

**FITNESSURHEILIJOIDEN KEHONKOOSTUMUS, LIHASKOKO JA
HORMONITASAPAINO KILPAILUDIEETILLÄ JA PALAUTUMISJAKSOLLA**

Ville Isola

Valmennus- ja testausoppi

Pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2017

Työn ohjaajat: Keijo Häkkinen, Juha Hulmi, Juha
Ahtiainen

TIIVISTELMÄ

Ville Isola, 2017. Fitnessurheilijoiden kehonkoostumus, lihaskoko ja hormonitasapaino kilpailudieetillä ja palautumisjaksolla. Liikuntabiologia, liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto. Valmennus- ja testausoppi, pro gradu-tutkielma 95s. 2 liitettä.

Fitness-lajit ovat kasvattaneet suosiotaan viime vuosina räjähdysmäisesti. Aiheen suuresta kiinnostuksesta huolimatta tieteellistä tutkimusta fitnessurheilijan kilpailudieetistä tai sen palautumisjaksosta ei ole juurikaan saatavilla, lukuun ottamatta muutamia tapaustutkimuksia. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää muuttuvatko fitnessurheilijoiden kehonkoostumus ja lihaskoko, lihasten voimantuotto sekä hormonitasapaino kilpailudieetin aikana ja sen jälkeisellä palautumisjaksolla.

Tutkimuksessa oli mukana 27 naisfitnessurheilijaa, jotka kilpailivat Suomen Fitnessurheilu ry:n alaisissa kilpailuissa syksyllä 2015. Mittaukset järjestettiin ennen kilpailudieettiä, 20 viikon pituisen kilpailudieetin jälkeen (välimittaus) ja samanpituisen palautumisjakson jälkeen. Kontrolliryhmässä oli 23 tavoitteellisesti kuntosalilla harjoittelevaa naista ja heidän mittauksensa järjestettiin vastaavina ajankohtina kuin kilpailijoiden mittaukset. Mittausten välinen ajanjakso oli noin 20 viikkoa. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin tutkittavien kehonkoostumuksen muuttujia DXA:lla (Dual-energy X-ray Absorptiometry), bioimpedanssilla ja ihopoimimittauksilla. Lisäksi ultraäänellä mitattiin vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-ala ja rasvamassan paksuus sekä olkavarren kolmpäisen ojentajalihaksen paksuus sekä rasvamassan paksuus. Verestä mitattiin testosteronin, estradiolin ja kortisolin paastopitoisuudet. Tutkittavien suorituskyvyn muuttujia tarkasteltiin mittaamalla maksimaalinen isometrinen voima penkkipunnerruslaitteessa ja jalkaprässissä sekä alaraajojen ojentajalihasten räjähtävää voimaa kevennyshypyillä. Lisäksi tutkittavien energiansaantia tutkittiin ruoka- ja aktiivisuuspäiväkirja-analyyseillä. Tilastollisissa analyyseissä käytettiin kaksisuuntaista varianssianalyysiä (ANOVA) ja kahden ryhmän tai ajankohdan vertailut toteutettiin Holm-Bonferronikorjatuilla t-testeillä.

Tutkimustulokset osoittivat, että kehonpaino laski dieettijakson aikana 64,3 (\pm 6,9) kg:sta 56,5 (\pm 5,3) kg:aan ($p < 0,001$) ja palautui palautumisjakson jälkeen 62,6 (\pm 6,9) kg:aan ($p < 0,001$). Bioimpedanssilla mitattuna rasvaton massa putosi merkitsevästi keskimäärin 51,5 (\pm 5,2) kg:sta 49,9 (\pm 4,9) kg:aan ($p < 0,01$) kilpailudieetin aikana ja palautui merkitsevästi 50,8 (\pm 5,3) kg:aan ($p < 0,01$). Ihopoimulla mitattuna rasvaton massa laski erittäin merkitsevästi keskimäärin 48,0 (\pm 4,3) kg:sta 46,1 (\pm 3,9) kg:aan ($p < 0,001$) mutta ei kuitenkaan palautunut palautumisjakson aikana vaan jäi 46,3 (\pm 4,1) kg:aan erittäin merkitsevästi alhaisemmaksi kuin lähtötasolla ($p < 0,001$). Vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-ala pieneni merkitsevästi kilpailudieetin aikana ($p < 0,05$), mutta palautui lähtötasolle palautumisjakson aikana. Vastus lateralis -lihaksen rasvamassan paksuus väheni erittäin merkitsevästi kilpailudieetin aikana kilpailijoilla. ($p < 0,001$), mutta kasvoi erittäin merkitsevästi palautumisjakson aikana ($p < 0,001$) olleen loppumittauksissa kuitenkin merkitsevästi pienempi kuin alkumittauksissa ($p < 0,05$). Kilpailijoiden olkavarren ojentajalihaksen rasvamassan paksuus väheni merkitsevästi kilpailudieetin aikana ($p < 0,05$) ja lisääntyi loppumittauksiin lähtötasolle ($p < 0,05$) Testosteronin ja estradiolin paastopitoisuudet laskivat erittäin merkitsevästi kilpailudieetin aikana. Testosteroni laski erittäin merkitsevästi 1,3 (\pm 4,1) nmol/l:sta 0,7 (\pm 0,6) nmol/l:aan ($p < 0,001$) ja palautui loppumittauksiin 1,0 (\pm 0,6) nmol/l:aan ($p < 0,001$). Estradioli laski 403,8 (\pm 511,9) nmol/l:sta 156,0 (\pm 96,0) nmol/l:aan ja palautui loppumittauksiin 300,4 (\pm 287,7) nmol/l:aan ($p < 0,004$). Kortisolipitoisuudessa ei havaittu muutosta koko tutkimusjakson aikana. Isometrinen penkkipunnerrusvoima nousi kilpailijoilla väli- ja loppumittausten välillä ($p < 0,05$). Kontrollien isometrinen jalkaprässivoima laski väli- ja loppumittausten välillä erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Energiansaanti oli erittäin merkitsevästi vähäisempää kilpailudieetin aikana ($p < 0,001$).

Tämä tutkimus osoitti, että kilpailijoiden energiansaanti vähenee noin 650 kcal ja kehonkoostumus muuttuu 20 viikon kilpailudieetin aikana naisfitnessurheilijoilla, joilla kilpailuun valmistautuminen sisältää aerobista- ja voimaharjoittelua yhdistettynä korkeaproteiinipitoiseen ruokavalioon. Kilpailudieetin aikana kehon rasvaton massa säilyi tai vähenee hieman mittausmenetelmästä riippuen. Myös lihaskoko pienenee hieman kilpailudieetin aikana. Tulokset osoittivat myös, että hormonitasapaino muuttui huomattavasti 20 viikkoa kestäväen kilpailudieetin aikana. Noin 20 viikon palautumisjakson aikana kehonkoostumus, lihaskoko ja hormonitasapaino, pois lukien testosteronipitoisuus, palautuivat lähtötasolle. Rasvattoman massan ja lihaskoon säilyttäminen tulee olla rasvamassan pienentämisen ohella fitnessurheilijan tärkein tavoite kilpailudieetin aikana.

Avainsanat: Fitnessurheilu, kilpailudieetti, palautumisjakso, kehonkoostumus, hormonipitoisuus, lihaskoko

ESIPUHE

Esitän parhaimmat kiitokset kaikille tutkimukseen osallistuneille tutkittaville ja Jyväskylän yliopiston henkilökunnalle. Erityiskiitokset tutkielman ohjaajille prof. Keijo Häkkinen, Dos. Juha Hulmi ja Dos. Juha Ahtiainen. Kiitokset kuuluvat myös tutkimuksen rahoittajille, jotka olivat Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian tieteenala liikuntatieteellisessä tiedekunnassa ja Suomen Fitnessurheilu ry. sekä Kuntokeskus K&M. Lisäksi haluan kiittää seuraavia henkilöitä: Prof Markus Perola, Prof Arja Häkkinen, PsT Marja Kokkonen, FT Annika Wolin, LL Kai Nyman sekä erikoislaboratoriomestari Risto Puurtinen, laboratoriomestari Aila Ollikainen, LitM Johanna Ihalainen, tilastotieteilijä Elina Vaara ja tutkija Pertti Matilainen sekä opiskelijoita, jotka olivat mukana mahdollistamassa tätä tutkimusta: TM Marianna Suonpää, LitM Esa Hukkanen, LitM Jaakko Forssel Lit yo Inga Luotonen, LitK Neea Järvinen, LitK Heli-Maija Koukkari, , LitK Tuija Toivola.

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 2 NAISTEN FITNESS-LAJIT | 3 |
| 3 HYPERTROFINEN VOIMAHARJOITTELU | 5 |
| 3.1 Yksittäinen voimaharjoitus | 8 |
| 3.2 Naisten voimaharjoittelu | 9 |
| 4 URHEILIJOIDEN PAINONPUDOTUS | 10 |
| 4.1 Maksimi- ja nopeusvoima sekä painonpudotus | 12 |
| 4.2 Hormonitasapaino ja painonpudotus | 12 |
| 5 FITNESSURHEILIJAN KILPAILUUN VALMISTAUTUMINEN JA PALAUTUMINEN | 15 |
| 5.1 Fitnessurheilijan voimaharjoittelu | 18 |
| 5.2 Fitnessurheilijan aerobinen harjoittelu | 19 |
| 5.3 Fitnessurheilijan ruokavalio | 19 |
| 5.3.1 Proteiinit | 21 |
| 5.3.2 Hiilihydraatit | 23 |
| 5.3.3 Rasvat | 24 |
| 5.4 Fitnessurheilijan voima- ja kestävyysarjoittelu sekä painonpudotus | 25 |
| 6 HORMONAALINEN SÄÄTELYJÄRJESTELMÄ JA HORMONIEN VAIKUTUSTAVAT | 28 |
| 6.1 Testosteroni | 29 |
| 6.2 Estradioli | 31 |
| 6.3 Kortisoli | 33 |
| 7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT JA -MENETELMÄT | 35 |
| 8 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT | 38 |
| 8.1 Tutkittavat | 40 |
| 8.2 Tutkimusasetelma | 41 |

| | |
|--|----|
| 8.3 Verinäytteet | 42 |
| 8.4 Kehonkoostumuksen mittaaminen | 43 |
| 8.5 Lihaskoon mittaukset | 43 |
| 8.6 Suorituskykymittaukset..... | 44 |
| 8.7 Energiasaannin mittaus | 45 |
| 8.8 Harjoittelun seuranta | 46 |
| 8.9 Tilastolliset menetelmät | 47 |
| 9 TULOKSET | 48 |
| 9.1 Kehonkoostumus..... | 48 |
| 9.2 Lihaskoko | 53 |
| 9.3 Voimantuotto..... | 55 |
| 9.4 Seerumin hormonipitoisuudet | 57 |
| 9.5 Energiansaanti | 58 |
| 9.6 Energiaravintoaineiden saanti | 59 |
| 9.7 Harjoittelun muutokset..... | 61 |
| 10 POHDINTA | 62 |
| 10.1 Kehonkoostumuksen muutokset kilpailudieetillä ja palautumisjaksolla | 62 |
| 10.2 Lihaskoon muutokset kilpailudieetillä ja palautumisjaksolla | 67 |
| 10.3 Hormonitasapainon muutokset kilpailudieetillä ja palautumisjaksolla..... | 69 |
| 10.4 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet | 73 |
| 10.8 Yhteenveto ja käytännön sovellutukset..... | 74 |
| LÄHTEET..... | 76 |

1 JOHDANTO

Kehonrakennuksen suosio on kasvanut nopeasti maailmalla viime vuosina. Kehonrakennus on laji, jossa arvostellaan lihaksikasta olemusta. Kehonrakennus on kehittynyt vuosien saatossa, ja nykyään huippukehonrakentajilla lihasmassan määrä on paljon suurempi kuin esimerkiksi 1970-luvulla. (Rossow ym. 2013; Spendlove ym. 2015.) Valmistautuminen kehonrakennuskilpailuihin vaatii vuosien kovaa voimaharjoittelua. Muutamia viikkoja ennen kilpailuja aloitetaan kilpailudieetti, jonka tarkoituksena on vähentää kehon rasvan määrää, jotta lihakset saadaan paremmin esiin. (Lambert & Flynn 2002; Mäestu ym. 2010; Rossow ym. 2013; Hackett ym. 2013.) Naiskehonrakentajilla on raportoitu kehon rasvaprosentin vähenevän viimeisen 12 viikon aikana ennen kilpailuja keskimäärin 5–6 prosenttiyksikköä (Van der Ploeg ym. 2001) ja alimmat raportoidut kehon rasvaprosentit ovat olleet alle 10 % (Heyward ym. 1989). Kehonrakennukseen yhdistetään usein urheilussa kiellettyjen menetelmien ja aineiden käyttö, joskin puhtaana kehonrakennuksen suosio alkoi kasvaa 1970-luvulta alkaen. Uusia doping-testattuja kehonrakennuslajeja eli fitnesslajeja on syntynyt runsaasti viime vuosina, kuten naisten fitness, body fitness, bikini fitness ja women's physique. (Spendlove ym. 2015; Halliday ym. 2016)

Kuntosaliharjoittelun suosio on kasvanut Suomessa viime vuosina. Kansallisen liikuntatutkimuksen 2009–2010 mukaan kuntosaliharjoittelu kuuluu yli 700 000 suomalaisen harrastuksiin. Uusia harrastajia tulee vuosittain lisää noin 50 000. (Kuntoliikuntaliitto 2010.) Fitness-lajien harrastajien määrä on myös kasvanut räjähdysmäisesti. Vuonna 2015 kilpailulisenssejä lunastettiin melkein 800 kappaletta, kun vuonna 2014 vastaava luku oli reilu 500. (Suomen Fitnessurheilu ry. 2015.) Fitness-naisurheilijoiden terveystriskit ovat herättäneet paljon keskustelua viime aikoina eri medioissa (Yle A-studio 2013; Helsingin Sanomat 2014). Fitness-lajien urheilijat kuitenkin pitävät median antamaa kuvaa vääränlaisena (Qvick 2015). Aiheen suuresta kiinnostuksesta ja tärkeydestä huolimatta tieteellistä tutkimusta fitnessurheilijan kilpailudieetistä tai sen palautumisjaksosta ei ole juurikaan saatavilla, joskin miehillä löytyy muutama tapaustutkimus (Rossow ym. 2013; Kistler ym. 2014; Robinson ym. 2015) ja naisilla on vain yksi tapaustutkimus (Halliday ym. 2016).

Voimanostossa, painonnostossa ja kehonrakennuslajeissa voimaharjoittelu on lajiharjoittelua, kuten fitnesslajeissa (Slater & Phillips 2011). Harjoittelukauden tavoitteena on saavuttaa mahdollisimman suuri lihasmassa ja kilpailukaudella pyritään säilyttämään saavutettu lihasmassa

sekä vähentämään kehon rasvan määrää lajikriteerien mukaiseksi (Mäestu ym. 2010; Schoenfeld 2010; Helms ym. 2014). Joissain fitnesslajeissa tähdätään yksittäisten lihasryhmien korostamiseen harjoittelussa ja erityisesti heikkouksien kehittämiseen tasapainoisen kokonaisuuden tavoittelussa.

Maailmalla on tehty paljon painonpudotustutkimuksia, jossa on tutkittu aineenvaihdunnan muutoksia painonpudotuksen aikana. Nämä tutkimukset on pääasiassa tehty joko eläimillä tai lihavilla ja vähän liikkuvilla ihmisillä (Trexler ym. 2014), mutta hyvin vähän urheilijoilla muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta (Walberg ym. 1988; Mero ym. 2010; Mettler ym. 2010; Mäestu ym. 2010; Garthe ym. 2011; Huovinen ym. 2015). Lisäksi painonpudotusjaksot ovat yleensä olleet lyhytaikaisia, tyypillisesti noin yhden kuukauden mittaisia (Mero ym. 2010).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää muuttuvatko fitnessurheilijoiden kehonkoostumus, lihaskoko ja hormonitasapaino kilpailudieetin aikana ja sitä seuranneella palautumisjaksolla. Tämän tutkimuksen avulla pyrittiin tekemään myös johtopäätöksiä siitä, miten jatkossa fitnessurheilijan kilpailudieetti kannattaisi toteuttaa, jotta lajikriteerien mukainen lihasmassa säilyy mahdollisimman hyvin ilman liian suurta hormonaalisen tilan pitkäaikaista muutosta.

