudotusryhmän kanssa, mutta ruoasta saatu energiamäärä ohjeistettiin pitämään suurempana. Tämä tarkoitti erityisesti hiilihydraattien runsaampaa nauttimista.

Koehenkilöitä ohjeistettiin pitämään ruokavalio mahdollisimman samankaltaisena annettujen esimerkkiruokavalioiden kanssa. Heidä neuvottiin syömään 5-6 ateriaa päivässä niin, että jokaisella aterialla saataisiin vähintään 10 g proteiinia. Ruokavalio-ohjeistukseen kuului myös runsas kasvisten syönti sekä veden juonti. Muihin suositeltuihin ruoka-aineisiin kuului muun muassa täysjyvätuotteet, rasvaton maitorahka, tonnikala, mehukeitot sekä hyvänlaatuiset levitteet. Rajoituksetta koehenkilöt saivat syödä lehtisalaattia, jäävuorisalaattia, kurkkua, tomaattia, kiinankaalia, paprikaa sekä kukka- ja parsakaalia. Koehenkilöitä pyydettiin rajoittamaan muun muassa lisätyn sokerin, voin, majoneesin, rasvaisten maitotuotteiden, vaalean leivän sekä alkoholin käyttöä. Koehenkilöitä neuvottiin rajoittamaan herkkujen syönti yhteen päivään, jolloin sai syödä esimerkiksi kohtuullisesti (1-2 dl) jäätelöä tai pienen karkkipussin. Koehenkilöille annettiin ohjeita myös vitamiini- ja kivennäisainelista. Erityisesti suositeltiin kala-öljykapselin ja monivitamiinivalmisteen käyttöä.

Ruokavalioiden toteuttaminen oli koehenkilöiden omalla vastuulla. Heidän tuli kuitenkin raportoida kaksi kertaa viikossa aamupainonsa sekä ruoka- ja harjoittelupäiväkirjansa. Näiden analysoinnin perusteella tavoitellun painonpudotuksen toteutumista seurattiin ja energiavajetta joko lisättiin tai vähennettiin tavoitteeseen pääsemiseksi.

7.3 Aineiston keräys ja analysointi

VIKKOKONTROLLI. Koehenkilöt täyttivät neljän viikon painonpudotusjakson aikana joka viikolta kaksi päivää ruoka- ja harjoituspäiväkirjaa, johon kirjattiin myös kehon aamupaino, jonka koehenkilöt mittasivat kukin omalla vaa'allaan. Nämä tiedot raportoitiin viikoittain sähköpostin välityksellä tutkimushenkilöstölle. Raporttien perusteella koehenkilöt saivat palautetta ruokavalion noudattamisestaan. Heille annettiin mahdollisia lisäohjeita, mikäli tavoiteltua painonpudotusta ei ollut saavutettu tai ruokavaliossa oli muuta korjattavaa.

ALKU- JA LOPPUMITTAUKSET. Alkumittauksissa ennen painonpudotusjaksoa koehenkilöiltä mitattiin kehonkoostumus kaksi-energisellä röntgen-absorptiometrialla (DXA) Suomen Terveystalossa Jyväskylässä (Lunar Prodigy Densitometer, GE Lunar Corporation, Madison, WI, USA). Koehenkilöiden pituus mitattiin mittanauhalla alkumittausten yhteydessä. Loppumittaukset suoritettiin neljän viikon painonpudotusjakson jälkeen samoilla välineillä

DXA. DXA (Dual Energy Absorptiometry) on kehonkoostumuksen mittaamenetelmä, jonka avulla saadaan selville muun muassa luun mineraalipitoisuus (Genton et al. 2002), rasvakudos (Van Loan 1998) sekä muut pehmytkudokset. DXA:a pidetään standardimenetelmänä sekä osteoporoosin diagnosoinnissa (Kanis & Glüer 2000) että rasvamassan määrittämisessä (Van Loan 1998).

DXA-laitteet koostuvat röntgensädeputkesta, tutkimuspöydästä, detektorista sekä tietokoneesta. Laitteiden skannausaika on lyhyt (5-10 min) ja tutkimuksen säteilyannos on hyvin pieni (2-5 μSv). Päivittäisen taustasäteilyn voimakkuuskin on suurempi (5-7 μSv). (Genton et al. 2002.) Kuvauksessa henkilö makaa selällään tutkimuspöydällä, jolloin röntgensädeputki kulkee hitaasti pöydän yli pitkästä suunnasta. Samalla putki kohdistaa kehoon ionisoivaa röntgensäteilyä, jonka fotonit läpäisevät kudokset. Kulkiessaan kudoksessa fotonit kuitenkin menettävät voimakkuuttaan johtuen fotonien absorptiosta ja hajoamisesta. Tätä kutsutaan vaimenemiseksi. (Pietrobelli et al. 1996.)

Laite jakaa kehon pikselisarjoihin, joissa jokaisessa röntgenfotonin vaimentuminen mitataan kahdella eri energiatasolla (Plank 2005).

DXA-metodi olettaa, että ihmiskehon koostuu kolmesta komponentista: rasvasta, luun mineraaleista sekä rasvattomasta pehmytkudoksesta. Nämä komponentit voidaan erotella fotonien vaimenemisen perusteella. (Plank 2005.) Kun kahden eri energiataason fotonit läpäisevät kudoksen, matalamman energiataason fotonin vaimeneminen voidaan ilmaista suhteena korkeamman energiataason fotonin vaimenemiseen. Tätä suhdetta käytetään hyväksi kehon eri komponenttien erottelussa. (Pietrobelli et al. 1996.)

Vaikka DXA:a pidetään erinomaisena menetelmänä kehonkoostumuksen analysoinnissa, on siltäkin rajoituksia. Erityistä huomiota on kiinnitettävä laitekohtaisiin eroihin (sekä valmistajien välillä että saman valmistajan eri laitteissa). Kaikkien DXA-laitteiden toiminta perustuu aiemmin mainittuun fotonien vaimenemiseen, mutta siitäkin huolimatta eroja esiintyy muun muassa kahden erienergisien röntgensäteiden muodostamisessa, röntgensäteiden detektiossa, kuvausgeometriassa ja kalibraatiometodeissa sekä tietokoneiden algoritmeissa. (Genton et al. 2002.) Nämä kaikki hankaloittavat mittausten reliabiliteettia sekä toistettavuutta eri DXA-laitteiden välillä (Tothill et al. 2001).

DXA-laitteita on validoitu lähinnä suhteessa neutroniaktivointianalyysiin (luun mineraalipitoisuus) (Pietrobelli et al. 1996), monikomponenttimalliin (rasvamassa) sekä tietokonetomografiaan että magneettikuvaukseen (lihassmassa sekä vatsan rasvakerros) (Plank 2005). Mikään referenssimenetelmä ei kuitenkaan mittaa kehonkoostumusta suoraan. Kehonkoostumuksen suora määrittäminen elävillä ihmisillä on mahdotonta, joten ihmiskehon kemialliset analyysit ovat harvinaisia. Näin ollen myös DXA:lla suoritettujen kehonkoostumusten mittausten tarkkuus on kyseenalainen. DXA:n toistettavuus luun mineraalipitoisuuden ja -tiheyden mittaamisessa on hyvä (Mazess et al. 1990). Lisäksi sen tarkkuus luun mineraalipitoisuuden ja -tiheyden mittaamisessa sekä luun lujuuden arvioimisessa on todettu erittäin hyväksi (Bolotin 2007). Rasvamassan osalta DXA:n on todettu aliarvioivan rasvaprosenttia verrattuna monikomponenttimalliin (van der Ploeg et al. 2003). Toisessa tutkimuksessa DXA on puolestaan yliarvioinut erityisesti ylipainoisten henkilöiden rasvamassan (Gately et al. 2003). DXA:n toistettavuus (precision error) on vanhemmissa tutkimuksissa todettu

heikoksi rasvamassan osalta (Mazess et al. 1990), mutta uudemmassa tutkimuksessa toistettavuus on ollut hyvä (variaatiokerroin 0,7%) (Aasen et al. 2006). Samassa tutkimuksessa myös rasvattoman massan mittauksen toistettavuus on ollut hyvä.