2 NAISTEN FITNESS-LAJIT

Suomessa fitness-lajeihin kuuluvat classic bodybuilding, men's physique, body fitness, bikini fitness, women's physique ja fitness. Näistä neljä viimeiseksi mainittua ovat naisten fitness-lajeja. Fitness-lajit ovat olleet Suomen Antidopingtoimikunnan testauksen piirissä vuodesta 1995 lähtien. (Suomen Fitnessurheilu ry 2017.) Vuosittain dopingtestejä fitnesslajeissa suoritetaan noin 50 kappaletta (SUEK 2016).

Naisten fitness-lajeissa kilpaillaan Suomessa neljässä eri lajissa, jotka ovat fitness, bikini fitness, body fitness ja women's physique. Suomessa fitness on ollut kilpailulajina vuodesta 1996. Fitness oli ensimmäinen naisille suunnattu laji. Fitness eroaa lajina nykyisistä muista naisten lajeista sen vaativan vapaaohjelmansa vuoksi. Body fitness -lajin alkaessa vuonna 2005 naisten kilpailijamäärät alkoivat nousta. Osallistujat jakaantuivat osaksi body fitness ja fitness -lajeihin. Sen jälkeen on syntynyt vielä kaksi uutta naisille suunnattua lajia. Bikini fitness -laji on ollut Suomessa vuodesta 2011 ja women's physique -laji vuodesta 2012. Nykyisin bikini ja body fitness ovat suosituimmat naisten lajit Suomessa. (Suomen Fitnessurheilu ry 2016.) Suomen Fitnessurheilu ry:n kilpailulisenssin lunasti vuonna 2015 vajaa 800 fitness-lajien urheilijaa, mikä oli lähes kolme kertaa enemmän kuin vuonna 2012 (Suomen Fitnessurheilu ry 2015).

Naisten fitness-lajien välillä on eroja arvosteluperusteissa, kilpailijoiden lihasmassan ja kehon rasvan määrässä sekä kilpailussa suoritettavissa osioissa. Kuvasta 1 on nähtävissä eri fitness-lajien väliset erot erityisesti lihasmassan ja kehon rasvan määrässä vuoden 2016 suomenmestareilla omassa lajissaan.



KUVA 1. Fitness-lajien suomenmestarit vuonna 2016 (Bodymag 2017).

Naisfitnessurheilijan tulee edustaa lihaksikasta ja urheilullista kauneutta sekä esteettistä vartaloa. Urheilullinen kokonaisvaikutelma, lihasten erottuvuus, kehon alhainen rasvamassan määrä sekä ihon kunto ovat arvosteltavia kriteereitä. Lihasmassan ja rasvamassan määrä erottavat kuitenkin selkeimmin eri lajien vaatimukset toisistaan. Bikini fitness -kilpailijalla ei arvosteta lihasmassaa tai rasvatonta vartaloa niin paljon kuin esimerkiksi body fitness -kilpailijalla. (Suomen Fitnessurheilu ry 2017.)

Harjoittelu eri lajien välillä on lähes samankaltaista. Ainoastaan fitness eroaa selkeimmin muista lajeista, kilpailuissa suoritettavan vapaaohjelmansa vuoksi, jonka osuus on poikkeuksellisesti 50 prosenttia kokonaisarvostelusta. Vapaaohjelman tulee sisältää voimaa, nopeutta, ketteryyttä ja kestävyyttä ilmentäviä liikkeitä. Myös women's physique-lajin finaalikierroksella on vapaaohjelma, mutta sen arvostelu on 1/3 kokonaisarvostelusta ja siinä suoritetaan ainoastaan omavalintaiset poseeraukset. Bikini ja body fitness -lajeissa ei suoriteta vapaaohjelmaa vaan finaalikierroksella suoritetaan henkilökohtainen I-kävely. I-kävely on 30 sekunnin kävely, jossa kilpailija kävelee erikseen määritettyyn paikkaan ja suorittaa vapaavalintaisia poseerauksia. Kaikille lajeille yhteistä ovat kuitenkin kehon lihaksikkuuden ja rasvattomuuden vertailu neljäsosakäännöksissä, kunkin lajikriteerien mukaisesti. Neljäsosakäännöksissä eli fysiikkavertailuissa on pieniä lajikohtaisia eroja. Fysiikkavertailuissa arvostellaan urheilijoiden kehon lihaksikkuutta, rasvamassan määrää ja esiintymistä lajikriteerien mukaisesti. Fysiikkavertailussa urheilijoilla ovat päällään kilpailubikinit ja korkokengät. Women' physique -lajissa kilpailuun ei kuulu korkokengät. (Suomen Fitnessurheilu ry 2016.)

3 HYPERTROFINEN VOIMAHARJOITTELU

Kehonrakennuksessa ja fitnesslajeissa sekä lihasmassan kasvattaminen että fyysinen olemus ovat tärkeämpiä kuin fyysinen suorituskyky. Lihasmassan koko ja kehon rasvattomuus ovat tärkeitä fitnesslajeissa, joissa kilpailijoita arvostellaan lihaksen koon, symmetrian ja rasvattomuuden mukaan. Harjoittelu jaetaan yleensä kilpailukauteen ja harjoittelukauteen. Kilpailukausi käsittää kilpailudieetin ja kilpailut. Harjoittelukauden tavoitteena on saavuttaa mahdollisimman suuri lihasmassa ja kilpailukaudella pyritään säilyttämään saavutettu lihasmassa sekä vähentämään kehonrasvaa lajikriteerien mukaiseksi. (Mäestu ym. 2010; Schoenfeld 2010; Helms ym. 2014.) Miesten ja naisten välillä ei ole eroja voimaharjoittelun vasteissa, joten voimaharjoittelu ei tulisi olla erilaista miesten ja naisten välillä (Holloway & Baechle 1990; Schoenfeld 2016, 110).

Voimaharjoittelu jaetaan eri voimantuotto-ominaisuuksien mukaan maksimi-, nopeus- ja kestovoimaharjoitteluun. Maksimivoimaharjoittelu jaetaan hermostolliseen ja hypertrofiseen voimaharjoitteluun. (Bird ym. 2005.) Hypertrofisella voimaharjoittelulla tarkoitetaan lihasmassaa kasvattavaa voimaharjoittelua (Häkkinen 1990, 203). Voimaharjoittelu sisältää konsentrista, eksentristä ja isometristä lihastyötä. Konsentrisessa lihastyössä lihaspituus lyhenee ja työskentelevä lihas samalla supistuu. Eksentrisessä työssä lihaspituus kasvaa ja samalla lihas supistuu. Isometrisessä lihastyössä lihaspituus ei muutu, mutta lihas supistuu. Isometrisessä lihastyössä saavutetaan aina suurempi voimantuotto kuin konsentrisessä lihastyössä. Eksentrisessä lihastyössä kyetään tuottamaan suurin voima eri lihastyötavoista. (Fleck & Kraemer 2014, 2–3.) Lihaskasvu on lähinnä lihassolun poikkipinta-alan kasvua (Schoenfeld 2010). On myös raportoitu, että lihaksen poikkipinta-ala ei välttämättä kerro varsinaisesta lihaskasvusta varsinkaan aloittelijoilla (Damas ym. 2016). Lihaksen poikkipinta-alan ja maksimivoiman kasvulla on havaittu olevan yhteys (Frontera ym. 2000). Lihassolujen lukumäärän lisääntyminen (hyperplasia) on myös mahdollista, mutta sitä on haastava tutkimuksin osoittaa (Fleck & Kraemer 2014, 82).

Voimaharjoittelu yhdistettynä oikeanlaiseen ruokavalioon voi kasvattaa lihasmassaa ja voimaa iästä ja sukupuolesta riippumatta (Schoenfeld 2010). Harjoittelemattomilla voima kasvaa alussa pääasiassa neuraalisten adaptaatioiden kautta (Moritani 1979). Aloittelijamiehillä lihasmassa voi kasvaa jopa yli kolme kilogrammaa 12 viikon aikana (West & Phillips 2012). Myös aerobinen harjoittelu voi kasvattaa jonkin verran lihasmassaa aloittelijoilla (Konopka & Harber

2014). Perintötekijät, ikä, sukupuoli, harjoittelutausta, harjoittelun intensiteetti, tyyppi ja kesto vaikuttavat lihaskasvun määrään (Schoenfeld 2010). Myös hormonitoiminnalla on vaikutusta lihaskasvuun (Häkkinen ym. 1988b; Zatsiorsky & Kraemer ym. 2006, 20). Yksilölliset vasteet voimaharjoittelun vaikutuksista sen sijaan vaihtelevat suuresti (Hubal ym. 2005; Ahtiainen ym. 2016). Myös harjoituskokemuksella on suuri merkitys lihasmassan kehittymisessä, sillä mitä enemmän on harjoittelukokemusta, sitä haastavampaa on saada aikaan muutoksia lihaskoossa (Schoenfeld 2010). Kokeneilla mieskehonrakentajilla on havaittu, että lihaskasvua ei tapahdu edes puolen vuoden harjoittelujakson aikana (Alway ym. 1992).

Lihaskasvu on myofibrillien koon sekä lukumäärän kasvua. Lihassolu ja lihaksen poikkipinta-ala kasvavat. Myofibrillit joko kasvavat pituutta tai ne voivat kasvaa rinnan. (Schoenfeld 2010.) Lihassolujen tyyppi vaikuttaa lihaskasvuun. Lihaskasvua tapahtuu kaikissa lihassolutyypeissä voimaharjoittelun jälkeen, mutta tyypin II nopeissa lihassoluissa enemmän kuin tyypin I lihassoluissa, joskin yksilölliset erot vaihtelevat suuresti. (Häkkinen ym. 1981; Schoenfeld 2010; Fleck & Kraemer 2014, 82.) Hypertrofiaan johtava ärsyke saavutetaan kolmella eri mekanismilla: aineenvaihdunnalliset muutokset lihassolussa, lihassoluvauriot ja mekaaninen kuormitus. Nämä mekanismit voivat toimia yhtä aikaa tai erikseen. Jotta mekanismit toimivat, kohde- lihas täytyy supistua ja aktivoitua tehokkaasti tuottamaan voimaa. Optimaalinen hypertrofinen ärsyke saavutetaan mahdollisimman suurella motoristen yksiköiden rekrytoimisella ja syttymistäajuudella yhdistettynä riittävään keston. (Schoenfeld 2010.) Täydellinen motoristen yksiköiden ja lihassolujen aktivaatio saadaan aikaan harjoittelemalla uupumukseen asti, maksimaalisilla kuormilla tai teholla (Fisher ym. 2013).

Erilaisilla harjoitusohjelmilla on vaikutusta lihaskasvuun. Fitness-lajien urheilijoiden harjoitusohjelmat sisältävät usein kohtuullisia kuormia ja lyhyitä palautusjaksoja, mitkä aiheuttavat suurta aineenvaihdunnallista stressiä (Schoenfeld 2010; Rossow ym. 2013; Kistler ym. 2014; Robinson ym. 2015). Voimanostajat puolestaan harjoittelevat pääosin suurilla kuormilla, mutta palautusajat sarjojen välillä ovat verrattain pitkät, jolloin mekaaninen rasitus lihakselle on suurta (Schoenfeld 2010) Kehonrakentajat käyttävät voimaharjoittelussaan paljon erikoistekniikoita, kuten esimerkiksi korostavat liikkeiden eksentrisiä vaiheita (Hackett ym. 2013). Eksentrisen lihastyön tiedetään aiheuttavan erityisesti vaurioita lihassoluissa (Clarkson & Hubal 2002). Lihaskasvu on optimaalisinta, kun nämä kaikki kolme mekanismia toteutuvat voimaharjoittelussa (Schoenfeld 2010) Kuitenkin harjoittelun volyymin on kasvatettava nousujohteisesti, jotta lihaskasvu on jatkuvaa. Lihaksen altistuessa ylikuormitukselle ja esimerkiksi käytettävä

kuorma on suurempaa kuin aikaisemmin, lihasproteiinisynteesi lisääntyy lihaksissa ja lihassolut kasvavat (Schoenfeld ym. 2014).

Kehittymisen edellytyksenä on harjoittelun suunnitelmallinen ohjelmointi. Willoughbyn (1993) mukaan harjoitusohjelman ohjelmointi 16 viikon aikana lisää sekä ylä- että alavartalon voimaa merkittävästi verrattuna tasaisen volyymin harjoitusohjelmaan. Harjoitusohjelman ohjelmointi on havaittu lisäävän harjoitteluun vaihtelua ja ehkäisevän kehityksen taantumista (Harries ym. 2015). Harjoittelu tulee olla nousujohteista sekä harjoitusohjelmaa tulee vaihtaa ajoittain, jotta ylläpidetään riittävä hypertrofiaan johtavaa ärsykettä (Häkkinen 1994a; Schoenfeld 2010; Hackett ym. 2013).

Voimaharjoittelu voi vaikuttaa satoihin eri geeneihin sekä kiihdyttää lihaskasvua edistäviä, ja inhiboida lihaskasvua estäviä tekijöitä, kuten myostatiinia (Ratamess ym. 2009). AKT/mTOR-signalointireitin on raportoitu olevan ratkaiseva säätelijä lihaksen hypertrofiassa (Bodine ym. 2001). Voimaharjoituksen jälkeen proteiinisynteesi kiihtyy 2–3 tuntia ollen koholla noin 36–48 tuntia harjoituksen päättymisestä (MacDougall ym. 1995). Toistuvat voimaharjoitukset ja nautittu ravinto lisäävät lihasproteiinisynteesiä ja lihaskasvua. Lihassolutyyppi, lihasaktivaatio, aineenvaihdunta, aminohappojen sisäänotto ja eri hormonien vaikutukset lihassolussa myös vaikuttavat lihaskasvuun. (West & Phillips 2012.) Lihaskasvua on havaittu noin kuuden viikon kuluttua harjoittelun aloittamisesta, vaikka muutokset lihasproteiineissa ja proteiinisynteesissä alkavat jo aikaisemmin (Wernbom ym. 2007). Myös erilaisilla voimaharjoitusohjelmilla on eroja proteiinisynteesin voimakkuudessa. (Burd ym. 2010.)

Lisäksi muuhun fyysiseen aktiivisuuteen tulee kiinnittää huomiota tavoiteltaessa mahdollisimman suurta lihaskasvua. Yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu voi vähentää optimaalista lihaskasvua. Wilson ym. (2012) meta-analyysin mukaan voimaharjoittelu yhdistettynä juosten tehtävään kestävyysharjoitteluun vähentää alaraajojen lihasmassaa voimakkaammin kuin esimerkiksi voimaharjoittelu yhdistettynä pyörällä suoritettuun aerobiseen harjoitteluun. Sen sijaan systemaattisesti lisääntynyt kestävyysharjoittelun määrä on yhteydessä lihasmassan vähenemiseen. Aloittelijoilla yhdistetty voima- ja pyörällä toteutettu kestävyysharjoittelu ei välttämättä estä lihasmassan kasvua vaan lihasmassa voi jonkin aikaa kehittyä jopa hieman enemmän kuin pelkällä voimaharjoittelulla (Häkkinen ym. 2003; Wilson ym. 2012).

Yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun järjestyksellä voi olla merkitystä tavoitellessa mahdollisimman suurta lihasmassaa. Panissa ym. (2015) mukaan sekä juosten että kuntopyörällä suoritettuna korkeaintensiivinen kestävyysharjoitus ennen voimaharjoitusta vähentää voimantuottoa ja sarjakestävyyttä. Silloin kun tavoitteena on mahdollisimman suuri lihasmassan kasvatus, kestävyysharjoittelu voi olla tehokkaampi tehdä eri päivinä kuin voimaharjoitus (Wilson ym. 2012), etenkin naisilla (Eklund ym. 2015).