7.4 Tilastolliset analyysit

Tilastolliset analyysit suoritettiin Excel 2008 ja SPSS 13.0 –ohjelmilla. Excelin avulla laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat sekä suoritettiin kaksisuuntainen t-testi. T-testeissä tutkittiin muuttujien merkitsevyyksiä kontrolli- ja pudotusryhmän välillä sekä verrattuna alkutilanteeseen ryhmien sisällä. SPSS-ohjelman avulla laskettiin Pearsonin korrelaatiokertoimet.

8 TULOKSET

8.1 Ravintoaineiden saanti

Ravintoaineiden saannin keskiarvotulokset on laskettu neljän viikon painonpudotusjakson ajalta ja jokaiselta koehenkilöltä on analysoitu kaksi vuorokautta jokaiselta viikolta (ks. taulukko 2). Ravintoaineiden saannissa painonpudotusjakson ajalla ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ($p \leq 0,05$) ryhmien välillä.

Proteiinia molemmat ryhmät saivat riittävästi tutkimussuunnitelman tavoitteeseen nähden ($>1,6$ g/kg/vrk, optimi: 1,8-2,0 g/kg/vrk). Molemmilla ryhmillä proteiinin tavoitesaanti jopa hieman ylittyi (kontrolli: $2,08 \pm 0,47$; pudotus: $2,09 \pm 0,43$). Rasvan saanti oli pudotusryhmällä suuntaa-antavasti pienempää kuin kontrolliryhmällä sekä absoluuttisesti että osuutena päivittäisestä kokonaisenergiasta. Myös hiilihydraatteja pudotusryhmä sai absoluuttisesti hieman vähemmän kuin kontrolliryhmä, mutta hiilihydraattien osuus kokonaisenergiasta oli ryhmillä samanlainen, johtuen pudotusryhmän alhaisemmasta kokonaisenergiansaannista.

Molemmat ryhmät onnistuivat kuitenkin saavuttamaan tavoitellun päivittäisen energiavajeen (ks. taulukko 3). Energiaa saatiin jopa hieman alle tavoitellun (kontrolli: $-10,1 \pm 431,5$; pudotus: $-38,0 \pm 311,9$). Ryhmien välisessä vertailussa tutkimussuunnitelman mukaisissa tavoite-energiansaanneissa oli tilastollisesti merkittävä ero. Kuitenkaan toteutuneissa energiensaanneissa ei tilastollisesti merkitsevää eroa ollut, vaikka molemmat ryhmät onnistuivat saavuttamaan tavoite-energiansaannin. Tämä johtuu siitä, että molemmissa ryhmissä yksittäisten koehenkilöiden välillä oli hyvin suurta hajontaa energiensaantitavoitteessa pysymisessä (kontrolli: $-10,1 \pm 431,5$; pudotus: $-38,0 \pm 311,9$).

TAULUKKO 2. Ravintoaineiden keskiarvoinen saanti painonpudotusjaksolla (keskiarvo±keskihajonta). Merkitsevyystaso ryhmien välillä raja-arvona $p \leq 0,05$

Ryhmä	E (kcal)	Prot (g)	Prot (E%)	Rasva (g)	Rasva (E%)	HH (g)	HH (E%)	Alkoholi (g)	Alkoholi (%)
Kontrolli	2433±560	151,8±33,5	26,1±7,5	79,2±25,6	27,3±4,5	266,4±73,7	44,1±4,8	5,06±6,36	1,22±1,62
Pudotus	2100±204	165,6±32,6	32,1±4,9	57,0±15,9	23,6±5,1	224,7±28,1	44,1±6,2	0,40±0,75	0,13±0,25
p =	0,14	0,43	0,08	0,06	0,16	0,16	0,99	0,06	0,08

TAULUKKO 3. Todellinen energiansaanti suhteessa tavoiteltuun energiansaantiin (keskiarvo±keskihajonta). Merkitsevyystaso ryhmien välillä raja-arvona $p \leq 0,05$

Ryhmä	Energian tarve (kcal)	Vaje (kcal)	Tavoite-energian saanti (kcal)	Todellinen energian saanti (kcal)	Erotus (todellinen-tavoite) (kcal)
Kontrolli	2693±233	-250	2443±233	2433±561	-10,1±431,5
Pudotus	2889±163	-750	2139±163	2101±205	-38,0±311,9
p=	0,08		0,01	0,14	0,89

8.2 Kehonkoostumus

Kehonkoostumuksen muutokset on nähtävillä taulukossa 4. Tilastollisesti merkitseviä eroja ($p \leq 0,05$) saatiin pudotusryhmällä rasvaprosentissa, rasvan massassa sekä kehon kokonaisuudessa verrattuna alkutilanteeseen (ks. taulukko 5). Kontrolliryhmällä tilastollisesti merkitseviä eroja kehonkoostumuksessa verrattuna alkutilanteeseen ei havaittu. Ryhmien välisessä vertailussa tilastollisesti merkitseviä eroja kehonkoostumuksen absoluuttisessa muutoksessa saatiin rasvaprosentissa, rasvan massassa sekä kehon kokonaisuudessa. Kehon kokonaisuudessa muutoksessa kumpikaan ryhmä ei kuitenkaan päässyt tutkimussuunnitelman tavoitteeseen painonpudotuksessa (kontrolli: n. 1-2kg, pudotus: n. 2-4 kg). Pudotusryhmällä suurin osa pudonneesta kehon kokonaisuudesta (-2,2±1,2) oli rasvaa (-1,7±1,6). Rasvaton massa väheni vain hieman (-0,5±1,2). Rasvattoman massan suhteellinen osuus koko

kehon painon muutoksesta oli siis 22% ja rasvamassan 77%. Kontrolliryhmällä sekä rasvan massa että rasvaton massa vähenivät lähes yhtä paljon ($-0,2\pm 0,6$), mutta molempien muutokset olivat pienempiä kuin pudotusryhmällä. Suhteellisesti rasvattoman massan osuus kokonaismuutoksesta oli 47% ja rasvamassan osuus 50%.