3.1 Yksittäinen voimaharjoitus

Voimaharjoituksen tärkein tehtävä on aiheuttaa vasteita elimistössä, jotka kehittävät urheilijaa kohti tavoitteitaan. Tämä vaatii harjoitusohjelman tarkkaa suunnittelua ja toteutusta. Hyvin suunniteltu voimaharjoitusohjelma sisältää riittävää ärsykettä ja nousujohteisuutta. Voimaharjoitusohjelma tulee olla sekä lajinomaisesti että yksilöllisesti suunniteltu. Perusedellytyksenä kehittymiselle on se, että harjoituksen kuormittavuus on jokaisella harjoituskerralla suurempaa kuin mihin lihas on aikaisemmin tottunut. (Zatsiorsky & Kraemer 2006, 4–15.) On raportoitu, että vähemmän lihassoluja rekrytoidaan suorituksen aikana samalla kuormalla harjoittelun edetessä, kun lihas on tottunut kyseiseen kuormaan. Tästä syystä ylikuormitusperiaate on välttämätöntä mahdollisimman suurelle toistuvalla lihassolujen aktivaatiolle ja lihaskasvulle. Voimaharjoitusohjelman suunnittelussa tulee huomioida myös hermostollinen kuormittavuus ja lihaskasvua kehittävät tekijät, jotta lihaskasvu on optimaalista. (Ratamess ym. 2009.)

Optimaalinen lihaskasvuun tähtäävä voimaharjoittelu sisältää konsentrista, eksentristä ja isometristä lihastyötä. Voimaharjoitus tulee sisältää yksi- ja moninivelliikkeitä, vapaita painoja ja laitteita niin aloittelijoilla kuin kokeneillakin harjoittelijoilla. (Ratamess ym. 2009.) Aloittelijoilla lihaskasvu on nopeampaa kuin jo kokeneilla harjoittelijoilla (Schoenfeld 2010). Yksittäiseen voimaharjoitukseen vaikuttavia tekijöitä ovat intensiteetti, harjoitustiheys, liikevalinta, liikejärjestys, volyyymi ja sarjojen määrä sekä palautusjaksojen pituus (Fischer ym. 2013; Fleck & Kraemer 2014, 187).

3.2 Naisten voimaharjoittelu

Voimaharjoittelu aiheuttaa naisilla samankaltaisia vasteita lihasvoiman ja lihaskoon kasvussa kuin miehillä (Staron ym. 1990, 1991). Naisilla lihassolujen määrä on hieman pienempi kuin miehillä ja ne ovat myös kooltaan pienempiä kuin miehillä. Naisilla on havaittu olevan enemmän tyypin I lihassoluja kuin miehillä. (Zatsiorsky & Kraemer 2006, 181–182.) Absoluuttisessa voimassa on havaittu eroja naisten ja miesten välillä. Tämä selittyy osittain lihassolujen koerolla. Naisen absoluuttinen voimantuotto koko kehossa on noin 60–70 % miesten vastavasta. (Zatsiorsky & Kraemer 2006, 182–183.) Kun suhteutetaan rasvaton lihasmassa tai lihasten poikkipinta-ala kehonpainoon, niin voiman kasvu on lähes yhtä suurta miehillä ja naisilla (Fleck & Kraemer 2014, 347). Lihasmassan kasvu on absoluuttisesti pienempää naisilla kuin miehillä. Lihasmassan kasvun sukupuolten välinen ero selittyy ainakin osittain naisten pienemmällä testosteronin tuotannolla. Toisaalta naisten suuremmalla estrogeenin määrällä tiedetään olevan edullista vaikutusta lihasmassan vähenemiseen. (Schoenfeld 2016, 110.) Lisäksi naisilla voi olla parempi kyky palautua voimaharjoituksesta kuin miehillä (Häkkinen 1994b). Näin ollen naisilla voi olla hyödyllistä ohjelmoida voimaharjoitusohjelma lyhyempiin ajanjaksoihin kuin miehillä (Häkkinen 1990).

4 URHEILIJOIDEN PAINONPUDOTUS

Urheilijat pudottavat painoa eri syistä; parantaakseen elimistön tehosuhdetta, urheillakseen tietyssä painosarjassa tai esteettisistä syistä. Painoa voidaan pudottaa joko rajoittamalla energiansaantia, lisäämällä energiankulutusta tai molempia, jolloin syntyy energiavaje. (Garthe ym. 2011; Trexler ym. 2014.) Päivittäinen energiankulutus koostuu lepoinaenvaihdunnasta, fyysisen aktiivisuuden aiheuttamasta energiankulutuksesta ja ruoan prosessoinnin aiheuttamasta energiankulutuksesta. Fyysisen aktiivisuuden aiheuttama energiankulutus jaetaan tiedostettuun ja tiedostamattomaan fyysiseen aktiivisuuteen. (Hall ym. 2012; Trexler ym. 2014.)

Energiavaje ja erittäin alhainen kehon rasvaprosentti asettavat erilaisia fysiologisia haasteita urheilijalle. Energiavajeen ollessa liian suurta, menetetään usein lihas- ja rasvakudosta ja tämä puolestaan alentaa energiankulutusta. (Leibel ym. 1995; Garthe ym. 2011; Trexler ym. 2014.) Mitä vähemmän rasvamassaa on painonpudotuksen alussa, sitä suuremmalla todennäköisyydellä myös rasvaton massa vähenee painonpudotuksen aikana (Forbes 2000). Mieskehonrakentajilla ja kamppailulajien urheilijoilla on raportoitu kehon rasvaprosentin olevan jopa alle viiden prosentin. Naisvoimistelijoilla on raportoitu kehon rasvaprosentiksi noin 12–13% ja huippukestävyysjuoksijoilla alimmillaan alle 10 %. (Trexler ym. 2014.)

Painonpudotus ja energiavaje vaikuttavat elimistön aineenvaihduntaan sopeuttamalla sen toimintaa. Suuri energiavaje voi aiheuttaa muutoksia hormonitasapainossa ja energia-aineenvaihdunnassa, jotka vähentävät energiankulutusta ja kylläisyyttä. (Trexler ym. 2014). Kilpirauhashormonit ja sukupuolihormonien erityis voivat laskea sekä energia-aineenvaihdunta voi hidastua jo kahden viikon kestoisessa energiavajeessa (Strauss ym. 1985; Friedl ym. 2000; Ducet ym. 2001; Johannsen ym. 2012; Rossow ym. 2013; Knuth ym. 2014). Energiavajeessa elimistö vähentää energiankulutustaan ja tiedostamaton fyysinen aktiivisuus vähenee. Tämä voi olla tärkeä osuus kokonaisenergiankulutuksesta ja sillä voi olla epäedullista vaikutusta painonpudotukseen sekä painonhallintaan. Samoin energiankulutus on havaittu vähenevän harjoittelun aikana energiavajeessa. On raportoitu, että sama harjoitus kuluttaa 10–20 % vähemmän energiaa kuin aikaisemmin. (Ducet ym. 2001; Bravata ym. 2007; Hill ym. 2009; Trexler ym. 2014; Müller ym. 2015.) Energia-aineenvaihdunta siis sopeutuu niukkaan energiansaantiin. Tätä kutsutaan adaptiiviseksi termogeneesiksi. (Ducet ym. 2001; Trexler ym. 2014; Müller ym. 2015.)

Painonpudotus noudattaa termodynamiikan ensimmäistä sääntöä: energia ei häviä mihinkään, joten sitä täytyy kuluttaa, jotta kehonpaino putoaa. Näin ollen, kun energiaa saadaan vähemmän kuin sitä kulutetaan, kehonpaino putoaa. (Hall ym. 2012.) Energiavaje on siis välttämätöntä merkittävän rasvakudosmäärän vähentämiseksi. Poikkeuksena tähän ovat aloittelijat voimaharjoittelun alussa, jolloin lihasmassaa voi kasvattaa ja rasvamassaa pienentää yhtä aikaa ilman selkeää energiavajetta (Hulmi ym. 2015). Mikäli ruoasta saadaan vähemmän energiaa kuin sitä kulutetaan, myös elimistön energiavarastot vähenevät samalla kun kehonpaino putoaa (Helms ym. 2014).

Mitä suurempaa on energiavaje, sitä enemmän kehonpaino yleensä putoaa rasvattomasta massasta (Helms ym. 2014). Painonpudotus nopeudeksi suositellaan 0,5 kg viikossa (Fogelholm 1994; Mero ym. 2010; Hall ym. 2012; Helms ym. 2014), koska tämä mahdollistaa muun muassa riittävän proteiinin saannin ja harjoittelua tukevan energiasaannin, joka voi minimoida lihasmassan vähenemistä (Helms ym. 2014). Vuorokautisen energiamäärän vähentäminen 500–1000 kilokalorilla päivässä johtaa lähtökohtaisesti 0,5–1,0 kilogramman painonpudotukseen viikossa (Schoeller 2009; Hall ym. 2012). Jotta painonpudotus jatkuisi, tulee energiamäärän pienentyä koko ajan kokonaispainon laskiessa, koska energiankulutus pienenee kevyempää kehoa liikuteltaessa (Hall ym. 2012; Müller ym. 2015). Tutkimukset osoittavat, että yksilöiden välillä on erilaisia aineenvaihdunnallisia adaptaatioita energiavajeen aikana, ja sen jälkeen. Kehonpaino ei välttämättä putoa, vaikka laskennallisesti energiavaje olisi riittävä. Luultavasti mitä vähäisempää energiansaanti on, sitä voimakkaammin elimistö sopeutuu. (Helms ym. 2014; Trexler ym. 2014.) Optimaalisessa painonpudotuksessa rasvamassan väheneminen on mahdollisimman suurta ilman lihasmassan menetystä (Freedman ym. 2001). Voimaharjoittelun, maltillisen energiavajeen ja proteiinipitoisen ruokavalion avulla voidaan ehkäistä lihasmassan pienemistä, ja jopa kasvattaa lihasmassaa energiavajeesta huolimatta (Donnelly ym. 1993; Garthe ym. 2011; Churchward-Venne ym. 2013).

4.1 Maksimi- ja nopeusvoima sekä painonpudotus

Maksimivoiman on havaittu vähenevän painonpudotuksen aikana. Laajan meta-analyysin Zibellini ym. (2016) mukaan maksimivoima heikkenee reidenojennuksessa painonpudotuksen yhteydessä sekä ylipainoisilla ja lihavilla miehillä että naisilla. Voiman heikkenemistä on havaittu myös painijoilla ja judokoilla, kun heidän kehonpainonsa on samalla pudonnut (Roemich & Sinning 1997; Degoutte ym. 2006). Mero ym. (2010) mukaan naiskuntoilijat, jotka pudottivat neljän viikon painonpudotusjakson aikana yhden kilogramman viikossa kehonpainostaan, maksimivoima penkki-punnerruksessa väheni, kun vastaavasti 0,5 kg viikossa pudottaneella ryhmällä ei havaittu muutoksia penkki-punnerruksessa. Tutkijat arvioivat, että penkki-punnerrustuloksen heikkeneminen johtui samanaikaisesta suuresta kehonpainon vähenemisestä, joka oli keskimäärin -4,6 kg. Samassa tutkimuksessa kevennyshyppytulokset kehittyivät tilastollisesti merkitsevästi 1 kg / viikossa pudottaneella ryhmällä, kun taas 0,5 kg viikossa pudottavalla ryhmällä tulos kehittyi. Tämä ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevää. Myöskään Huovinen ym. (2011) tutkimuksessa ei havaittu maksimivoimatulosten heikkenemistä mies-yleisurheilijoilla. Toisaalta painonpudottamisella ei välttämättä ole haitallisia vaikutuksia maksimivoimatasoihin urheilijoilla. Garthe ym. (2011) tutkimuksessa 0,7% kehonpainostaan viikossa pudottavalla ryhmällä yhdentoistonmaksimivoima parani tilastollisesti merkitsevästi penkki-punnerruksessa ja jalkakyykyssä. Myös 1,4 % kg viikossa pudottavalla ryhmällä tulokset näyttäsivät parantuneen, mutta parannus oli ainoastaan kyykyssä tilastollisesti merkitsevä. Mettler ym. (2010) tutkimuksessa ylävartalon yhdentoistonmaksimivoima kehittyi tilastollisesti merkitsevästi kahden viikon suuren energiavajeen aikana sekä korkean ja alhaisen proteiinipitoisen ruokavalion ryhmillä. Kaikki edellä mainitut tutkimusten painonpudotusjaksot olivat verrattain lyhytkestoisia.

4.2 Hormonitasapaino ja painonpudotus

Painonpudotuksella on havaittu olevan vaikutusta elimistön hormonitasapainoon. Painonpudotus lihavilla tai ylipainoisilla vaikuttavat tyypillisesti elimistön hormonitasapainoon (Geliebeter ym. 2014). Painonpudotuksen on havaittu laskevan kilpirauhashormonien T3-hormonin määrää, kun taas T4 ja TSH -hormonien on raportoitu pysyvän yleensä muuttumattomana (Johannsen ym. 2012; Fothergrill ym. 2016). Myös insuliinin paastopitoisuus on havaittu laskevan painonpudotusjakson aikana (Santesso ym. 2012; Bazzano ym. 2014; Geliebeter ym. 2014) kuten myös testosteronin kohdalla (Norman ym. 2004). Samoin estrogeenipitoisuuden on havaittu

laskevan painonpudotuksen aikana (Williams ym. 2010), mutta ei kaikissa tutkimuksissa (Westerlind & Williams 2007). Kilpaurheilijoilla painonpudotus vaikuttaa hormonitasapainoon samoin kuin lihavilla tai ylipainoisilla (Trexler ym. 2014). Testosteronipitoisuuden on havaittu vähenevän fitnessurheilijoilla ja kehonrakentajilla painonpudotusjakson aikana (Mäestu ym. 2010; Rossow ym. 2013). Vastaavasti kortisolipitoisuus on havaittu nousevan urheilijoilla painonpudotuksen aikana (Prouteau ym. 2006; Rossow ym. 2013), mutta kortisolin nousua ei ole havaittu kaikissa tutkimuksissa (Mäestu ym. 2010). Toisaalta Huovinen ym. (2015) tutkimuksessa ei havaittu hormonitasapainon muutoksia miesyleisurheilijoilla neljän viikon painonpudotusjakson aikana.

Roemmich & Sinning (1997) raportoivat, että painonpudotuksella ja testosteronipitoisuuden laskulla on yhteys. Tutkimuksessa tutkittiin painijoiden painonpudotuksen vaikutusta hormonitasapainoon ennen kilpailukautta ja kilpailukauden jälkeen sekä noin neljä kuukautta kilpailukauden päättymisestä. Alkumittaukset suoritettiin kahta viikkoa ennen kilpailukautta ja välimittaukset noin neljä kuukautta kilpailukauden alkamisesta. Loppumittaukset suoritettiin neljä kuukautta kilpailukauden päättymisestä. Kehonpaino putosi kilpailukauden aikana merkitsevästi 4,0 % ja samalla rasvamassa väheni 2,1 %. Testosteronipitoisuus laski merkitsevästi kilpailukauden aikana sekä nousi jopa hieman yli lähtötason loppumittauksiin. Kortisolipitoisuudessa ei havaittu muutosta koko tutkimusjakson aikana. (Roemmich & Sinnig 1997.) Myös merkittävää testosteronipitoisuuden laskua on havaittu mies- ja naisjudokoilla painonpudotusjakson aikana, jolloin painonpudotus oli noin 4 %. Kuitenkin kortisolipitoisuudessa havaittiin 81 % nousu painonpudotusjakson aikana. Mittaukset suoritettiin harjoituskaudella ja viikko ennen kilpailuja, jolloin kilpailupaino oli saavutettu. Kolmas mittaus suoritettiin kolmen viikon jälkeen edellisistä mittauksista, jolloin paino oli palautunut pudotetusta kilpailupainosta. (Prouteau ym. 2006.) Myös testosteronipitoisuuden laskua painonpudotusjakson aikana on havaittu muissa urheilijoilla ja kuntoilijoilla tehdyissä tutkimuksissa (Karila ym. 2008; Mero ym. 2010).

Hormonipitoisuuksien muutoksia on havaittu myös kehonrakentajilla ja fitnessurheilijoilla kilpailudieetin aikana. Rossow ym. (2013) mukaan testosteronipitoisuus laski noin 12 viikon kohdalla 26 viikon pituisen kilpailudieetin aikana classic bodybuilding -kilpailijalla ja pysyi alhaalla kilpailuihin asti. Kortisolipitoisuus nousi kilpailudieetin aikana ja yhdessä alentuneen testosteronipitoisuuden kanssa tutkijat arvioivat sen ilmentävän urheilijan ylipainotilaa. Puo-

len vuoden palautumisjakson aikana testosteronipitoisuus nousi ja kortisolipitoisuus laski kolmen kuukauden mittausajankohdan kohdalla kilpailujen mittausajankohdasta. Samankaltaista testosteronipitoisuuden laskua on havaittu mieskehonrakentajilla. Mäestu ym. (2010) tutki mieskehonrakentajien energia- ja hormonitasapainon muutoksia 11 viikon kilpailudieetin aikana ja sen jälkeen. Testosteronipitoisuus laski keskimäärin kilpailudieetin aikana. Kuitenkaan kortisolipitoisuudessa ei havaittu eroja.