TAULUKKO 4. Kehonkoostumuksen muutoksia (keskiarvo \pm keskihajonta)

Muuttuja	Kontrolli			Pudotus		Muutos
	Alku	Loppu	Muutos	Alku	Loppu	
Rasva %	8,5 \pm 2,3	8,3 \pm 2,3	-0,2 \pm 0,7	10,6 \pm 4,5	8,8 \pm 3,8	-1,9 \pm 1,8
Rasvan massa (kg)	6,4 \pm 1,9	6,2 \pm 1,9	-0,2 \pm 0,6	8,6 \pm 3,9	6,9 \pm 3,1	-1,7 \pm 1,6
Rasvaton massa (kg)	64,4 \pm 5,6	64,2 \pm 5,9	-0,2 \pm 0,6	67,9 \pm 4,2	67,3 \pm 4	-0,5 \pm 1,2
Kokonaismassa (kg)	74,4 \pm 6,6	74,0 \pm 7,2	-0,4 \pm 1,1	80,3 \pm 5,3	78,1 \pm 5,2	-2,2 \pm 1,2

TAULUKKO 5. Kehonkoostumuksen muutosten merkitsevyyksiä.

Merkitsevyysaste $p \leq 0,05$

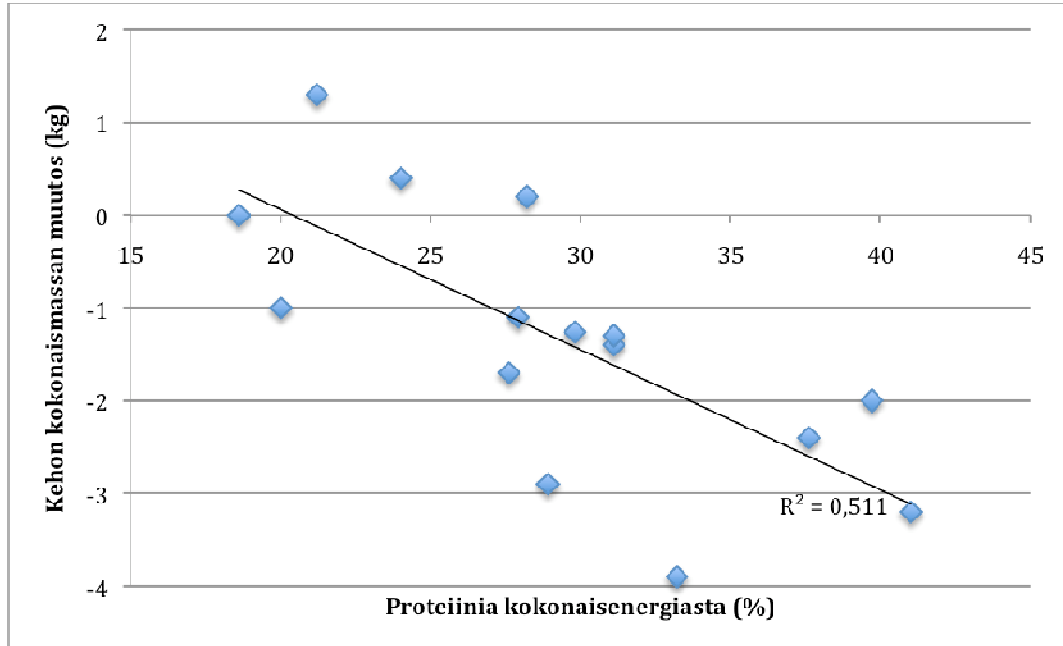
Muuttuja	Kontrolli vs. Alku (abs.)	Pudotus vs. Alku (abs.)	Kontrolli vs. Pudotus (muutos abs.)
Rasva %	0,44	0,02	0,04
Rasvan massa	0,47	0,02	0,03
Rasvaton massa	0,47	0,27	0,53
Kokonaismassa	0,44	0,00052	0,01

8.3 Korrelaatiokertoimet

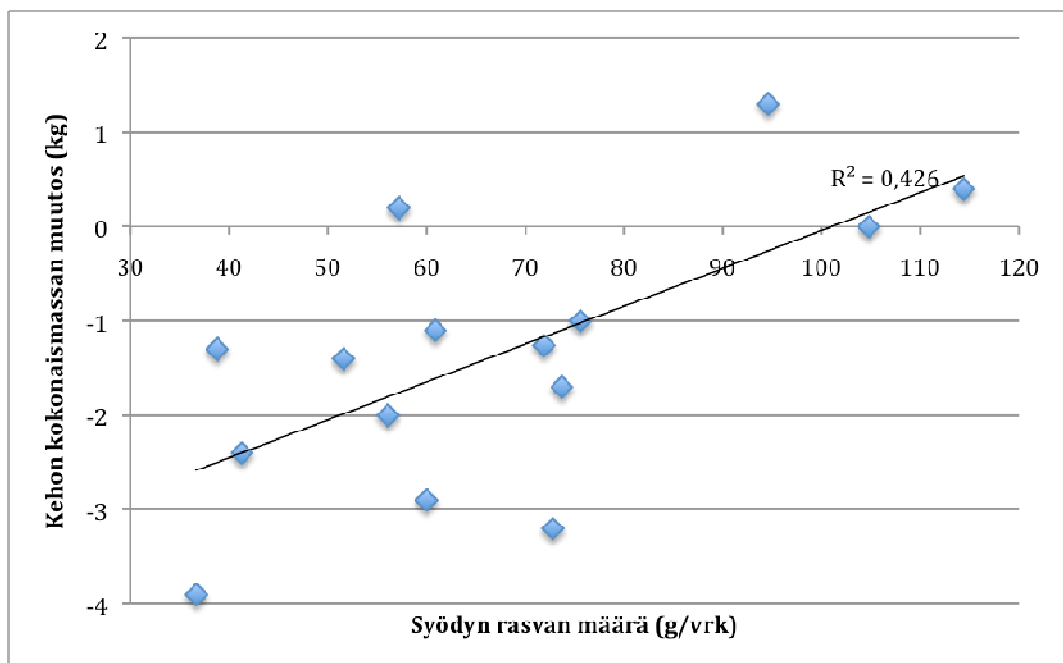
Taulukossa 6 ja kuvioissa 1-3 on nähtävissä keskeiset muuttujat, joiden välillä joko löytyi tilastollisesti merkitseviä korrelaatiota tai korrelaatio oli hyvin lähellä tilastollista merkittävyyttä. Nämä suuntaa antavat korrelaatiokertoimien merkitsevyydet on merkitty taulukkoon 6 sulkeisiin. Regressiomallin selityskykyä kuvaa kuvissa selitysaste R^2 , joka kertoo kuinka paljon malli selittää prosentuaalisesti kokonaisvaihtelusta. Yhden selittävän muuttujan regressiomallin selitysaste on korrelaatiokertoimen neliö. Selitysaste vaihtelee nolasta yhteen siten, että jos X muuttuja ei pysty selittämään Y:n vaihtelusta mitään, on selitysaste 0 ja lähestyy ykköstä, mitä paremmin Y:n vaihtelu saadaan selitettyä.