Naisilla painonpudotuksen on havaittu vähentävän estradiolin määrää (Baer ym. 1992). Myös estrogeenin vähentymistä on havaittu naisilla useissa tutkimuksissa (De Souza & Williams 2005; Torstveit ym. 2005; Williams ym. 2010). Pahimmillaan niukka energian saatavuus naisurheilijoilla yhdistettynä kovaan harjoitteluun aiheuttavat hormonitasapainon muutoksia ja kuukautiskierron häiriintymistä (Mountjoy ym. 2014). Myös testosteronipitoisuuden laskua ja kortisolipitoisuuden nousua on havaittu urheilijoilla kovan harjoittelukauden aikana (Salvador ym. 2001), joskin kortisolipitoisuuden muutokset voivat olla yksilöllisiä, kuten koripalloilijoilla tehdyssä tutkimuksessa havaittiin (González-Bono ym. 2002). Tällaisesta energiavajeen ja kovan fyysisen harjoittelun aiheuttamasta hormonitasapainoa muuttavasta tilasta käytettiin naisilla ennen nimitystä naisurheilijan oireyhtymä. Nykyisin tiedetään, että vastaavanlainen tila on myös mahdollista miesurheilijoilla (Mountjoy ym. 2014.), sillä Hagmar ym. (2013) havaitsivat vapaan testosteronin alentumaa esteettisten tai painoluokkalajien miesurheilijoissa verrattuna muiden lajien miesurheilijoihin. Nykyisin tästä tilasta käytetään nimitystä Relative Energy Deficiency in Sport eli RED-S -oireyhtymä (Mountjoy ym. 2014). RED-S oireyhtymässä useat tutkimukset ovat havainneet testosteronipitoisuuden alentumaa mieskestävyysurheilijoilla (Barack ym. 2013). Fyysisen kovan rasituksen ja energiavajeen aiheuttamaa hormonitasapainon muutosta tukevat useat sotilailla tehdyt tutkimukset (Friedl ym. 2000; Nindl ym. 2007; Kyröläinen ym. 2008). Sotilailla on havaittu merkittävää testosteronipitoisuuden laskua kahdeksan viikon kestoisessa harjoituksessa, jossa oli erittäin suuri energiavaje ja samanaikaisesti suuri fyysinen kuormitus. Myös kortisolipitoisuus ja muut kataboliset hormonit nousivat merkittävästi kovan fyysisen rasituksen aikana. (Friedl ym. 2000.) Kuitenkin testosteronipitoisuus on havaittu nousevan, jopa lähtötasojen yläpuolelle, kun harjoituksen kuormitusta kevennetään harjoittelujakson aikana (Kyröläinen ym. 2008). Hormoneista lisää luvussa 6.

5 FITNESSURHEILIJAN KILPAILUUN VALMISTAUTUMINEN JA PALAUTUMINEN

Fitness-lajien suosio on kasvanut viime vuosina maailmanlaajuisesti, mutta aiheen suuresta kiinnostuksesta huolimatta tieteellistä tutkimusta fitnessurheilijan kilpailudieetistä tai sen palautumisjaksosta ei ole juurikaan saatavilla. Miehillä löytyy muutama tapaustutkimus (Rossow ym. 2013; Kistler ym. 2014; Robinson ym. 2015) ja naisilla on vain yksi vuoden 2016 lopulla julkaistu tapaustutkimus (Halliday ym. 2016). Kehonrakentajilla kilpailudieetin vaikutuksista on raportoitu hieman laajemmin (Bamman ym. 1993; Walberg-Rankin ym. 1993; Andersen ym. 1998; Mäestu ym. 2010; Kim ym. 2011). Kuitenkin kehonrakentajilla tehdyt tutkimukset eivät ole täysin vertailukelpoiset fitness-lajien urheilijoilla tehtyjen tutkimusten kanssa, sillä kehonrakennukseen yhdistetään usein urheilussa kiellettyjen menetelmien ja aineiden käyttö (Hackett ym. 2013; Spendlove ym. 2015).

Fitnessurheilijan kilpailuun valmistautuminen koetaan vaativaksi, sillä se asettaa niin henkisiä kuin fyysisiä haasteita. Kilpailudieetin on raportoitu aiheuttavan väsymyksen tunnetta, lyhyttä hermojen hallintakykyä ja ahdistuneisuutta kehonrakentajilla ja fitnessurheilijalla. (Andersen ym. 1998; Rossow ym. 2013.) Kuitenkin kilpailudieetti koetaan jälkeenpäin positiivisena asiana, ainakin naisfitnessurheilijoiden keskuudessa (Qvick 2015). Kehonrakentajilla ja fitnessurheilijoilla kilpailudieetin on raportoitu myös vähentävän voimaa (Bamman ym. 1993; Rossow ym. 2013) ja aiheuttavan naisilla kuukautiskiertyön liittyviä häiriöitä (Kleiner ym. 1990; Halliday ym. 2016), lisäävän väsymyksen tunnetta, masennusta, jännittyneisyyttä ja sekavuutta (Newton ym. 1993) sekä lisäävän ruoan ahmimista niin kilpailudieetillä (Van der Ploeg ym. 2001) kuin palautumisjaksolla (Lamar-Hildebrand ym. 1989; Steen 1991; Walberg-Rankin ym. 1993). Kehonrakentajien palautumisjaksolla on havaittu myös erittäin suuria, äkillisiä, painonnousuja. Steen ym. (1991) raportoivat jopa 15 kg painonnoususta kolme viikkoa kilpailujen jälkeen ja Hickson ym. (1990) raportoivat noin kahdeksan kilogramman painonnoususta ainoastaan kaksi vuorokautta kilpailujen jälkeen. Nämä tutkimukset ovat käsitelleet mieskehonrakentajia, joiden kehonpaino ja rasvaton massa ovat suuremmat kuin naisilla (Spendlove ym. 2015).

Fitnessurheilijan kilpailukausi käsittää kilpailudieetin pituisen ajanjakson. Kilpailudieetti kestää yleensä 12–24 viikkoa, riippuen urheilijan lähtötilanteesta. Kilpailudieetillä rajoitetaan energiansaantia ja usein myös lisätään energiankulutusta lisäämällä harjoittelun määrää, jotta

painonpudotus on jatkuvaa koko dieetin ajan. Kilpailudieetin tavoitteena on optimaalisen kilpailukunnan saavuttaminen vähentämällä kehon rasvamassan määrää, samalla säilyttäen lihasmassaa mahdollisimman paljon. (Bamman ym. 1993; Rossow ym. 2013; Helms ym. 2014; Kistler ym. 2014.) Painonpudotusvauhdiksi kilpailudieetillä suositellaan 0,5–1,0 % viikossa kokonaispainosta (Helms ym. 2014). Dieetin aikana aerobisen harjoittelun osuus ja esiintymis- ja poseerausharjoittelun määrien on aiemmin raportoitu kasvavan miesfitnessurheilijalla (Rossow ym. 2013). Myös voimaharjoittelun määrä on raportoitu kasvavan, ainakin mieskehonrakentajilla (Bamman ym. 1993; Mäestu ym. 2010). Fitnessurheilijoiden keskuudessa voimaharjoittelua tehdään 4–5 harjoitusta viikossa ja jokainen lihasryhmä harjoitetaan joko kerran (Robinson ym. 2015) tai kaksi kertaa viikossa (Rossow ym. 2013). Poseerausharjoittelua suoritetaan kilpailudieetin aikana 1–4 kertaa viikossa (Rossow ym. 2013; Robinson ym. 2015). Lisäksi taksasykkeistä matalatehoista aerobista harjoittelua ja/tai korkeaintensiivistä intervalliharjoittelua tehdään dieetin edetessä 2–6 kertaa viikossa (Robinson ym. 2015).

Kilpailuviikolla suoritetaan viimeistelyviikko, jonka tarkoituksena on kasvattaa lihaskokoa ja parantaa lihasten erottuvuutta. Viimeistelyviikko toteutetaan vähentämällä nesteen saantia, muuttamalla elektrolyyttitasapainoa ja lisäämällä hiilihydraattien saantia. Kestävyysurheilusta tututulla hiilihydraattityhjennys-tankkauksella pyritään lisäämään lihasten glykogeenivaraston kokoa ja siten suurentamaan lihaskokoa kilpailupäivänä. Tarkoituksena on myös ylimääräisen solunulkopuolisen nesteen poistaminen rajoittamalla nesteen ja natriumin saantia siten, että lihaserottuvuus ja -koko olisivat mahdollisimman suuret kilpailijan astuessa lavalle. (Helms ym. 2014.) Lisätutkimuksia viimeistelyviikon hyödyistä ja menetelmistä tarvitaan.

Kilpailudieetin jälkeen aloitetaan palautumisjakso, jonka tarkoituksena on palautua kilpailudieetin aiheuttamista muutoksista (Walberg-Rankin ym. 1993; Rossow ym. 2013). Palautumisjaksolla pyritään palautumaan kilpailudieetin aiheuttamasta voiman heikkenemisestä, hormonasapainon muutoksista ja väsymyksestä (Bamman ym. 1993; Andersen ym. 1998; Rossow ym. 2013; Helms ym. 2014). Palautumisjakson jälkeen siirrytään harjoituskauteen, jonka tavoitteena on taas kehittyä seuraaviin kisoihin. Palautumisjakson aikana energiansaanti voi nousta paljon verrattuna kilpailudieettiin. (Walberg-Rankin ym. 1993; Rossow ym. 2013.)

Kilpailudieetin on raportoitu aiheuttavan fitnessurheilijan kehonkoostumuksessa merkittäviä muutoksia. Seuraavaksi esitellään, kuinka kehonkoostumus on muuttunut kilpailudieetin aikana

fitnessurheilijoilla ja kehonrakentajilla. Rossow ym. (2013) mukaan miesfitnessurheilijalla kehonpaino putosi kuuden kuukauden kilpailudieetin aikana 14,0 kg, josta rasvatonta massaa oli 2,8 kg. Rasvaprosentti putosi 10,3 prosenttiyksikköä, rasvaprosentin ollessa lopulta 4,5 %. Rasvaton massa väheni kilpailudieetin aikana 21 %. Vastaavasti Kistler ym. (2014) mukaan miesfitnessurheilijalla rasvaton paino väheni kuuden kuukauden kilpailudieetin aikana 75,2 kilogrammasta 68,6 kilogrammaan ja koko kehonpaino putosi 15,3 kg. Kehon rasvamassa putosi 10,4 kg sekä rasvaprosentti pieneni 10,1 prosenttiyksikköä. Rasvaton massa väheni kilpailudieetin aikana 32 %. Robinson ym. (2015) mukaan kehonpaino putosi 14 viikon aikana miesfitnessurheilijalla 11,7 kg, josta 6,7 kg on rasvamassaa sekä 5,0 kg rasvatonta massaa. Näin ollen rasvaton massa putosi 43 % kilpailudieetin aikana. Myös naisfitnessurheilijalla on havaittu samankaltaista rasvamassan vähenemistä kilpailudieetin aikana mutta ei rasvattoman massan vähenemistä. Halliday ym. (2016) mukaan kehonpaino väheni body fitness -kilpailijalla 20 viikon mittaisen kilpailudieetin aikana 5,1 kg lähtöpainon ollessa 54,9 kg. Rasvaprosentti putosi 15,1 %:sta 8,6 %:iin kilpailudieetin aikana. Rasvaton massa pysyi samana koko kilpailudieetin ajan. 20 viikon palautumisjakson jälkeen rasvaprosentti nousi 14,8 %:iin, kehonpainon noustessa alkutilanteen tasolle.

Myös kehonrakentajilla on raportoitu kehonkoostumuksen muutoksia kilpailudieetin aikana. Bamman ym. (1993) mukaan mieskehonrakentajien kehonpaino laski 12 viikon kilpailudieetin aikana 7,3 kg ja rasvaprosentti oli dieetin lopussa 5 %. Rasvattomassa massassa ei juurikaan tapahtunut muutosta dieetin aikana. Mäestu ym. (2010) tutkimuksessa seitsemän mieskehonrakentajaa pudotti 11 viikon kilpailudieetin aikana 4,1 kg kehonpainoa ja rasvaprosentti putosi 3,1 %. Samankaltaisia muutoksia on raportoitu naisilla kilpailudieetin aikana. Walber-Rankin ym. (1993) mukaan naiskehonrakentajien paino putosi viimeisen kuukauden aikana ennen kilpailuja 2,6 kg. Vastaavasti Van der Ploeg ym. (2001) mukaan naiskehonrakentajien paino putosi 12 viikon kilpailudieetin aikana 5,8 kg, josta 4,4 kg oli rasvamassaa ja 1,4 kg rasvatonta massaa. Kehonrasvaprosentti putosi 18,3 %:sta 12,7 %:iin. Tutkimuksessa oli mukana viisi naiskehonrakentajaa, joilla oli noin 7 vuoden harjoittelutausta. Myös Andersen ym. (1998) kyselytutkimuksen mukaan naiskehonrakentajien dopingtestatuissa kilpailuissa paino putosi kilpailudieetin aikana 8,4 kg. Naiset olivat noin 55,5 kg ja heidän keskipituus oli 164,2 cm.

5.1 Fitnessurheilijan voimaharjoittelu

Fitness-lajien urheilijat jakavat yleensä harjoittelun kahteen eri kauteen eli harjoittelukausi ja kilpailukausi. Kilpailukausi käsittää kilpailudieetin ja kilpailujen pituisen jakson. Harjoittelukaudella voimaharjoittelulla pyritään maksimaaliseen lihaskasvuun lajikriteerien mukaisesti. Vastaavasti kilpailukaudella pyritään ylläpitämään harjoittelukaudella saavutettu lihasmassa, samalla rasvamassaa vähentäen. (Helms ym. 2015.) Fitnessurheilijan voimaharjoittelu koostuu dynaamisesta ja isometrisestä voimaharjoittelusta (Rossow ym. 2013). Dynaaminen voimaharjoittelu sisältää pääasiassa kuntosalilla tehtävää voimaharjoitusta, joka sisältää konsentrista ja eksentristä voimaharjoittelua (Fleck & Kraemer 2014, 2–3). Isometrinen voimaharjoittelu tarkoittaa käytännössä poseerausharjoittelua. Poseerausharjoittelu on 30–60 sekuntia kestävä isometristä lihastyötä, jossa lihaksia jännitetään eri asennoissa lajikriteerien vaatimalla tavalla. Poseerausharjoittelua tehdään pääsääntöisesti vain kilpailukaudella 1–4 kertaa viikossa. (Rossow ym. 2013.) Poseerausharjoittelu on dokumentoitu tutkimuksissa erittäin vähäisesti.

Harjoittelukaudella tehdään yleensä korkean volyymin harjoittelua, joka koostuu eri kehon osien harjoittelusta kerran viikkoon. Erilaisia erikoistekniikoita käytetään lihasmassan kasvattamiseksi: pyramidiharjoittelu, eksentristen osuuksien korostaminen, supersarjat ja pakkotoistot. (Ahtiainen ym. 2003; Schoenfeld 2010; Hackett ym. 2013.) Kilpailudieetin aikana voimaharjoittelun tarkoituksena on tuottaa lihasta kasvattava ärsyke, jotta lihasmassa säilyisi mahdollisimman hyvin. Voimaharjoittelu kilpailudieetin aikana ei siis juuri eroa harjoittelukauden aikaisesta harjoittelusta. Palautuminen voi olla kuitenkin heikompaa energiavajeessa, joten voimaharjoittelun jaksottaminen korostuu kilpailudieetillä. Harjoitusohjelma tulee suunnitella jokaiselle urheilijalle yksilöllisesti, ottaen huomioon urheilijan palautumiskapasiteetti. Lihaskasvua voi tapahtua myös painonpudotuksen aikana, mutta tutkimusten mukaan tätä nähdään eniten harjoittelemattomilla, aloittelijoilla sekä ylipainoisilla. (Helms ym. 2015.)

Yleisesti urheilussa harjoitusohjelma suunnitellaan niin, että suorituskyky on huipussaan kilpailuissa. Harjoittelun ohjelmoinnilla pyritään myös ajoittamaan kilpailussa vaadittava suorituskyky oikeaan aikaan ja välttämään harjoitteluvasteiden taantumista sekä ehkäisemään ylirasitusta tai ylikuntoa. (Rhea ym. 2004; Fleck & Kraemer 2014, 258.) Fitness-lajien kilpailuissa suorituskyvyllä ei ole merkitystä, sillä kilpailusuoritus ei sisällä varsinaista fyysistä suoritusta (Helms ym. 2014) pois lukien fitness-lajin vapaaohjelma. Harjoittelua tulee kuitenkin jaksottaa,

jotta kehittyminen on jatkuvaa (Häkkinen 1990, 1994a; Schoenfeld 2010). Harjoittelun jaksotamisella saavutetaan tehokkaammat lihaskasvun vasteet verrattuna siihen, kun harjoittelua ei jaksoteta. Suosituksen mukaan yhdessä harjoituksessa toistoja tulee olla yhtä lihasryhmää kohden noin 40–70 toistoa. Kokeneet urheilijat voivat kuitenkin hyötyä vielä suuremmista toistomääristä. Jokainen lihasryhmä suositellaan harjoiteltavan 2–3 kertaa viikossa, mutta tässä tulee ottaa huomioon yksilölliset erot harjoittelun vasteissa. Harjoittelun määrää voi olla hyvä pudottaa kilpailukaudelle, koska palautuminen on silloin todennäköisesti heikompaa. (Helms ym. 2015.)

5.2 Fitnessurheilijan aerobinen harjoittelu

Monien lajien urheilijat harjoittelevat sekä voima- että kestävyysharjoittelua saavuttaakseen lajikohtaiset tavoitteet (Leveritt & Abernethy 1999). Erilaisia kestävyysharjoittelun muotoja on useita. Kestävyysharjoittelu voidaan jakaa eri kestävyiden lajeihin suoritustehon mukaan; aerobinen peruskestävyys, vauhtikestävyys, maksimikestävyys ja nopeuskestävyys. Yleisesti aerobinen harjoittelu jaetaan korkea intensiiviseen aerobiseen harjoitteluun ja pitkäkestoiseen aerobiseen harjoitteluun, joka on matalalla teholla suoritettava, pitkäkestoinen harjoitus. Korkea intensiivinen aerobinen harjoitus on yleensä lyhytkestoinen ja intensiteetiltään suurempi kuin pitkäkestoinen harjoitus. (Bompa & Haff 2009, 287.) Pitkäkestoinen aerobinen harjoitus on havaittu parantavan kestävyysominaisuuksia. Pelkästään noin viikonkestoinen pitkäkestoinen aerobisen harjoittelun jakso on havaittu kehittävän kestävyyskuntoa. (Gibala ym. 2006.)

Korkeatehoisessa intervalliharjoittelussa (High-Intensity Interval Training) suoritetaan useita 30 s – 10 min kestäviä korkeatehoisia suorituksia. Niin sanotun työsarjan jälkeen seuraa aina kevyt 1–4,5 minuutin palauttava jakso. (Bompa & Haff 2009, 296.) Myös korkeatehoisen intervalliharjoittelun eli HIIT-harjoittelun on havaittu parantavan kestävyyskuntoa (Gibala ym. 2006), ja lisäksi pudottavan painoa ja vähentävän rasvatonta massaa naisilla (Hazell ym. 2014).

5.3 Fitnessurheilijan ruokavalio

Ravinto on erittäin tärkeässä roolissa voima- ja nopeuslajien urheilijoilla. Ravinnosta saa energiaa harjoitteluun, harjoituksesta palautumiseen ja se mahdollistaa harjoittelun adaptaatiot kuten lihaskasvun. (Slater & Phillips 2011.) Energiavaje voimaharjoittelun aikana on yleistä ur-

heilijoilla, jotka pyrkivät alentamaan painoaan tai muokkaamaan kehonkoostumusta, kuten fitnessurheilijoilla kilpailudieetillä (Helms ym. 2014). Erilaisia ruokavaliomalleja painonpudotukseen on olemassa runsaasti (Katz & Meller 2014). Kehonrakentajilla on raportoitu kilpailudieetin ruokavalion sisältävän vähän energiaa, erittäin suuria määriä proteiinia (Spitler ym. 1980) ja erittäin vähän rasvaa (Lamar-Hilderbrand ym. 1989). Tyypillisesti hiilihydraattien saantia on rajoitettu ja ateriarytmi on voinut sisältää jopa 10 ateriaa päivässä (Steen 1991).

Fitnessurheilijan ruokavaliolle on yleistä sen tarkka noudattaminen sekä harjoituskaudella että kilpailukaudella. Joustavammatkin ratkaisut ovat kuitenkin nykyään melko suosittuja. Esimerkiksi Robinson ym. (2015) raportoivat, että men's physique -kilpailija söi harjoituskaudella noin kaksi kertaa viikossa niin sanotun cheat-mealin, joka koostui esimerkiksi pizzasta tai jäätelöstä. Cheat-meal eli vapaa-ateria on ateria, jolla voidaan syödä yhdellä aterialla vapaasti oman mieltymyksen mukaan, muuten yksityiskohtaista ruokavaliota noudattaen. Tällä uskotaan olevan aineenvaihduntaa kiihdyttävä vaikutus pitkään jatkuneella dieetillä. Toisaalta se voi olla eräänlainen palkinto pitkään jatkuneesta kurinalaisesta ruokavalion noudattamisesta. (Pila ym. 2017.) Vapaa-ateriasta voi olla hyötyä fitnessurheilijalle ruokavalion noudattamisessa, vaikka suoranaista tutkimusnäyttöä siitä ei ole olemassa. Varady ym. (2011) tutkimuksessa havaittiin, että painonpudotukseen tai rasvamassan vähenemiseen ei ollut vaikutusta, vaikka yhtenä päivänä energiansaanti oli suurempaa kuin ryhmällä, jolla oli tasainen energiansaanti koko ajan. Lisäksi sotilaille tehdyssä tutkimuksessa yksittäinen tankkauspäivä noin tutkimusjakson puolivälissä, jossa sotilaat olivat noin 1000 kcal energiavajeessa kahdeksan viikon ajan, nosti anabolisten hormonien määrää merkitsevästi (Friedl ym. 2000; Kyröläinen ym. 2008). Tällaisella tankkauspäivällä tai vapaa aterialla voitaisiin ehkä myös ehkäistä mahdollisia syömishäiriöiden syntymistä, mitä on raportoitu kehonrakentajilla (Wahlberg-Rankin ym. 1993; Van der Ploeg ym. 2001).

Kilpailudieetin ruokavaliossa energiamäärä vähenee kohti kilpailuja. Energiamäärän vähennys syntyy yleensä hiilihydraattien vähentämisestä ja mahdollisesti myös rasvojen vähentämisestä. (Rossow ym. 2013; Robinson ym. 2015.) Erilaisia kilpailudieetin ruokavaliomalleja on olemassa useita erilaisia, koska mitään virallista ohjeistusta ei ole olemassa (Halliday ym. 2016). Yksi vaihtoehto on, että vuorokausittainen energiamäärä ja ruoka-aineet ovat hieman alhaisemmat 5–6 päivänä viikosta kilpailudieetin ajan, pois lukien tankkauspäivinä. Tankkauspäivät ovat 1–2 kertaa viikossa, jolloin päiväkohtainen energiansaanti on suurempaa. (Rossow ym.

2013; Kistler ym. 2014.) Näin muodostuu viikoittainen energiansaanti, jota vähennetään tarvittaessa. Ehkä perinteisin malli on muodostaa ruokavalio siten, että energiansaanti on päivittäin koko ajan sama. Tällöin päivittäistä energiansaantia vähennetään tietyn väliajoin, jotta painonpudotus on jatkuvaa. (Robinson ym. 2015.) Kolmas malli on muodostaa ruokavalio siten, että energiamäärä vaihtelee viikon aikana liikuntamäärien ja energiakulutuksen mukaan (Halliday ym. 2016). Tätä energiasaannin vaihtelun mahdollista hyötyä tukee Davoodi ym. (2014) ylipainoisilla tekemä tutkimus. Tutkimuksessa vertailtiin kahta eri painonpudotusmenetelmää, jossa yksi ryhmä pudotti painoa vaihtelevalla energiasisältöisellä ruokavaliolla. Toisella ryhmällä oli tavallinen tasainen energiavaje koko painon pudotusjakson ajan. Vaihtelevalla ruokavaliolla pudottaneiden lepoenergiankulutus oli suurempaa tutkimusjakson jälkeen kuin tasaisella energiavajeella pudottaneella ryhmällä. (Davoodi ym. 2014). Voi olla siis järkevää suunnitella painonpudotusjakso niin, että energiamäärissä on vaihtelua dieetin aikana, mutta lisää tutkimuksia eri ruokavaliomalleista kilpailudieetillä kaivataan. Kilpailudieetille suositellaan taulukon 1 mukaista energiaravintoaineiden makrojakaumaa, jossa energiaravintoaineiden saanti on suhteutettuna urheilijan painoon (Helms ym. 2014).

TAULUKKO 1. Energiaravintoaineiden saantisuositus kilpailudieetille / urheilijan paino

| Energia- ravintoaine | Määrä |
|-------------------------|-----------------------------|
| Proteiini (g/kg) | 1,8–2,7 g / kg ¹ |
| Hiilihydraatit | 4–7 g / kg* ² |
| Rasva (g/kg) | 0,5–1,0 g ³ |

¹(Murphy ym. 2015; Slater & Phillips 2011;³Apong 2013, 517) *Määrä riippuu muiden energiaravintoaineiden saannista ja hiilihydraatteja suositellaan vähentämään kilpailudieetin edetessä (Helms ym. 2014).

5.3.1 Proteiinit

Yksi gramma proteiinia sisältää noin 17 kJ eli noin 4 kilokaloria (Hall ym. 2012). Riittävä proteiinin saanti on tärkeää rasvattoman massan säilyttämiseksi. Urheilijoiden proteiinin tarve on suurempaa ja voima- ja nopeuslajien urheilijat hyötyvät korkeammasta proteiinin saannista.

Urheilijan proteiinin tarpeeksi arvioidaan 1,2–2,2 grammaa painokiloa kohden, silloin kun urheilijan kokonaisenergiansaanti on riittävää. (Helms ym. 2014.) Tällöin yhdellä aterialla proteiinia suositellaan urheilijoille 0,25 grammaa painokiloa kohden (Phillips 2014). Proteiinin tarve kasvaa energiavajeessa ja tarve on vielä suurempaa mitä enemmän on rasvatonta massaa. Matalan kehon rasvaprosentin omaava urheilija tarvitsee suhteellisesti enemmän proteiinia verrattuna urheilijaan, jonka rasvaprosentti on suurempi. Fitnessurheilijan proteiinin tarve voi siis olla vieläkin suurempaa kuin muiden lajien urheilijoilla. Fitnessurheilijan proteiinin optimaalista saantia lisää entisestään kilpailudieetin aikainen voimaharjoittelu, aerobinen harjoittelu, energiavaje ja kehon alhainen rasvaprosentti. (Helms ym. 2014.) Murphy ym. (2015) mukaan painonpudotuksen aikana urheilijan on hyödyllistä saada 2,3–3,1 g proteiinia rasvatonta painokiloa kohden. Proteiinipitoisesta ruokavaliosta on mahdollisesti hyötyä kilpailudieetin aikana. Proteiinipitoisen ruokavaliion tiedetään lisäävään kylläisyyden tunnetta ja energiankulutusta (Westerterp-Plantega ym. 2006) sekä vähentävän lihasmassan pienenemistä energiarajoituksen aikana (Phillips & Van Loon 2011; Churchward-Venne ym. 2013).

Mieskehonrakentajilla päivittäisen proteiinin saanniksi on raportoitu 17,5–40 % kokonaisenergiasta eli noin 157–406 grammaa. Naiskehonrakentajien proteiinin saanniksi on raportoitu 10–39 % kokonaisenergian saannista eli noin 48–162 g päivässä. (Spendlove ym. 2015.) Korealaisilla mieskehonrakentajilla on raportoitu proteiinin saanniksi 4,3 g proteiinia / painokilo (Kim ym. 2011). Rossow ym. (2013) mukaan miesfitnessurheilijan proteiininsaanti kilpailudieetillä oli viisi päivää 36 % ja kaksi päivää 46 % kokonaisenergiensaannista. Kilpailuviikolla proteiinin osuus oli 46 % kokonaisenergiensaannista. Palautumisjaksolla proteiinin määrä vaihteli 25–30 % kokonaisenergiensaannista. Kistler ym. (2015) mukaan miesfitnessurheilijan proteiinin saanti oli kilpailudieetin alussa 250 grammaa viitenä päivänä viikossa, ja kahtena päivänä 225 grammaa. Kilpailudieetin lopussa proteiinin saanti oli edelleen 250 g viitenä ja 225 g kahtena päivänä viikossa, ainoastaan hiilihydraattien ja rasvan määrä oli pudonnut. Robinson ym. (2015) tutkimuksessa miesfitnessurheilijan proteiininsaanti oli 207 tai 212 grammaa riippuen lepo- tai treenipäivästä ensimmäisen viiden viikon aikana.

Erittäin korkeaproteiinipitoisella ruokavaliolla voi olla positiivista vaikutusta rasvamassan vähenemiseen. Clifton ym. (2014) meta-analyysin mukaan viiden prosentin proteiininsaannin nostolla ruokavaliossa kokonaisenergiensaannista on kolme kertaa edullisempi vaikutus rasvamassan pienenemiseen kuin normaaliproteiinipitoisella ruokavaliolla verrattuna. Myös Antonio

ym. (2015) mukaan 3,4 g / kg saannilla yhdistettynä voimaharjoitteluun oli suotuisia vaikutuksia kehonkoostumukseen ja rasvattoman massaan verrattuna 2 g / kg proteiinin saantiin voimaharjoittelua harrastavilla naisilla ja miehillä. Korkeaproteiinipitoisella ryhmällä rasvamassa ja rasvaprosentti pienenivät merkitsevästi verrattuna normaaliproteiinipitoiseen ryhmään. Rasvattoman massan vähenemisessä ei ollut tilastollista merkitsevyyttä.

Myös ruokavalion sisältämällä proteiinilähteiden laadulla voi olla merkitystä painonpudotukseen ja lihaskasvuun (Layne & Wilson 2009; Larsen ym. 2010; Phillips ym. 2016). Painonpudotuksessa proteiinin lähteiksi suositellaan punaista lihaa, kanaa, kalaa ja maitotuotteita (Larsen ym. 2010). Lisäksi heraproteiinin nauttiminen harjoituksen jälkeen voi edistää vatsan rasvamassan vähentymistä verrattuna hiilihydraattien tai proteiinin ja hiilihydraatin yhdistelmään (Hulmi ym. 2015). Riittäväällä leusiini-aminohapon saannilla voi olla lihasproteiinisynteesiä kiihdyttävä vaikutus. Leusiini-aminohappoa suositellaan 2–4 grammaa / ateria. (Layne & Wilson 2009; Witard ym. 2016.)

5.3.2 Hiilihydraatit

Yksi gramma hiilihydraattia sisältää noin 16 kJ eli noin 4 kcal (Hall ym. 2012). Hiilihydraattien saanti vaihtelee fitness-lajien urheilijalla riippuen harjoittelukaudesta. Hiilihydraattien saanti on yleensä korkeimmillaan harjoittelukaudella ja viikko ennen kilpailuja. Hiilihydraattien saantia vähennetään voimakkaasti kilpailuajan aikana. (Rossow ym. 2013; Helms ym. 2014; Robinson ym. 2014; Spendlove ym. 2015.) Korkea hiilihydraattinen ruokavalio on yleisesti ajateltu olevan urheilijoille yleistä. Myös vähähiilihydraattiset ruokavaliot ovat yleistyneet kehonrakentajien ja fitnessurheilijoiden keskuudessa. (Spendlove ym. 2015.)