TAULUKKO 6. Pearsonin korrelaatiokertoimet (suluissa suuntaa-antavien korrelaatiokertoimien merkitsevyydet) * = $p \leq 0,05$ ** = $p \leq 0,01$

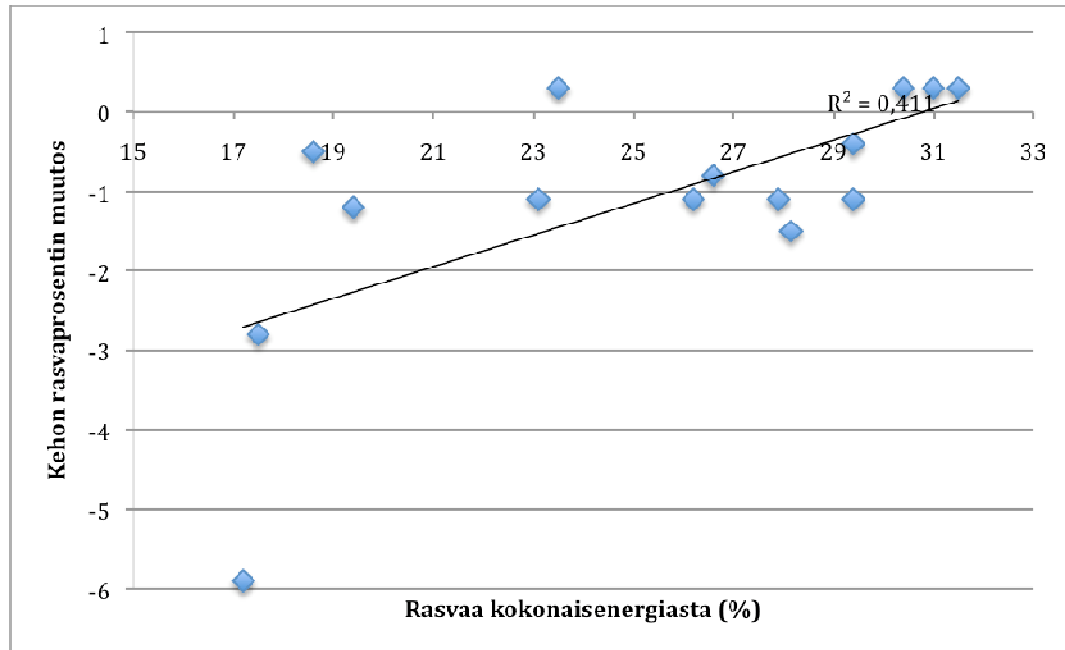
	Rasvaprocentin, muutos	Rasvan massan (kg), muutos	Kokonaismassan (kg), muutos
Energia (kcal) post	0,510 (0,052)	0,506 (0,054)	0,541*
Proteiini (%) post	-0,500 (0,058)	-0,501 (0,057)	-0,715 **
Rasva (g) post	0,615 *	0,633 *	0,726 **
Rasva (%) post	0,643 **	0,621 *	0,622 *
HH (g) post	–	–	0,565 *



KUVA 1. Mitä suurempi oli proteiinin osuus päivittäisestä energiansaannista, sitä suurempi oli kehon kokonaisuusmuutos pienenevä. Selitysosuus on 51 %.



KUVA 2. Mitä enemmän rasvaa koehenkilöt söivät, sitä suurempi oli kehon kokonaisuusmuutos kasvava. Selitysosuus on 43 %.



KUVA 3. Mitä suurempi oli rasvan osuus syödyistä päivän kokonaisenergiasta, sitä suurempi oli myös kehon rasvaprosentin lisääntyminen. Selitysosuus on 41 %.

9 Pohdinta

PÄÄTULOKSET. Tutkimuksen tavoitteet sekä energian- että proteiininsaannin osalta täyttyivät molemmilla ryhmillä. Kuitenkaan kumpikaan ryhmistä ei päässyt tutkimussuunnitelmassa asetettuihin painonpudotustavoitteisiin huolimatta siitä, että suunnitellut energiavajeet toteutuivat. Tutkimuksen ruokavalio-ohjeistus onnistui kuitenkin kohdistamaan saavutetun painonpudotuksen erinomaisesti rasvamassaan, erityisesti suuremman energiavajeen painonpudotusryhmällä. Heillä jopa 77% menetetyistä kehonpainosta oli rasvamassaa. Maltillisemman energiavajeen kontrolliryhmällä menetetyn rasvamassan ja rasvattoman massan osuudet koko kehon painonpudotuksesta olivat yhtä suuret, mutta absoluuttisesti vähemmän kuin pudotusryhmällä. Menetetty kehon kokonaismassa korreloi merkitsevästi proteiinin runsaan suhteellisen osuuden (päivittäisestä energiansaannista) kanssa. Menetetyllä rasvamassalla ja –prosentilla löytyi puolestaan tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota niin nautitun rasvan absoluuttisen määrän pienuuden kuin rasvan suhteellisen osuuden (päivittäisestä energiansaannista) vähäisyyden kanssa.

RAVINTOAINEDIEN SAANTI. Ravintoaineiden saannissa ei saatu tilastollisesti merkitseviä eroja ($p \leq 0,05$) ryhmien välillä. Tutkimussuunnitelman tavoitteena oli, että molemmat ryhmät nauttivat proteiinia vähintään 1,6 g/kg/vrk (optimi: 1,8-2,0 g/kg/vrk). Tämä tavoite täyttyi. Molemmilla ryhmillä proteiinin absoluuttinen saanti oli hyvin samankaltaista ja tavoitesaanti jopa hieman ylittyi. Pudotusryhmällä proteiininsaanti oli kuitenkin suhteellisesti suurempaa johtuen pudotusryhmän pienemmästä kokonaisenergiansaannista. Tässäkään ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien välillä.

Rasvan saanti oli pudotusryhmällä pienempää kuin kontrolliryhmällä sekä absoluuttisesti että suhteellisenä osuutena päivittäisestä kokonaisenergiasta. Myös hiilihydraatteja pudotusryhmä sai absoluuttisesti vähemmän kuin kontrolliryhmä, mutta hiilihydraattien osuus kokonaisenergiasta oli ryhmillä samanlainen, johtuen pudotusryhmän alhaisemmasta kokonaisenergiansaannista. Tutkimussuunnitelman mukaan molempien ryhmien tavoitteena oli syödä vähärasvaisesti ja erityisesti pudotusryhmää pyydettiin vähentämään myös hiilihydraattien saantia. Näin ollen

tutkimussuunnitelman tavoite pudotusryhmän vähähiilihydraattisesta ja vähärasvaisesta ruokavaliosta onnistui. Kontrolliryhmä olisi voinut kuitenkin rajoittaa hieman enemmän rasvansaantia korvaten tämän osuuden energiansaannista hiilihydraateilla. Näidenkään ravintoaineiden osalta ei ryhmien välillä ollut tilastollista merkitsevyyttä. Tilastollisten merkitsevyyksien puute johtui mitä luultavimmin ravintoaineiden saannin suuresta vaihtelusta yksittäisten koehenkilöiden välillä. Näin ollen keskihajonnat kasvoivat melko suuriksi.

Erityisen suurta vaihtelu koehenkilöiden kesken oli energiansaannin kohdalla. Molemmat ryhmät onnistuivat kyllä keskiarvostettuna saavuttamaan tavoitellun päivittäisen energiavajeen, mutta keskihajonnat olivat molemmissa ryhmissä hyvin suuret. Energiaa saatiin ryhmissä jopa hieman alle tavoitellun. Ryhmien välisessä vertailussa tutkimussuunnitelman mukaisissa tavoite-energiansaanneissa oli tilastollisesti merkitsevä ero. Kuitenkaan toteutuneissa energiansaanneissa ei tilastollisesti merkitsevää eroa ollut, vaikka molemmat ryhmät onnistuivat saavuttamaan tavoite-energiansaannin. Tämä johtuu juuri suuresta yksilöllisestä hajonnasta. Osa koehenkilöistä onnistui siis noudattamaan tavoiteltua ruokavaliota erinomaisesti ja osalla oli suuriakin vaikeuksia noudattaa annettua ohjeistusta. Yksittäisten koehenkilöiden kohdalla oli myös suurta päiväkohtaista vaihtelua sekä tavoiteruokavalion noudattamisen että ravintoaineiden saannin suhteen.