Hiilihydraatit ovat lihasten pääasiallinen energianlähde fyysisessä kuormituksessa (Beelen ym. 2010). Vähäinen hiilihydraattien saanti voi heikentää voimantuottoa korkean volyymin harjoittelussa (Haff ym. 2003). Hiilihydraatit varastoituvat lihaksiin ja maksaan lihasglykokeeninä. Hiilihydraattien tarve kasvaa fyysisen kuormituksen ja intensiteetin lisääntyessä. (Beelen ym. 2010.) Yksittäinen voimaharjoitus voi vähentää lihasten glykokeenivarastojen kokoa 24–40 % kohdelihaksessa (Slater & Phillips 2011). Glykokeenivarastojen pienentyminen riippuu harjoituksen kestosta, intensiteetistä ja kokonaiskuormasta. Glykokeenivarastojen pienentyminen voi vaikuttaa urheilijan voimantuotto- ja suorituskykyyn. (Knuiman ym. 2015.) Lihasglykokeenivarastot täydentyvät yleensä noin 24 tunnissa kun hiilihydraattien saanti on riittävää (Beelen

ym. 2010). Hiilihydraattien laadulla voi olla merkitystä glykogeenivarastojen täydentymisnopeuteen. Korkea glykeemisen indeksin hiilihydraatit on havaittu täyttävän nopeammin glykogeenivarastoja kuin matalan glykeemisen indeksin hiilihydraattilähteet. (Poole ym. 2010; Jeukendrup 2014.) Voimalajien urheilijalle suositellaan 4–7 grammaa hiilihydraattia painokiloa kohden riippuen harjoituskaudesta (Slater & Phillips 2011). Naisten hiilihydraattien tarve voi olla miehiä pienempää, koska naiset käyttävät suhteessa enemmän rasvoja ja vähemmän hiilihydraatteja energiaksi aikana kuin miehet, ainakin kestävyysuorituksen aikana (Tarnopolsky 2008).

Kehonrakentajamiesten hiilihydraattien saanniksi on raportoitu 6–10 g / kg vuorokaudessa, naisilla myös alle 6 g / kg vuorokaudessa. Kilpailudieetin aikana hiilihydraattien saanti laskee ja se on raportoitu vaihtelevan 3,8–5,0 g / vrk. Hiilihydraatteja määrää lisätään yleensä kilpailuviikolla, jotta lihasten glykogeenivarastot täyttyvät ja lihakset näyttäisivät suuremmilta. (Spindlove ym. 2015; Helms ym. 2014.) Kuten aikaisemmin on jo todettu, kestävyysurheilijoiden suosiman hiilihydraattien tyhjennys-tankkauksen aiheuttamasta hetkellisestä lihasten koon kasvun hyödyistä on vain vähän näyttöä (Balon ym. 1992; Helms ym. 2014). Body fitness-kilpailijan hiilihydraattien saanti oli 20 viikon kilpailudieetin aikana 225–143 grammaa ja kehonpainoon suhteutettuna hiilihydraattien saanti oli 4,1–2,7 gramma per painokilo ja kokonaisenergiansaantiin suhteutettuna 45–37 %. Hiilihydraattien saanti nousi kilpailuviikolla 188 grammaan, joka oli kehonpainoon suhteutettuna 3,8 g / kg ja kokonaisenergiansaantiin suhteutettuna 44 %. (Halliday ym. 2016.)

5.3.3 Rasvat

Rasvojen saannin merkitystä yleensä aliarvioidaan urheilijoiden keskuudessa. Urheilijoiden ravitsemuksessa riittävä rasvojen saanti on tärkeää, sillä alhainen rasvojen saanti on yhteydessä alhaisempiin sukupuolihormonien määrään. (Helms ym. 2014.) Yksi gramma rasvaa sisältää noin 37 kJ tai noin 9 kcal (Hall ym. 2012). Painonpudotuksen aikana urheilijoille suositellaan rasvan määräksi 0,5–1,0 grammaa painokiloa kohden (Kreider ym. 2010) tai 20–35 % kokonaisenergiansaannista (Helms ym. 2014).

Rasvan määrän lisäksi urheilijoiden tulee kiinnittää huomiota ruokavalion sisältämien rasvojen laatuun. Omega-3 rasvahapoilla, joista erityisesti eikosapentaeenihapolla (EPA) ja dokosaheksaeenihapolla (DHA), voi olla alustavan epäsuoran näytön perusteella lihaskasvun kannalta

suotuisia fysiologisia vaikutuksia. (Smith ym. 2011; Apong 2013, 517.) Omega-3 rasvahappoja suositellaan noin 0,5–1,8 g vuorokaudessa (Simopoulus 2002).

Kehonrakentajien on raportoitu saavan alle 30 % kokonaisenergian saannistaan rasvoista. Naiskisaajilla on rasvan saanniksi raportoitu alimmillaan 9 grammaa rasvaa vuorokaudessa. Tyydyttyneiden rasvojen osuus on raportoitu olevan suurta kokonaisrasvan saannista. (Spendlove ym. 2015) Body fitness -kilpailijan rasvasaanti oli kilpailudieetin aikana 70–40 grammaa joka vastasi 31–21% kokonaisenergiansaannista. (Halliday ym. 2016)

5.4 Fitnessurheilijan voima- ja kestävyys harjoittelu sekä painonpudotus

Fitnessurheilijat yleensä lisäävät kilpailudieetin edetessä aerobisen harjoittelun määrää, kun taas voimaharjoittelun määrä pysyy samana. Aerobisen harjoittelun lisäämisellä tavoitellaan päivittäisen energiankulutuksen lisääntymistä. (Helms ym. 2015.) Aerobinen harjoittelu koostuu yleensä sekä pitkäkestoisesta aerobisesta harjoittelusta että korkeatehoisesta intervalliharjoittelusta (Rossow ym. 2013; Halliday ym. 2016). Voimaharjoittelu voi olla hyödyllistä painonpudotuksessa, koska lihasmassa on aineenvaihdunnallisesti aktiivista ja lihasmassan lisääminen lisää lepoenergiankulutusta (Kirk ym. 2009) ja voimaharjoitus lisää energiankulutusta jopa 72 tunniksi (Heden ym. 2011).

Voimaharjoittelulla on havaittu olevan edullisia vaikutuksia kehonkoostumukselle painonpudotuksen aikana. Brochu ym. (2009) mukaan voimaharjoittelu yhdistettynä energiavajeeseen ylipainoisilla naisilla ei vähennä niin paljon lihasmassaa kuin pelkkä energiavaje puolen vuoden painonpudotusjakson aikana. Myös Miller ym. (2013) meta-analyysin mukaan voimaharjoittelu yhdistettynä energiavajeeseen painonpudotuksen aikana lisää lihasvoimaa ja positiivisia muutoksia kehonkoostumuksessa enemmän kuin pelkkä energiavaje. Myös painonhallinnassa voimaharjoittelusta on havaittu olevan hyötyä verrattuna pelkkään laihdutusruokavalioon. Wu ym. (2008) raportoivat voimaharjoittelun yhdistettynä painonpudotusruokavalioon parantavan painonhallintaa laihdutusjakson jälkeen tehokkaammin kuin pelkkä energiavaje.

Aerobisen harjoittelun lisääminen fitnessurheilijan harjoitusohjelmaan voi olla perusteltua, sillä aerobisen harjoittelun lisäämisestä voimaharjoittelun ohelle on raportoitu olevan hyötyä painonpudotusjakson aikana. Kraemer ym. (1995) mukaan voimaharjoittelu yhdistettynä aerobi-

seen harjoitteluun ehkäisi merkitsevästi lihasmassan vähenemistä ylipainoisilla miehillä verrattuna pelkkään ruokavaliolla laihduttavaan ryhmään. Tätä tukee myös Willis ym. (2012) tutkimus, jonka mukaan rasvamassa vähenee tehokkaammin ylipainoisilla yhdistetyllä voima- ja kestävyys harjoittelulla kuin pelkällä voimaharjoittelulla tai aerobisella harjoittelulla.

Aerobisen harjoittelun laadulla ja suoritustavalla voi olla kuitenkin merkitystä painonpudotuksessa. Trapp ym. (2008) mukaan HIIT-harjoittelu vähensi 11,2 % rasvamassaa naisilla verrattuna pitkäkestoisen aerobisen harjoitteluryhmään, jolla ei havaittu rasvamassan vähenemistä. HIIT-harjoitteluryhmällä harjoitusten kesto olivat ajallisesti puolet vähemmän kuin pitkäkestoisen harjoittelun ryhmällä. Aerobisen harjoittelun laadulla on myös havaittu olevan yhteyttä lihasmassan määrään etenkin alaraajoissa, ja yhtenä mekanismina Wilson ym. (2012) arvioivat, että HIIT-harjoittelua tehdessä lihasaktivaatio on samankaltaista kuin voimaharjoittelua tehdessä. Vastaavasti tehdessä pitkäkestoista matalasykkeistä kävelyä lihasaktivaatio ei ole voimaharjoittelun omaista. Aerobinen harjoittelu ei välttämättä ole kuitenkaan ylivoimainen painonpudotuskeino, sillä voimaharjoittelun tai aerobisenharjoittelun paremmuudesta painonpudotuksessa ei olla yksimielisiä (Geliebeter ym. 1997).

Bryner ym. (1999) havaitsivat, että ylipainoisilla voimaharjoittelu kolme kertaa viikossa verrattuna neljään kertaa viikossa kävelyyn, pyöräilyyn tai porrasnousuihin pudotti vähemmän rasvatonta kehon massaa sekä yhtä paljon rasvamassaa erittäin vähäenergisellä dieetillä. Yhtenä selittävänä tekijänä voimaharjoittelun paremmuudelle tutkijat pitivät sitä, että voimaharjoittelu lisää energiankulutusta enemmän kuin kestävyys harjoittelu. Voimaharjoitteluryhmällä lepoenergiankulutus nousi 12 viikon tutkimusjakson aikana 4 %, kun aerobisella ryhmällä se laski 13,4 %.

Aikaisemmat tutkimukset fitnessurheilijoilla ovat raportoineet vaihtelevia määriä sekä voima- että aerobista harjoittelua kilpailudieetin aikana. Rossow ym. (2013) mukaan miesfitnessurheilija harjoitteli kilpailukaudella neljä kertaa viikossa voimaharjoittelua, yhteensä noin 5 tuntia viikossa. Voimaharjoitusohjelma oli 2-jakoinen, sillä kaikki lihasryhmät harjoitettiin kaksi kertaa viikossa. Harjoitusohjelmaan kuului myös yksi 45 minuutin HIIT-harjoitus sekä yksi 30 minuutin tasasykkeinen, matalatehoinen, aerobinen harjoitus. Lisäksi poseerausharjoittelu lisääntyi yhdestä kerrasta 3–4 kertaan viikossa kilpailudieetin edetessä. Kistler ym. (2014) raportoivat classic bodybuiding -kilpailijan harjoittelevan viisi kertaa viikossa, jossa yksittäinen har-

joituksen kesto oli 1,0–1,5 tuntia. Jokainen lihasryhmä harjoitettiin 2 kertaa viikossa. Harjoittelu sisälsi kilpailudieetin alussa kaksi korkea intensiivistä intervalliharjoitusta viikossa. Intervalliharjoittelun työsarja koostui 30 sekunnin juoksusta täydellä nopeudella sekä palautumisvaihe 30 sekunnin hölkkäämisestä. Aerobista harjoittelua lisättiin tarpeen mukaan dieetin edetessä. Kilpailudieetin lopussa kilpailija suoritti neljä 60 minuutin HIIT-harjoitusta sekä kaksi 30 minuutin tasasykkeistä, matalatehoista harjoitusta.

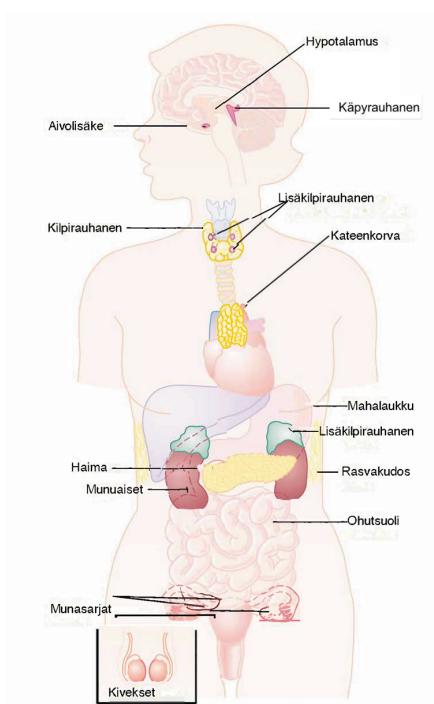
Robison ym. (2015) mukaan men's physique -kilpailija harjoitteli 14 viikkoa kestäväällä kilpailudieetillä 4 kertaa viikossa voimaharjoittelua. Voimaharjoitusohjelma oli pääasiassa monijakoinen ja lihasryhmät harjoitettiin ainoastaan kerran viikossa. Kilpailudieetin alussa aerobista harjoittelua ei ollut, mutta dieetin edetessä sitä lisättiin harjoitusohjelmaan. Harjoittelu sisälsi pääasiassa matalatehoista, tasasykkeistä aerobista harjoittelua aamuisin tyhjällä vatsalla, keskimäärin 3,5 tuntia viikossa. Kuusi viikkoa ennen kilpailua myös poseerausharjoittelua suoritettiin 2–4 kertaa viikossa.

Body fitness -kilpailijan voimaharjoitus kilpailudieetillä sisälsi 4–5 kertaa korkea volyyymista voimaharjoittelua. Suuret lihasryhmät harjoitettiin 2–3 kertaa viikossa. Aerobinen harjoittelu sisälsi 1–2 korkean intensiteetin intervalliharjoittelua, joiden kesto oli 10–30 min / harjoitus. Lisäksi aerobinen harjoitteluun kuului yksi 45–120 minuutin harjoitus. (Halliday ym. 2016).

6 HORMONAALINEN SÄÄTELYJÄRJESTELMÄ JA HORMONIEN VAIKUTUSTAVAT

Elimistössä vaikuttavat aktiivisesti kolme tiedonsiirto- ja säätelyjärjestelmää, jotka välittävät viestejä elimiin ja elinjärjestelmiin sekä ottavat vastaan elimistön ääreisosista tulevia viestejä. Hermo-, immuuni- ja hormonaalinen järjestelmä säätelevät elimistön sisäistä tasapainoa eli homeostaasia soluissa, kudoksissa ja elimissä. (Alen & Rauramaa 2005, 48.)

Hormonien synteesi tapahtuu pääsääntöisesti umpirauhasissa, joista hormonit erittyvät verenkiertoon ja näin ollen säätelevät kohdesolunsa toimintaa (Koistinen & Jänne, 2009, 12). Hormonit voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan; 1) proteiini- (polypeptidi), 2) steroidi- 3) ja aminohappoyhdistelmät. Esimerkiksi kortisoli on polypeptidihormoni ja testosteroni sekä estradioli ovat steroidihormoneja. Hormonit säätelevät elimistön lähes kaikkia toimintoja kuten aineenvaihduntaa, kasvua ja kehitystä, vesi- ja elektrolyyttitasapainoa ja geenien sekä entsyymien toimintaa. (Guyton & Hall 2006, 906–907.) Naishormoneja kuten gonadotrooppisia hormoneja ja sukupuolihormoneja erittävät hypothalamus, munasarjat, aivolisäke ja lisämunainen. Kuvassa 2 on esitetty elimistön endokriininen eli umpieritysjärjestelmä.



KUVA 2. Endokriininen järjestelmä (Muokattu Guyton & Hall 2006, 906)

Umpirauhasten erittämien hormonien määrät ovat erittäin pieniä ja niiden erityis elimistössä ovat tarkoin säädeltyä. Elimistön hormonitoiminnalle on ominaista negatiivinen palautesäätely, jonka tarkoituksena on ylläpitää tasaista hormonitasapainoa. Negatiivisessa palautesäätelyssä lisääntynyt hormonipitoisuus veressä vähentää sen jatkoeritystä, jonka seurauksena hormonipitoisuus pysyy oikealla tasolla. Hormonitasapainon säätelyssä myös positiivista palautesäätelyä esiintyy, mutta se on negatiiviseen palautesäätelyyn verrattuna vähäisempää. Esimerkkinä positiivisesta palautejärjestelmästä on naisilla lutenisoivan hormonin erityksen lisääntyminen, kun munasarjat stimuloivat entisestään lutenisoivan hormonin eritystä johtaen lopulta ovulaatioon. (Guyton & Hall 2006, 909.)

Hormonaalisen säätelyn tarkoituksena on mahdollistaa elimistön toiminta siten, etteivät sen toiminnot häiriydy esimerkiksi liikunnan aikana (Heinonen 2005, 137). Voimaharjoittelu voi vaikuttaa suuresti hormonitasapainoon ja sen muutokset on havaittu johtavan muutoksiin lihassoluissa. Voimaharjoittelun tiedetään lisäävän lihaskasvua hormonien aktiivisuuden lisääntyessä (Ratamess ym. 2009). Voimaharjoittelussa lihassolujen määrän aktivointi, harjoituksen intensiteetti, levon määrä voimaharjoituksen sarjojen ja toistojen välillä sekä harjoituksen kokonaisvolyymi vaikuttavat akuutisti hormonien eritykseen (Kraemer & Ratamess 2005). Myös pitkäaikaisia vaikutuksia hormonipitoisuuksien erittymiseen on havaittu voimaharjoittelun seurauksena (Häkkinen ym. 1988a). Hormonien eritykseen vaikuttavat myös muun muassa ravitsemustila, harjoittelu, stressi, unen määrä. Naisilla hormonitasapainoon vaikuttaa vahvasti kuukautiskierto. (Fleck & Kraemer 2014, 115–117, 334.) Hormonit vaikuttavat joko anabolisesti eli kasvattavasti tai katabolisesti eli hajottavasti lihaskasvuun (Schoenfeld 2016, 15). Anabolisten hormonien paastopitoisuuksien aleneminen voi vaikuttaa negatiivisesti lihaskasvuun naisilla, kun hormien erityks ovat jonkun tekijän seurauksena alentuneet, esimerkiksi ikääntymisen seurauksena (Häkkinen ym. 2000; Sillanpää ym. 2010).

6.1 Testosteroni

Testosteroni on androgeeninen hormoni, jolla on lukuisia anabolisia vaikutuksia, etenkin miehillä. Testosteroni on steroidihormoni, jota erittyy miehillä kiveksen Leydingin soluissa. (Guyton & Hall 2006, 1003.) Miehillä on normaalisti 10–40-kertainen määrä testosteronia verrattuna naisiin (Fleck & Kraemer 2014, 335). Naisilla muodostuu testosteronia kolmesta eri lähteestä. Noin puolet testosteronista on johdettu testosteronin esiasteista ja 25 % erittyy munasarjoista sekä loput 25 % lisämunuaisista. Testosteronista noin 70 % on sitoutuneena seerumin

sukupuolihormoneja sitovaan globuliiniin, SHBG:hen. Loput testosteronista on sitoutuneena albumiiniin ja vain äärimmäisen pieni osuus on vapaana seerumissa, noin 0,5–3,0 %. Naisilla veren kokonaistestosteroni määrän on raportoitu olevan 0,42–2,94 nmol/l. (Zimmerman ym. 2014.) Testosteronin eritystä säätelevät hypotalamus ja aivolisäkkeen etulohko. Aivolisäkkeen etulohko erittää gonadotropiinia vapauttavaa hormonia (GnRH), joka stimuloi aivolisäkettä erittämään lutenisoivaa hormonia (LH) ja follikkeliä stimuloivaa hormonia (FSH). (Guyton & Hall 2006, 1006.) Testosteronipitoisuudella tiedetään olevan voimakas vuorokausivaihtelu. Aamulla testosteronin erittyminen on korkeimmillaan ja illalla se on matalimmillaan (Bremner ym. 1983).

Testosteronin vaikutusmekanismit. Testosteroni on anabolinen hormoni, joka lisää proteiinisyn- teesiä ja vähentää proteiinin hajotusta elimistössä (Crewther ym. 2011). Testosteronilla on myös monia muita vaikutuksia elimistössä. Se vahvistaa luukudosta, vaikuttaa aineenvaihdun- taan, lisää punasolujen määrää ja monien mineraalien määrää (Guyton & Hall 2006, 1005–1006.) Alhainen testosteronipitoisuus miehillä on yhdistetty rasvamassan lisääntymiseen, lihasmassan ja luumassan vähenemiseen, masennukseen, anemiaan ja seksihalujen vähenemiseen (Isidori ym. 2005). Testosteronin erityksen on havaittu lisääntyvän akuutisti voimaharjoituksen jälkeen (Kraemer & Ratamesss 2005), sekä miehillä että naisilla (Häkkinen 1990), mutta myös paasto- testosteronipitoisuus on raportoitu nousevan pitkäaikaisen voimaharjoittelun seurauksena (Häkkinen ym. 1988a). Testosteronin erittyminen voimaharjoituksen yhteydessä miehillä vaihtelee harjoituksen intensiteetin, volyymin, ravitsemustilan ja harjoittelutaustan mukaan (Fleck & Kraemer 2014, 119–120, 335). Naisilla näin voimakasta akuuttia vastetta testosteronin pitoi- suuden nousuun ei ole havaittu (Kraemer & Ratamess 2005). Testosteronin paastopitoisuudella voi olla yhteyttä suurempaan voiman kasvuun ja/tai lihasmassan kasvuun sekä miehillä että naisilla kuten Häkkinen ym. (1985, 1992) ja Ahtiainen ym. (2005) sekä Kvorning ym. (2006) raportoivat, joskaan tätä ei ole havaittu kaikissa tutkimuksissa (West & Phillips 2012).

Testosteronin erityys. Testosteronin erityys vähenee energiavajeen (Trexler ym. 2014) ja painon- pudotuksen aikana (Bates & Whitworth 1982; Friedl ym. 2000; Mero ym. 2010; Mettler ym. 2010). Energiavajeen suuruus voi vaikuttaa testosteronin pitoisuuden vähenemiseen. Mero ym. (2010) raportoivat 30 % testosteronin laskun rajun neljän viikon painonpudotusjakson aikana, jossa energiavaje oli noin 1000 kcal. Mäestu ym. (2010) tutkimuksessa testosteronipitoisuus laski mieskehonrakentajilla 11 viikon kilpailudieetin aikana 11% kun energiavaje oli 540 kcal

/ vrk. Myös Mettler ym. (2010) tutkimuksessa havaittiin samankaltaisia tuloksia, jossa energia-
vaje oli noin 1350 kcal / vrk. Toisaalta Rossow ym. (2013) raportoivat miesfitnessurheilijan
energiansaanniksi kilpailudieetin alussa noin 2950 kilokaloria vuorokaudessa ja dieetin lopussa
2475 kcal / vrk. Yhteensä energiansaanti putosi 475 kcal kilpailudieetin aikana, kun taas testo-
steronipitoisuus laski merkittävästi. Lisäksi fyysisesti kova harjoitusjakso on raportoitu laske-
van testosteronipitoisuutta koripalloilijoilla (Salvador ym. 2001) ja amerikkalaisen jalkapallon
pelaajilla (Moore & Fry 2007). Suuri fyysinen aktiivisuus yhdistettynä energiavajeeseen on to-
dettu laskevan testosteronipitoisuutta myös sotilailla kahdeksan viikon sotaharjoitusjakson ai-
kana (Nindl ym. 2007).

Lisäksi ruokavalion laadulla voi olla merkitystä testosteronipitoisuuteen, sillä vähärasvaisella
ruokavaliolla on havaittu vaikutusta testosteronin vähenemiseen naisilla (Goldin ym. 1994).
Samankaltaisia tuloksia on havaittu etenkin silloin kuin tyydyttyneen rasvansaanti on vähäistä
(Kreider ym. 2010). Anderson ym. (1987) havaitsivat, että korkea proteiinipitoista ruokavaliota
noudattavilla alhaisemmat paastotestosteronitasot kuin korkeaa hiilihydraattipitoista ruokava-
liota noudattavilla kymmenen päivän tutkimusjakson aikana. Rasvan määrä ja energiansaanti
olivat molemmilla ryhmillä samat. Kuitenkin Mettler ym. (2010) tutki proteiinipitoisen dieetin
vaikutuksia testosteronin paastopitoisuuksiin urheilijoilla. Proteiinipitoisella ryhmällä testoste-
ronitasot olivat merkitsevästi korkeammalla kolmannen dieettiviikon kohdalla.

6.2 Estradioli

Estrogeeniä muodostuu naisilla pääasiassa munasarjoissa kolesterolista tai koentsyymi
KoA:sta, mutta myös lisämunuaisen kuorikerroksessa, raskauden aikana istukassa ja miehillä
kiveksissä. Estrogeeni läpäisee suuren rasvaliukoisuutensa ansiosta helposti solu- ja tumakal-
vot. Estrogeenin vaikutus kohdekudoksessa on pääasiassa anabolinen. Estrogeeni on yhteisni-
mitys kolmelle eri naissukupuolihormonille, joista tärkein estrogeeni on estradioli. (Guyton &
Hall 2006, 1016–1018.) Estrogeenin erityis vaihtelee naisilla kuukautiskierron mukaan. Estro-
geenin erityis on naisilla suurimmillaan follikulaarivaiheessa. (Guyton & Hall 2006, 1011–
1015; Tiitinen 2009, 671–672.) Veressä estrogeeni on sitoutuneena pääasiassa albumiiniin (Gu-
yton & Hall 2006, 1011). Testosteronin tavoin myös estrogeenin muodostumiselle tärkeitä ovat
follikkelia stimuloiva hormoni (FSH) ja lutenisoiva hormoni (LH). GnRH säätelee aivolisäk-
keen gonadotropiinien eritystä. GnRH vapautuu sykäyksittäin, minkä vuoksi myös gonadotro-
piinien erityis on pulssimaista. (Tiitinen 2009, 670.)

Estrogeenien vaikutusmekanismit. Estrogeenillä tiedetään olevan hieman vaikutusta elimistön suola- ja nestetasapainoon. Estrogeenillä on testosteronin tavoin anabolisia vaikutuksia, mutta sen anabolinen vaikutus on kuitenkin vähäisempi kuin testosteronilla. Estrogeenillä on merkittävä rooli luukudoksen muodostumiseen ja uusiutumiseen. (Guyton & Hall 2006, 1018.) Estrogeenipitoisuudella voi olla naisilla vaikutusta voimantuottoon. Estrogeenin väheneminen alentaa voimantuottoa menopaussin ohittaneilla naisilla ja estrogeenikorvaushoito voi auttaa ylläpitämään lihasvoimaa menopaussin ohittaneilla naisilla. (Phillips ym. 1993.) Pientä näyttöä on, että estrogeenillä ja lihaskasvulla olisi yhteyttä sekä siitä, että estrogeeni edistäisi palautumista (Velders & Diel 2013; Hansen & Kjaer 2014). Kuitenkaan tätä ei ole todettu kovin vahvasti ihmisillä (Velders & Diel 2013).

Kuukautiset. Kuukautishäiriöt tai niiden puuttuminen ovat yleistä naisilla, jotka rajoittavat energiansaantiaan ja ovat fyysisesti aktiivisia. Torstveit ym. (2005) tutkimuksen mukaan noin 35 % esteettisen lajin urheilijoilla, noin 31 % kestävyyslajien urheilijoilla ja noin 18 % painoluokkaurheilijoilla on raportoitu kuukautishäiriöitä. Myös naiskehonrakentajilla ja on raportoitu kuukautishäiriöitä kilpailudieetin aikana (Walberg-Rankin ym.1993). Halliday ym. (2016) tutkimuksessa body fitness -kilpailijalla kuukautiset jäivät pois kilpailudieettiviikolla 11 ja ne palautuivat 71 viikkoa myöhemmin. Kuukautiskierrossa tapahtuu follikkelin kypsyminen eli ovulaatio ja keltarauhasen muodostuminen. Kuukautiskierto edellyttää munasarjojen normaalin toiminnan. Tällöin hormonitoiminta hypotalamuksen, aivolisäkkeen ja munasarjojen välillä tulee olla normaalia. Kuukautiskierron pituus on keskimäärin 28 vuorokautta, vaihdellen 24–35 vuorokauden välillä. Kuukautisvuodon kesto on yleensä 5 vuorokautta, josta vaihteluväli on 2–8 vuorokautta. (Tiitinen 2009, 670–674.)

Amenorrea tarkoittaa kuukautisvuodon puuttumista. Sekundaarinen amenorrea tarkoittaa kuukautisten poisjäämistä yli kuudeksi kuukaudeksi tai kolmen peräkkäisen kuukautisten poisjäämistä. Nopea painonpudotus voi aiheuttaa amenorrean ja laihduttamisesta johtuen syntyvä amenorreaan liittyy yleensä estrogeenin puute. Psykkinen ja fyysinen stressi sekä fyysinen kova harjoittelu voivat myös aiheuttaa kuukautishäiriöitä. Fyysisen stressin aiheuttamaan amenorreaan liittyy gonadotropiinin erityksen väheneminen. (Tiitinen 2009, 674–676.)

Painonpudotuksen yhteydessä syntyvässä estrogeenin puutteella on havaittu olevan yhteys hedelmättömyyteen, syömishäiriöihin, osteoporoosiin, sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksiin

(De Souza & Williams 2005) ja alentuneeseen immuuniteettiin sekä erityisesti rasisitusmurtumiin (Manore ym. 2007). Tästä tilasta on käytetty yleisnimitystä naisurheilijan oireyhtymä (Manore ym. 2007). Naisurheilijan oireyhtymä diagnosoidaan, jos naisurheilijalla havaitaan yksi seuraavista kolmesta oireesta: energiavaje, kuukautishäiriöt tai vähäinen luun mineraalitiheys (Joy ym. 2014).

6.3 Kortisoli

Kortisoli on steroidihormoni ja sitä erittyy lisämunuaisten kuorikerroksesta. Kortisoli on yksi glukokortikoideista ja näistä kortisoli on vaikuttavuudeltaan selvästi merkittävin (Guyton & Hall 2006, 944.) Kortisoli on katabolinen hormoni ja sen tiedetään vähentävän proteiinisynteesiä ja lisäävän proteiinin hajotusta elimistössä (Crewther ym. 2011). Kortisolin erityis noudattelee biologista rytmiä ja sen pitoisuus vaihtelee vuorokauden aikana. Kortisolin erityis on suurinta aamulla ja alhaisinta yön aikana. (Borer 2003, 174.) Negatiivinen palautejärjestelmä säätelee kortisolin eritystä (Borer 2013).

Kortisolin erityis. Kortisolin eritystä lisäävät erilaiset elimistön stressitilat. Kortisolin eritykseen vaikuttaa alhainen verensokeritaso, harjoittelun intensiteetti, aerobinen harjoittelu, energiavaje, nestehukka, ympäristön lämpötila, infektiot, veren plasman nestetilavuuden vähentyminen, psyykkinen stressi tai loukkaantuminen. (Borer 2003, 92; Guyton & Hall 2006, 953.) Kortisolin paastopitoisuuksilla ei ole havaittu eroja vertailtaessa eri urheilulajien urheilijoita. Tosin suurentuneella paastopitoisuudella voi olla vaikutusta lihasmassaan jossain lajeissa. (Crewther ym. 2011.)

Kortisolin vaikutusmekanismit. Kortisolilla on useita eri vaikutuksia. Se lisää glukoneogeneesiä ja lipolyysiä sekä aminohappojen ja lihas- ja luukudoksen hajottamista. (Baechle & Earle 2008, 44–45; Borer 2013, 191.) Kortisolin tiedetään lisäävän myös nestepöhöä (Whitworth ym. 2000). Kortisoli toimii signaalihormonina lihasten glykogeenivarastoille. Kun lihasten glykogeenivarastot ovat alhaiset, lihasproteiineja tuotetaan energiaksi. Kortisoli myös vähentää proteiinisynteesiä ja voi olla, että kortisolilla on suurempi katabolinen vaikutus tyypin II-lihassoluihin. (Baechle & Earle 2008, 61.) Tätä ei ole kuitenkaan ihmistutkimuksilla kovin hyvin todennettu (Crewther ym. 2011). Kortisolin erityksen tiedetään vähentävän insuliinin eri-

tystä. Insuliini on anabolinen hormoni, joka lisää aminohappojen sisäänottoa soluihin. Korkealla kortisolin paastopitoisuuksilla voi näin ollen olla lihaskasvua haittaavia vaikutuksia. (Borer 2013, 191–193).