KEHONKOOSTUMUS. Kumpikaan ryhmistä ei onnistunut täysin saavuttamaan tavoiteltua painonpudotusta (kontrolli: 1-2kg, pudotus: 2-4kg). Vaikka energianvajeet olivat tavoitteiden mukaiset ei paino pudonnut oletusten mukaisesti. Tätä oltiin osattu kuitenkin ennakoida jo tutkimushypoteesissa: Hall (2007) viittaa useisiin tutkimuksiin todetessaan keholla olevan kyky adaptoitua energiavajeeseen, joka johtaa progressiivisesti pienempään painonpudotukseen energiavajeen pysyessä muuttumattomana. Luultavasti tästä johtuen painonpudotuksen suuruus ei tässäkin tutkimuksessa ollut suoraan verrannollinen energiavajeen suuruuteen. Pudotusryhmälle syntyi kuitenkin tilastollisesti erittäin merkitsevä ero kehon kokonaismassassa ennen ja jälkeen painonpudotusjaksoa. Kontrolliryhmällä tätä eroa ei ollut. Myös ryhmien välisessä vertailussa kehon kokonaismassojen muutosten välillä löytyi tilastollisesti merkitsevä ero.

Painonpudotusjaksolle ohjeistettu ruokavalio näytti erityisesti pudotusryhmällä kohdistavan painonpudotusta tehokkaasti rasvakudokseen. Painonpudotusryhmällä tuli tilastollisesti merkitsevää eroa sekä rasvamassassa että rasvaprosentissa verrattuna alkutilanteeseen. Painonpudotusryhmällä rasvamassan osuus kaikesta pudonneesta kehon massasta oli 77% kun taas kontrolliryhmällä rasvamassan osuus oli 50%. Kontrolliryhmällä siis rasva väheni yhtä paljon kuin rasvaton massa. Absoluuttisesti rasvaton massa kuitenkin väheni myös painonpudotusryhmällä enemmän kuin kontrolliryhmällä. Tämä oli tietysti odotettua, johtuen painonpudotusryhmän suuremmasta energiavajeesta tutkimusjakson aikana ja suuremmasta saavutetusta kehon kokonaispainon pudotuksesta. Näin ollen tutkimushypoteesi, jonka mukaan rasvattoman kudoksen osuus pudonneesta painosta on isompi suuressa energiavajeessa verrattuna kontrolliryhmän maltillisempaan painonpudotukseen oli väärä. Hypoteesi perustui ajatukselle, jonka mukaan energiavajeen ollessa yli 500 kcal/vrk rasvatonta kudosta menetetään suhteessa enemmän kuin energiavajeen ollessa alle 500 kcal/vrk (Fogelholm 1994). Tämä ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa toteutunut vaan suuremman energiavajeen pudotusryhmällä menetetyn rasvattoman massan osuus pudonneesta kehon kokonaispainosta oli suhteellisesti huomattavasti pienempi kuin pienemmän energiavajeen kontrolliryhmällä. Tämä on tietysti erinomainen tulos erityisesti urheilijoille, mutta myös muille painoalan pudottaville. Painoa pudotettaessahan pyritään säilyttämään rasvatonta lihasmassaa ja pääsemään eroon ylimääräisestä rasvakudoksesta. Rasvattoman massan suhteellisesti parempi säilyminen suuremmalla energiavajeella saattoi johtua pudotusryhmän suuremmasta proteiinin osuudesta päivittäisestä energiansaannista. Absoluuttisesti molemmat ryhmät saivat proteiinia painokiloa kohden jopa yli suosituksen, joten tällä tuskin oli vaikutusta rasvattoman massan säilymiseen. Eräs mahdollinen selitys on myös pudotusryhmän mahdollisesti suurempi fyysinen aktiivisuus.

KORRELAATIOT. Luonnollinen korrelaatio löytyi saadun energiamäärän ja kehon kokonaismassan välillä: mitä vähemmän energiaa saatiin, sitä enemmän paino putosi. Tämä todistaa jälleen, että kehon paino putoaa silloin, kun ravinnon mukana saatu energiamäärä on pienempi kuin päivittäinen energiankulutus. Tähän päästää joko

lisäämällä energiankulutusta tai pienentämällä energian saantia. (McArdle ym. 2007, 855-856.)

Ravintoaineiden saannin ja kehon koostumuksen välisistä korrelaatioista käy ilmi, miten ohjeistettujen runsaasti proteiinia sisältävien ruokavalioiden avulla on onnistuttu painonpudotuksessa. Mitä suurempi oli proteiinin osuus päivittäisestä energiansaannista, sitä enemmän väheni kehon kokonaismassa. Näiden muuttujien välinen korrelaatio puhuu runsaasti proteiinia sisältävien painonpudotusruokavalioiden puolesta. Tämäkin tutkimus siis tukee Kriegerin ym (2006) tulosta siitä, että verrattuna runsaammin hiilihydraatteja sisältävään ruokavalioon vähähiilihydraattiset ja proteiinipitoiset (<35 – 41,4 % energiasta) lisäävät sekä kehon kokonaismassan että kehon rasvamassan menetystä painonpudotuksen aikana, vaikka ruokavaliosta saatava kokonaisenergiämäärä olisi sama (Krieger ym. 2006). Feinmanin ja Finen (2003) tutkimuksen mukaan tämä perustuisi siihen, että vähähiilihydraattiset ruokavaliot lisäävät maksan glukoneogeneesiä, jossa proteiineista ja aminohapoista valmistetaan glukoosia. Koska glukoneogeneesi kuluttaa runsaasti energiaa, olisi tämä omiaan lisäämään energiavajetta tietyllä energiansaannilla. Myös proteiinin osuuden päivittäisestä kokonaisenergiansaannista korrelaatio sekä kehon rasvaprosenttiin että rasvamassan muutoksiin läheni tilastollista merkittävyyttä. Tämä tulos puhuisi sen puolesta, että runsaasti proteiinia sisältävä painonpudotusruokavalio olisi omiaan kohdistamaan painonpudotusta juuri rasvakudokseen. Runsasproteiinisten painonpudotusruokavalioiden (>1,05 g/kg) on aiemminkin todettu säilyttävät rasvattoman massan paremmin kuin ruokavaliot, joissa proteiinin saanti on ollut lähempänä aikaisempia suosituksia. (Krieger ym. 2006.) Tämän tutkimuksen perusteella on syytä epäillä kuitenkin, että proteiinin absoluuttisen määrän lisäksi myös sen suhteellisella osuudella päivittäisestä energiansaannista olisi merkitystä rasvattoman massan säilymiseen.

Proteiinin lisäksi myös rasvan nauttimisella huomattiin olevan merkittävää yhteyttä kehon koostumuksen muutoksiin: mitä vähemmän rasvaa koehenkilöt söivät, sitä enemmän heidän painonsa putosi sekä mitä pienempi oli rasvan osuus päivittäisestä kokonaisenergiasta, sitä enemmän kehon rasvaprosentti myös pieneni. Nämä tulokset puhuisivat vähärasvaisen dieetin puolesta. Stieglerin & Cunliffen (2006) mukaan rasvan

saantia vähentämällä päästään tehokkaasti energiavajeeseen, mutta matalarasvainen ruokavalio voi johtaa myös rasvattoman kudoksen menettämiseen. Tällaista yhteyttä ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa havaittu vaan positiivinen korrelaatio löytyi rasvan syömisen ja rasvaprosentin välillä. Näin ollen siis ainakin tämän tutkimuksen perusteella vähärasvainen ruokavalio on omiaan vähentämään juuri kehon rasvamassaa. Rasvan saannin vähentämisellä on ajateltu olevan suuri merkitys painonpudotuksessa lähinnä sen korkean energiasisällön (9 kcal/g) vuoksi (Stiegler & Cunliffe 2006). Tämä toteutui myös tässä tutkimuksessa, sillä mitä vähemmän rasvaa (g) syötiin, sitä enemmän kehon paino väheni ja myös rasvaprosentti ja rasvamassa pienenivät. Toisaalta myös rasvan suhteellisella osuudella päivittäisestä kokonaisenergiasta todettiin yhteys sekä kehon kokonaispainon että rasvamassan ja rasvaprosentin pienenemiseen. Näin ollen tämän tutkimuksen perusteella näyttäisi siltä, että vähärasvaisella ruokavaliolla itsessään olisi energiansaannista riippumaton suotuista vaikutus painon pudottamiseen.

Tässä tutkimuksessa koehenkilöiden painonpudotus kohdistui siis onnistuneesti suurimmaksi osaksi rasvakudokseen rasvattoman kudoksen säilyessä. Erityisesti tämä kävi ilmi painonpudotusryhmällä, jolla vain 22% pudonneesta kokonaispainosta oli rasvatonta kudosta. On luultavaa, että suuri vaikutus rasvattoman kudoksen säilymiseen on juuri painonpudotusruokavalioiden vähärasvaisuudella sekä runsaalla proteiinimäärällä. Kuitenkin on myös huomioitava, että tutkimuksessa koehenkilöinä oli kansallisen tason yleisurheilijoita, joiden päivittäinen fyysinen aktiivisuus on huomattavan suurta. Esimerkiksi Laymanin ym. (2005) mukaan fyysinen harjoittelu näyttäisi kohdentavan painonpudotuksen enemmän rasvan pudottamiseen säilyttäen samalla rasvatonta massaa. Näin ollen myös koehenkilöiden fyysisellä aktiivisuudella on luultavasti ollut merkittävä vaikutus rasvattoman massan säilymiseen painonpudotuksen aikana.

VIRHEARVIOINTI. Koehenkilöiden ruokavalioiden osalta tutkimuksessa onnistuttiin melko hyvin. Ravintoanalyysien perusteella nähdään, että sekä energian että proteiinin saanti oli vähintään tavoitteiden mukaista molemmissa ryhmissä. Molempien ryhmien sisällä yksilöiden välillä oli kuitenkin suurta hajontaa sekä ravintoaineiden että energiansaannin kannalta. Näin ollen keskihajonnat kasvoivat suuriksi eikä tästä syystä tilastollisesti merkitseviä eroja havaittu eri ryhmien välillä. Tätä voidaan pitää

tutkimuksen heikkoutena. Myös yksittäisillä koehenkilöillä oli välillä suurta vaihtelua päivittäisissä ruokavalioissaan ja tämäkin on omalta osaltaan haitannut tutkimuksen tuloksia. Tutkimuksen heikkouksiin kuuluikin se, että viime kädessä vastuu ruokavalioiden noudattamisesta oli koehenkilöillä itsellään. Koehenkilöiden motivaatio ruokavalioiden toteuttamiseen vaihteli siis yksilöittäin. Osa pysytteli annetuissa ohjeissa hyvinkin tarkasti, kun taas toisilla lipsumista ruokavaliosta tapahtui melko paljonkin. Kuitenkin, kuten aiemmin todettiin, keskiarvoisesti koehenkilöt pääsivät energian- ja proteiininsaantitavoitteisiin. Koska koehenkilöt vastasivat itse syömisestään johti se myös muihin virhemahdollisuuksiin. Erityisesti ruokapäiväkirjan pidossa virheiden mahdollisuus on suuri. Varsinaista aliraportointia koehenkilöiden osalta ei välttämättä ole syytä epäillä, mutta syötyjen ruokien merkitsemisen tarkkuus sekä annoskokojen arviointi oli välillä puutteellista. Tähänkin vaikuttaa varmasti koehenkilöiden oma motivaatio paneutua ruokapäiväkirjan täyttämiseen. Tutkimushenkilöstön osalta suuri virheiden mahdollisuus on sekä ruokapäiväkirjojen tulkinnassa että analyyseissa. Tutkimuksen vahvuuksiin kuului kehonkoostumuksen mittaamenetelmä. DXA-mittausta pidetään kehonkoostumuksen mittaamisen ”golden standard”-menetelmänä, joka tarkoittaa menetelmän olevan paras mahdollinen menetelmä kyseisiin tutkimuksiin.

YHTEENVETO. Tutkimus tarjoaa tietoa painonpudotuksesta runsaasti proteiinia sisältävällä ruokavaliolla ja se vaikutuksista kehonkoostumukseen. Tällainen tieto on hyödyllistä niin liikuntaa harrastamattomille ”tavallisille” ihmisille, kuin huippu-urheilijoillekin. Lisätutkimusta kuitenkin tarvitaan korkeaproteiinipitoisen sekä vähärasvaisen painonpudotusruokavalioiden vaikutuksista urheilijoiden kehonkoostumukseen. Jatkotutkimuksen mahdollisia kiinnostuksen kohteita on muun muassa:

- Mistä johtui, että suuremman energiavajeen ryhmällä rasvaton massa säilyi suhteellisesti paremmin kuin maltillisemman energiavajeen ryhmällä?
 - o Onko vähärasvaisella ruokavaliolla itsessään (rasvan osuudella päivittäisestä kokonaisenergiansaannista) vaikutusta rasvattoman massan säilymiseen ja rasvamassan vähenemiseen?

- Onko proteiinin absoluuttisen määrän lisäksi (painokiloa kohden) myös proteiinin suhteellisella osuudella päivittäisestä ruokavaliosta vaikutusta rasvattoman massan säilymiseen?
- Kuinka suuri energiavaje on suositeltava urheilijoille suorituskyvyn ja rasvattoman massan ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi?
- Mikä on syynä siihen, että energiavaje ja kehon painon putoaminen eivät ole suorassa suhteessa toisiinsa erityisesti fyysisesti hyvin aktiivisilla henkilöillä?
 - Onko siis teoria kehon adaptoitumisesta energiavajeeseen (Hall 2007) toimiva?

Tämän tutkimuksen johtopäätöksenä korkeaproteiinipitoinen ja vähärasvainen ruokavalio (yli 1,6 g/kg/vrk) neljän viikon aikana aiheuttaa kehon kokonaismassan putoamista niin, että suurin osa pudonneesta massasta on rasvamassaa erityisesti suuremmalla energiavajeella (750 kCal), runsaammalla proteiinin ja pienemmällä rasvan osuudella päivittäisestä energiensaannista.

10 LÄHTEET

Aasen, G., Fagertun, H. & Halse, J. 2006. Body Composition Analysis by Dual X-ray Absorptiometry: in Vivo and in Vitro Comparison of Three Different Fan-Beam Instruments. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation* 66(8), 659-666.

Boileau R.A. and Lohman T.G. 1977. The Measurement of Human Physique and Its Effect on Physical Performance, *Orthopedic Clinics of North America* 8: 563–581.

Bolotin, H. H. 2007. DXA in Vivo BMD Methodology: An Erraneous and Misleading Research and Clinical Gauge of Bone Mineral Status, Bone Fragility, and Bone remodelling. *Bone* 41, 138–154.

Borg P., Fogelholm M, Hiilloskorpi H. 2004. Liikkujan ravitsemus – teoriasta käytäntöön, Edita Publishing, 16–28.

Cerry F.J. and Burton H.W. 2001. Exercise Physiology for Healthcare Professionals, *Human Kinetics* 23–33.

Degoutte F., Jouanel P., Bègue R.J., Colombier M., Lac., Pequignot J.M. and Filaire E. 2006. Food Restriction, Performance, Biochemical, Psychological and Endocrine Changes in Judo Athletes, *International Journal of Sports Medicine* 27, 9–18.

Ellis K.J. 2000. Human Body Composition. In Vivo Methods, *Physiological Review* 80: 649-680.

Evans W.J. 2001. Protein Nutrition and Resistance Exercise, *Canadian Journal of Applied Physiology* 26: S141–152.

Feinman R.D. & Fine E.J. 2003. Thermodynamics and Metabolic Advantage of Weight Loss Diets, *Metabolic Syndrome and Related Disorders* 1: 209–219.

Fogelholm G. M., R. Koskinen, J. Laakso, T. Rankinen ja I. Ruokonen, 1993, Gradual and Rapid Weight Loss; Effects on Nutrition and Performance in Male Athletes, *Medicine of Science in Sports and Exercise* 25, No. 3: 371-377.

Fogelholm M. 1994. Review Article: Effects of Bodyweight Reduction on Sports Performance, *Sports Medicine* 18 (4): 249–267.

Genton, L., Hans, D., Kyle, U.G. & Pichard, C. 2002. Dual-Energy X-ray Absorptiometry and Body Composition: Differences between Devices and Comparison with Reference Methods. *Nutrition* 18 (1), 66-70.

Guyton, A. C. & Hall J. E. 2000. *Textbook of Medical Physiology*. 10th ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company.

Horswill C.A. 1992. Applied Physiology of Amateur Wrestling. *Sports Medicine* 14: 114–143.

Houtkooper L., Abbot J.M. and Nimmo M. 2007. Nutrition for Throwers, Jumpers and Combined Events Athletes, *Journal of Sport Sciences* 25(S1): S39–S47.

Houtkooper L.B., Mullins V.A., Going S.B., Brown C.H. and Lohman T.G. 2001. Body Composition Profiles of Elite American Hepathletes, *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 11: 162–173.

Houtkooper L.B. and Scott G. 1994. Body Composition: How Should It Be Measured? Does It Affect in Sports Performance?, *Sports Science Exchange* 52: Vol. 7: No, 5.

Jakicic, J.M. and Otto, A.D. 2005. Physical Activity Considerations for the Treatment and Prevention of Obesity, *American Journal of Clinical Nutrition* 82, 226-229.

Kanis, J.A. & Glüer, C.C. 2000. An Update on the DIagnosis and Assesment of Osteoporosis with Densitometry. Committee of Scientific Advisors, International Osteoporosis Foundation. *Osteoporosis International* 11, 192-202.

Krieger J.W., Sitren H.S., Daniels M.J. and Langkamp-Henken B. 2006. Effects of Variation in Protein and Carbohydrate Intake on Body Mass and Composition during Energy Restriction: a Meta-Regression, *The American Journal of Clinical Nutrition* 83: 260–274.

Layman, D.K., Evans, E., Baum, J.I., Seyler, J., Erickson, D.J., Boileau, R.A. 2005. Dietary Protein and Exercise Have Additive Effects on Body Composition during Weight Loss in Adult Women. *Journal of Nutrition* 135, 1903-1910.

Lukaski, H.C. 1987. Methods for the Assesment of Human Body Composition: Traditional and New, *American Journal of Clinical Nutrition* 46, 537-556

Mazess, R.B., Barden, H.S., Bisek, J.P. & Hanson, J. 1990. Dual-Energy X-ray Absorptiometry for Total-Body and Regional Bone-Mineral and Soft-Tissue Composition. *American Journal of Clinical Nutrition* 51, 1106-1112.

McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V.L. 2001. *Exercise physiology, Energy, Nutrition and Human Performance*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

McMurray, R.G., Proctor, C.R., Wilson, W.L. 1991. Effect of Caloric Deficit and Dietary Manipulation on Aerobic and Anaerobic Exercise. *International Journal of Sports Medicine* 12, 167-172.

O'Connor H., Olds T. and Maughan R.J. 2007. *Journal of Sport Sciences* 25(SI): S49–S60.

Owen, O.E., Holup, J.L., D'Alessio, D.A., Craig, E.S., Polansky, M., Smalley, K.J., Kavle, E.C., Bushman, M.C., Owen, L.R., Mozzoli, M.A., Kendrick, Z.V. and Boden, G.H. 1987. A Reappraisal of the Caloric Requirements of Men. *American Journal of Clinical Nutrition* 46, 875-885.

Pietrobelli, A., Formica, C., Wang, Z. & Heymsfield, S.B. 1996. Dual-Energy X-ray Absorptiometry Body Composition Model: Review of Physical Concepts. *British Journal of Sports Medicine* 38, 472-476.

Plank, L.D. 2005. Dual-Energy X-ray Absorptiometry and Body Composition. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 8, 305-309.

- Sinning W.E. 1985. Body Composition and Athletic Performance, Limits of Human Performance, D.H. Clark and H.M. Eckert (Eds.), 45–56.
- Stiegler P. and Cunliffe A. 2006. The Role of Diet and Exercise for the Maintenance of Fat-Free Mass and Resting Metabolic Rate During Weight Loss, *Sports Medicine* 36(3): 239-262.
- Svantesson U., Zander M., Klinberg S. and Slinde F. 2008. Body Composition in Male Athletes, Comparison of Bioelectrical Impedance Spectroscopy with Dual Energy X-Ray Absorptiometry, *Journal of Negative Results in BioMedicine*, 7: 1.
- Tipton K.D., Jeukendrup A.E. and Hespel P. 2007. Nutrition for Sprinter, *Journal of Sports Sciences* 25 (S1): S5–S15.
- Tothill, P.A., Avenell, J., Reid, L. & Love, J. 1994. Comparisons between Hologic, Lunar and Norland Dual-Energy X-ray Absorptiometry: Analysis of Pediatric Fat Estimate Errors due to Tissue Hydration Effects. *Journal of Applied Physiology* 89, 2365-2372.
- Treyzon L., Chen S., Hong K., Yan E., Carpenter C.L., Thames G., Bowerman S., Wang H-J., Elashoff R. and Li Z. 2008. A Controlled Triad of Protein Enrichment of Meal Replacements for Weight Reduction with Retention of Lean Body Mass, *Nutrition Journal* 7: 23.
- Van Loan, M.D. 1998. Is Dual-Energy X-ray Absorptiometry Ready for Prime Time in the Clinical Evaluation of Body Composition. *American Journal of Clinical Nutrition* 68, 1155-1156.
- Viitasalo, J. T., Kyröläinen, H., Bosco, C., Alen M. 1987. Effects of Rapid Weight Reduction on Force Production and Vertical Jumping Height. *International Journal of Sports Medicine* 8 (4), 281-285.
- Volek J.S., Sharman M.J., Love D.M., Avery N.G., Gómez A.L., Scheett T.P. and Kraemer W.J. 2002. Body Composition and Hormonal Responses to a Carbohydrate-Restricted Diet, *Metabolism* 51, No 7 (July): 864 – 870.
- Walberg, J. L. 1989. Aerobic Exercise and Resistance Weight Training during Weight Reduction: Implications for Obese Persons and Athletes. *Sports Medicine* 7 (6): 343-356.
- Wang Z-M., Pierson Jr. R.N. and Heymsfield S.T. 1992. The Five-Level Model: a New Approach to Organizing Body-Composition Research, *The American Journal of Clinical Nutrition* 56: 19 – 28.
- Yang M.U. and Van Itallien T.B. 1976. Composition of Weight Lost during Short-Term Weight Reduction. Metabolic Responses of Obese Subjects to Starvation and Low-Calorie Ketogenic and Nonketogenic Diets, *Journal of Clinical Investigations* 58: 772 – 730.
- Zachwieja, J.J., Ezell, D.M., Cline, A.D., Ricketts, J.C., Vicknair, P.C., Schorle, S.M., Ryan, D.H. 2001. Short-Term Dietary Energy Restriction Reduces Lean Body Mass but not Performance in Physically Active Men and Women. *International Journal of Sports Medicine* 22, 310-316.

11 LIITTEET

Liite 1: Ruokavalio-ohjeet painonpudotusryhmälle

1. Pyri pitämään ruokavalio samankaltaisena esimerkkiruokavalion kanssa
 - 5-6 ateriaa päivässä, joista jokaisessa on proteiinia (pyri väh. 10 g:n kerta-annokseen n. 3 h:n välein)
2. Esimerkkiruokavalion tuotteille on olemassa korvaavia tuotteita. Jos olet epävarma mikä korvaa minkä, ota yhteyttä!
3. Kirjautu keho.net-sivulle (ilmainen palvelu)
 - voit tarkkailla energiansaantiasi
 - Tärkeää on kokonaisenergian ja proteiinin määrä
 - voit etsiä korvaavia tuotteita
4. Juo vettä runsaasti
5. Syö reilusti kasviksia
6. Nyrkkisääntöjä lämpimästä ruuasta:
 - Max. 1,5 dl Hiilihydraatteja (peruna, riisi, makaroni) ja 1,5 dl kastiketta (broileri-, kala-, liha) kerta-annoksena
 - 2 dl valmista ruokaa (kinkkukiusaus, makaronilaatikko jne.)

SEURAAVIA SAAT SYÖDÄ JA JUODA RAJOITUKSETTA:

- Lehtisalaatti, jäävuorisalaatti, kurkku, tomaatti, paprika, kiinankaali, kukkakaali, parsakaali,
- Vesi, light-limsat (ja muut alle 5 kcal/100ml –juomat)

RAJOITUKSET:

- Lisätty sokeri
- Rasvassa paistetut ruuat (friteeratut ja paistetut)
- Voi
- Majoneesit
- Hyvin rasvaiset kastikkeet
- Ruokaloiden lasagne (vähärasvaiseen juustoon ja jauhelihaan tehty ok)
- Rasvaiset maitotuotteet
 - Yli 10 %:a rasvaa sisältävät juustot
 - Rasvaiset maidot, jogurtit, rahkat
- Avokado
- Vaalea leipä
- Leivonnaiset
- Alkoholi

SUOSITELTAVAT VITAMIINI- JA KIVENNÄISLISÄT:

- Ehdottoman tärkeitä:
 - Kala-öljykapseli 2 kpl/päivä (A- D- ja E-vitamiinit ja rasvahapot)
 - Esim. Möllerin tupla
 - Urheilijan monivitamiini (B- ja C-vitamiinit, sekä foolihappo, magnesium, kalsium ja sinkki)
 - Esim. Berocca plus
- Lisäksi voi ottaa erillisinä tabletteina:
 - C-vitamiinilisä (jos sitrushedelmien ja marjojen syönti on vähäistä)
 - Magnesiumlisä
 - Kalsiumlisä

SUOSITELTAVIA RAVINTOAINEITA

- Täysjyvätuotteet (esim. täysjyväriisi)
- Puuro aamulla (veteen tai rasvattomaan maitoon)
- Kasvikset, erityisesti paprika ja lehtisalaatti
- Ruisleivät, täysjyväleivät
- Rasvaton maitorahka
- Valio Cottifrutti (hyvä välipala!)
- Tonnikala (salaattina tai sellaisenaan)
- Light-mehukeitot
- Leivän päälle hyvälaatuista levitettä:
 - oivariini balansia (30 % rasvaa)
 - becel (35 % rasvaa)
 - kevytlevi (30 % rasvaa)

KERRAN VIIKOSSA SAA OLLA KOHTUULLINEN ”KARKKIPÄIVÄ”

- Kohtuullisesti jäätelöä (1-2 dl) tai suklaata (suklaapatukka) tai karkkia (pieni karkkipussi)
 - Mieluiten vähärasvaista jäätelöä

Liite 2: Esimerkkiruokavalio (painonpudotusryhmäläiselle)

Mies, korkeushyppääjä, arvioitu energiatasapaino 3054 kCal, tavoiteltu energiavaje 750 kCal.

Aamiainen	Koti		
15430	Kaurapuuro, veteen	1 annos	250
1092	Ruisleipä, vähäsuolainen	3 viip	105
8231	Oivariini balansia	2 tl	10
2570	Tomaatti	3 viip	45
9210	Mehu, laimennettu	2 dl	200
8267	Heraproteiini Fast whey+	0,5 dl	15
9150	Vesi	2 dl	200
Aamun välipalat	Koti		
8267	Heraproteiini Fast whey+	1 dl	30
9150	Vesi	5 dl	500
3360	Banaani	1 kpl	92
Lounas	Koti		
62200	Lihakeitto	1 annos	300
1092	Ruisleipä, vähäsuolainen	2 viip	70
4384	Becel, margariini 35 % rasvaa	2 tl	10
5192	Kevytmaito, 1.5 % rasvaa	2 dl	200
25710	Kurkku-tomaatti-kiinankaalisalaatti	2 dl	120
Päivän välipalat	Koti		
8267	Heraproteiini Fast whey+	0,5 dl	15
9150	Vesi	2 dl	200
Päivällinen	Koti		
2001	Peruna, kuorineen keitetty	2 kpl	108
64510	Kanaviillokki	1,5 dl	150
25777	Tomaatti-kurkku-lehtisalaatti	2 dl	120
5192	Kevytmaito, 1.5 % rasvaa	2 dl	200
1092	Ruisleipä, vähäsuolainen	2 viip	70
4384	Becel, margariini 35 % rasvaa	2 tl	10
Iltapalat	Koti		
8267	Heraproteiini Fast whey+	0,5 dl	15
9150	Vesi	2 dl	200
1092	Ruisleipä, vähäsuolainen	1 viip	35
4384	Becel, margariini 35 % rasvaa	1 tl	5
8223	Valio jogurtti rasvaton 0,1 %	1 purkki	200