Voimaharjoittelu on havaittu aiheuttavan suuria akuutteja vasteita kortisolipitoisuuteen sekä miehillä että naisilla (Kraemer & Ratamess 2005). Kortisolin erityis on suurinta, kun sarjapalautukset ovat lyhyet ja harjoituksen kokonaisvolyymi on suuri (Baechle & Earle 2008, 61). Pientä näyttöä on siitä, mitä enemmän kortisoli nousee harjoituksen jälkeen, sitä parempi yhteys sillä on lihaskasvuun (West & Phillips 2012). Kortisolipitoisuus on myös havaittu nousevan akuutisti kestävyysharjoittelun yhteydessä (Kraemer ym. 1995), mutta pitkäaikaisella kestävyysharjoittelulla ei ole havaittu olevan vaikutusta paastokortisolipitoisuuteen (Kraemer & Ratamess 2005).

Suurentuneet veren kortisolin paastopitoisuudet viittaavat yleensä urheilijoilla ylipainotilaan (Fry ym. 2000). Suurentuneilla kortisolin paastopitoisuuksilla on havaittu olevan yhteyttä huonompaan kehonkoostumukseen ylipainoisilla (Bose ym. 2009). Painonpudotuksessa ruokavaliolla voi olla vaikutusta kortisolitasoihin. Ebbeling ym. (2012) vertailivat ylipainoisilla naisilla kolme eri ruokavaliomallia painonpudotuksessa; vähärasvaista ja alhaisen glykeemisen indeksin sekä vähähiilihydraattista ruokavaliota neljän viikon ajan. Vähärasvainen ruokavalio nosti eniten kortisolipitoisuutta verrattuna muihin ruokavaliomalleihin. Toisaalta lyhytkestoinen painonpudotus ei tutkimusten perusteella näytä vaikuttavan kortisolipitoisuuksiin urheilijamiehillä (Mettler ym. 2010; Huovinen ym. 2015) tai naiskuntoilijoilla (Mero ym. 2010). Myöskään kehonrakentajilla Mäestu ym. (2010) mukaan kortisolitasoissa ei havaittu muutoksia 11 viikon kilpailudieetin aikana. Kun taas Rossow ym. (2013) mukaan kortisolin paastopitoisuudet nousivat miesfitnessurheilijalla kilpailudieetin aikana. Palautumisjakson aikana kortisolitasot lähivät laskuun, mutta eivät puolen vuoden palautusjakson aikana palautuneet lähtötasolle.

Testosteroni ja kortisolin suhteen on esitetty kuvaavaan elimistön anabolista ja katabolista tilaa. Mikäli testosteronin ja kortisolin suhde laskee yli 30 %, saattaa se tarkoittaa ylipainotilaa urheilijoilla (Adlercreutz ym. 1986). Myös Mäestu ym. (2005) ja Coutts ym. (2007) tutkimukset tukevat tätä väitettä, mutta ei kaikki tutkimukset (Handziski ym. 2006). Lisäksi sotilailta tehdyt tutkimukset (Chicharro ym. 1998; Booth ym. 2006; Tanskanen ym. 2011) tukevat tätä väitettä. Sen sijaan lihassmassan kasvussa testosteronin ja kortisolin suhde ei välttämättä ole riittävän tarkka mittari (Kraemer & Ratamess 2005)

7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT JA -MENETELMÄT

Fitnessurheilun suosio on kasvanut viime vuosina eikä lajin suuresta suosiosta huolimatta tieteellistä tutkimusta ole aiheesta saatavilla, lukuun ottamatta muutamaa tapaustutkimusta (Rossow ym. 2013; Kistler ym. 2014; Robinson ym. 2015; Halliday ym. 2016). Fitnessurheilu eroaa muista urheilulajeista, sillä kilpailusuoritus on ainoastaan tuomareiden subjektiivinen näkemys suorituksesta. Fitnesslajeissa arvostellaan urheilijan kehon symmetriaa ja lihaksikkuutta eikä fyysistä suorituskkyä. (Helms ym. 2014; Halliday ym. 2016.) Fitnessurheilijat suorittavat yli 12 viikkoa kestävästä kilpailudieetistä, jonka tarkoituksena on vähentää kehon rasvamassan määrää ja samalla lihasmassaa säilyttäen. Kilpailudieetillä rajoitetaan energiansaantia, ja energiankulutusta lisätään lisäämällä voimaharjoittelun ja tai aerobisen harjoittelun määrää. (Rossow ym. 2013; Helms ym. 2014; Kistler ym. 2014.) Kilpailudieetillä on havaittu olevan vaikutusta fitnessurheilijoiden elimistön hormonitasapainoon aikaisemmin (Rossow ym. 2013; Halliday ym. 2016). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, muuttuvatko fitnessurheilijoiden kehonkoostumus ja lihaskoko sekä hormonipitoisuudet naisilla kilpailudieetin aikana ja sen jälkeisellä palautumisjaksolla.

1. Muuttuuko naisfitnessurheilijoiden kehonkoostumus kilpailudieetin aikana?

Hypoteesi: Kilpailudieetti vähentää kilpailijoiden rasvamassan ja hieman myös rasvattoman massan määrää.

Hypoteesin perustelut: Miehiä tutkineissa tutkimuksissa, on havaittu rasvan määrän laskun lisäksi 21–43 % rasvattoman massan pienenemistä kilpailudieetin aikana (Rossow ym. 2013; Kistler ym. 2014; Robinson ym. 2015). Toisaalta naisilla toteutetussa tapaustutkimuksessa rasvaton massa ei pudonnut DXA:lla mitattuna (Halliday ym. 2016).

2. Muuttuuvatko naisfitnessurheilijoiden raajojen lihaskoko kilpailudieetin aikana?

Hypoteesi: Kilpailudieetti vähentää kilpailijoiden lihaksen poikkipinta-alaa ja näin ollen lihaskoko muuttuu raajoissa.

Hypoteesin perustelu: Lihaskasvu on lähinnä lihassolun poikkipinta-alan kasvua (Schoenfeld 2010) ja lihaskoko pienenee samalla kun rasvaton massa pienenee. (hypoteesi 1) Lisäksi lihaskoon laskua tukevat tutkimukset voiman laskusta, koska isometrisen voiman ja maksimivoiman kasvulla ja lihaksen poikkipinta-alalla on havaittu olevan yhteys (Frontera ym. 2000; Ahtiainen ym. 2003). Laajan meta-analyysin Zibellini ym. (2016) mukaan maksimivoima heikkenee painonpudotuksen yhteydessä reidenojennuksessa sekä ylipainoisilla ja lihavilla miehillä että naisilla. Voiman heikkenemistä on myös havaittu painijoilla, kun kehonpaino on pudonnut samalla (Roemmich & Sinning 1997) ja myös judokoilla (Degoutte ym. 2006). Rossow ym. (2013) tutkimuksessa classic bodybuilding -kilpailijan ykköstoistomaksimista heikkenivät merkittävästi jalkakyykyssä, penkkipunnerruksessa ja maastavedossa. Myös kehonrakentajilla on havaittu voiman vähenemistä kilpailudieetin aikana isometrisessä maastavedossa (Bamman ym. 1993).

3. Muuttuuko naisfitnessurheilijoiden hormonitasapaino kilpailudieetin aikana?

Hypoteesi: Testosteroni-, kortisoli- ja estradiolipitoisuudet laskevat kilpailudieetin aikana.

Hypoteesin perustelu: Mieskilpailijaa tutkineessa tapaustutkimuksessa testosteronipitoisuus laski ja kortisolipitoisuus nousi kilpailudieetin aikana merkittävästi (Rossow ym. 2013). Toisaalta kehonrakentajilla tehdyssä tutkimuksessa testosteronissa havaittiin testosteronipitoisuuden laskua, mutta kortisolipitoisuus pysyi samana (Mäestu ym. 2010). Williams ym. (2010) tutkimuksessa estrogeenipitoisuus laski painonpudotusvaiheen aikana. Myös anorektikkonaisilla on havaittu hormonipitoisuuksien selvä alentuminen (Tolle ym. 2003; Miller ym. 2007).

4. Palautuvatko kehonkoostumus, lihaskoon ja hormonitasapainon muutokset palautumisjakson aikana lähtötasolle?

Hypoteesi: Kehonkoostumus, lihaskoko ja hormonitasapaino palautuvat suurelta osin palautumisjakson aikana.

Hypoteesin perustelut: Body fitness -kilpailijalla kehonpaino ja rasvaprosentti palautuivat lähtötasolle 20 viikon palautumisjakson aikana (Halliday ym. 2014). Classic bodybuilding -kilpailijaa tutkineessa tutkimuksessa kortisoli ja testosteroni palautuivat lähtötasolle kolmen kuukauden kohdalla, mutta kehon rasvaprosentti palautui lähtötasolle neljän kuukauden kohdalla (Rossow ym. 2013). Estrogeenipitoisuuden on havaittu nousevan, kun energiansaantia lisätään (Joy ym. 2014).

8 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

Tutkimus oli osa Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitoksen, terveystieteiden laitoksen, liikuntakasvatuksen laitoksen, Helsingin yliopiston ja Terveiden ja hyvinvointilaitoksen toteuttamaa ”Kilpailemisen vaikutus fitnessurheilijan kehonkoostumukseen ja fyysiseen suorituskykyprofiliin sekä fysiologisiin tekijöihin naisilla.” -tutkimusta. Tutkimus toteutettiin vuosien 2015 ja 2016 aikana pääosin liikuntabiologian laitoksen tiloissa Jyväskylässä. Tutkittavat rekrytoitiin kevään 2015 aikana Suomen Fitnessurheilu ry:n ja Jyväskylän yliopiston tiedotuskanavia kautta.

Tutkittavilta vaadittiin vähintään kahden vuoden säännöllinen kuntosaliharjoittelukokemus. Tutkittavilta edellytettiin saapumista kolmeen eri mittaustapahtumaan Jyväskylän yliopistolle, suorittamaan kaikki mittaukset asianmukaisesti ja raportoimaan ruokavalio- ja harjoitusohjelmista tutkimusryhmälle. Tutkittavilta edellytettiin myös terveellisiä elämäntapoja ja ei saanut olla lääkittävää masennusta, psyykkistä sairautta tai viimeisen vuoden aikana diagnosoitua syömishäiriötä. Painoindeksi tutkimuksen alkaessa tuli olla 20–29. Kilpailuryhmältä edellytettiin erikseen voimassaolevaa Suomen Fitnessurheilu ry:n kilpailulisenssiä sekä antidopingsopimusta. Kilpailudieetti sai alkaa aikaisintaan toukokuussa 2015. Lisäksi tuli olla yleisen sarjan kilpailija. Lajeiksi hyväksyttiin ainoastaan naisten fitnesslajeista bikini fitness, body fitness ja fitness. Hakemuksia tuli myös women’s physique-kilpailijoilta, mutta lajikriteerit kehonkoostumuksen osalta ovat vaativammat kuin bikini, body tai fitness-lajeissa, koska lihasmassa ja kehon lihasten rasvattomuutta vaaditaan selvästi enemmän (kuva 1).

Hakemuksia tutkimukseen tuli 184 kappaletta, joista 121 haki kontrolliryhmään ja 63 kilpailijaryhmään. Tutkimukseen valikoitui yhteensä 60 naista. Tutkimukseen hyväksytyiltä kerättiin erillinen terveystarkastus (Liite 1), jolla tarvittaessa vielä poissuljettiin riskiryhmään kuuluvat henkilöt yhteistyössä tutkimuslääkärin kanssa. Lisäksi ennen ensimmäisiä mittauksia tutkittavilta kerättiin kirjallinen suostumuslomake (Liite 2) tutkimusaineiston käyttöön ja tutkittaville aiheutuviin mahdollisiin haittoihin. Lisäksi suostumuslomake ohjeisti tutkittavien oikeuksiin ja vakuutusturvaan liittyviä tekijöitä.

Kilpailijaryhmässä aloitti 30 naista ja kontrolliryhmässä 30 naista ympäri Suomea. Valinta suoritettiin yllä olevien kriteerien tarkastelulla sekä lopulta satunnaisotannalla. Alkumittaukset to-

teutettiin huhti–toukokuussa 2015, jolloin kaikki tutkittavat mitattiin ensimmäistä kertaa. Alkumittauksiin osallistui lopulta 30 naista kilpailijaryhmässä ja 29 kontrolliryhmässä. Syys–lokakuussa toteutettiin välimittaukset, jolloin kilpailijaryhmä mitattiin kilpailujen jälkeisenä päivänä. Välimittaukset suoritettiin joko SM-karsintakilpailujen jälkeen tai SM-kilpailujen jälkeen. Näiden kilpailujen välillä oli 4 viikkoa väliä. Välimittauksiin mennessä tutkimuksesta oli jättäytynyt pois kaksi kilpailijaa ja viisi kontrollia. Kilpailijat jättäytyivät pois tutkimuksesta sen vuoksi, koska heidän kilpailudieetti ei edennyt suunnitelman mukaisesti, ja he eivät osallistuneet kilpailuihin. Kontrolliryhmästä pois jättäytyneet kertoivat syyksi elämäntilanteen suuren muutoksen, joka ei mahdollistanut osallistumista mittauksiin tai eivät kyenneet harjoittelemaan kuten kontrolliryhmään kuuluvaa oli ohjeistettu. Yksi poisjättäytynyt kontrolli tuli raskaaksi kesken tutkimusjakson. Lisäksi yksi kilpailijaryhmästä siirtyi kontrolliryhmään, syynä tähän oli päätös siirtää kilpailuja vuodella eteenpäin. 10 kilpailijaa jatkoi dieettiään vielä 4 viikkoa välimittausten jälkeen, koska he selvisivät SM-kilpailuihin. Loppumittaukset suoritettiin kevään 2016 aikana, näin ollen mittausajankohtien väliseksi ajanjaksoksi kertyi noin 20 viikkoa. Taulukossa 2 on esitetty kilpailudieetin pituus ja eri mittausajankohtien väliset erot.

TAULUKKO 2. Kilpailudieetin ja mittausten väliset erot.

| | Kilpailijat | Kontrollit | P-arvo ¹ |
|--|-------------|------------|---------------------|
| Dieetin kesto (viikko) | 22 ± 4,4 | | |
| Palautumisjakson pituus (viikko) | 17,5 ± 2,6 | | |
| Alku- ja välimittausten välinen aika (viikko) | 19,8 ± 3,6 | 22,4 ± 2,1 | 0,003 |
| Väli- ja loppumittausten välinen aika (viikko) | 17,5 ± 2,6 | 19,2 ± 3,6 | 0,07 |
| Alku- ja loppumittausten välinen aika (viikko) | 37,3 ± 4,9 | 41,6 ± 3,6 | 0,0007 |

¹ Ryhmien väliset erot testattu riippumattomien otosten t-testillä.

8.1 Tutkittavat

Tutkimuksen loppuun asti jatkaneet kilpailijaryhmän (n=27) tutkittavat olivat 21–36 vuotiaita (keskiarvo $27,5 \pm$ keskihajonta $4,2$), 157 – 175 cm pituisia ($165,7 \pm 4,3$) ja $52,3$ – $78,3$ kg painoisia ($64,3 \pm 6,9$) syksyllä 2015 Suomen Fitnessurheilun ry:n alaisissa kilpailuissa kilpailleita naisia. Kolme kilpailijaa voitti omassa lajissaan suomenmestaruuden sekä edustivat Suomea Unkarissa järjestetyssä Fitness MM-kilpailuissa. Kilpailijaryhmällä oli takana keskimäärin 3,5 vuotta tavoitteellista kuntosaliharjoittelua. Kilpailijaryhmässä oli edustettuina 17 bikini fitness-lajin urheilijaa, yhdeksän body fitness -lajin urheilijaa sekä yksi fitness -lajin urheilija, joista 16 olivat ensi kertaa kilpailevia sekä 11 jo aikaisemmin kilpailleita urheilijoita.

Kontrolliryhmän tutkittavat (n=23) olivat säännöllisesti kuntosalilla harjoittelevia 19–33 vuotiaita ($27,2 \pm 3,5$), 158 – 181 cm pituisia ($165,9 \pm 5,7$) ja $55,3$ – $76,3$ kg ($64,3 \pm 5,3$) naisia. Kontrolliryhmällä oli kuntosaliharjoittelukokemusta noin 3,1 vuotta. Kontrolliryhmästä neljä oli aikaisemmin kilpaillut fitness-lajeissa. Kilpailu- ja kontrolliryhmän taustamuuttujissa ei ollut eroja tutkimuksen alussa. Taulukossa 3 on esitetty tutkittavien taustamuuttujat tutkimuksen alussa.

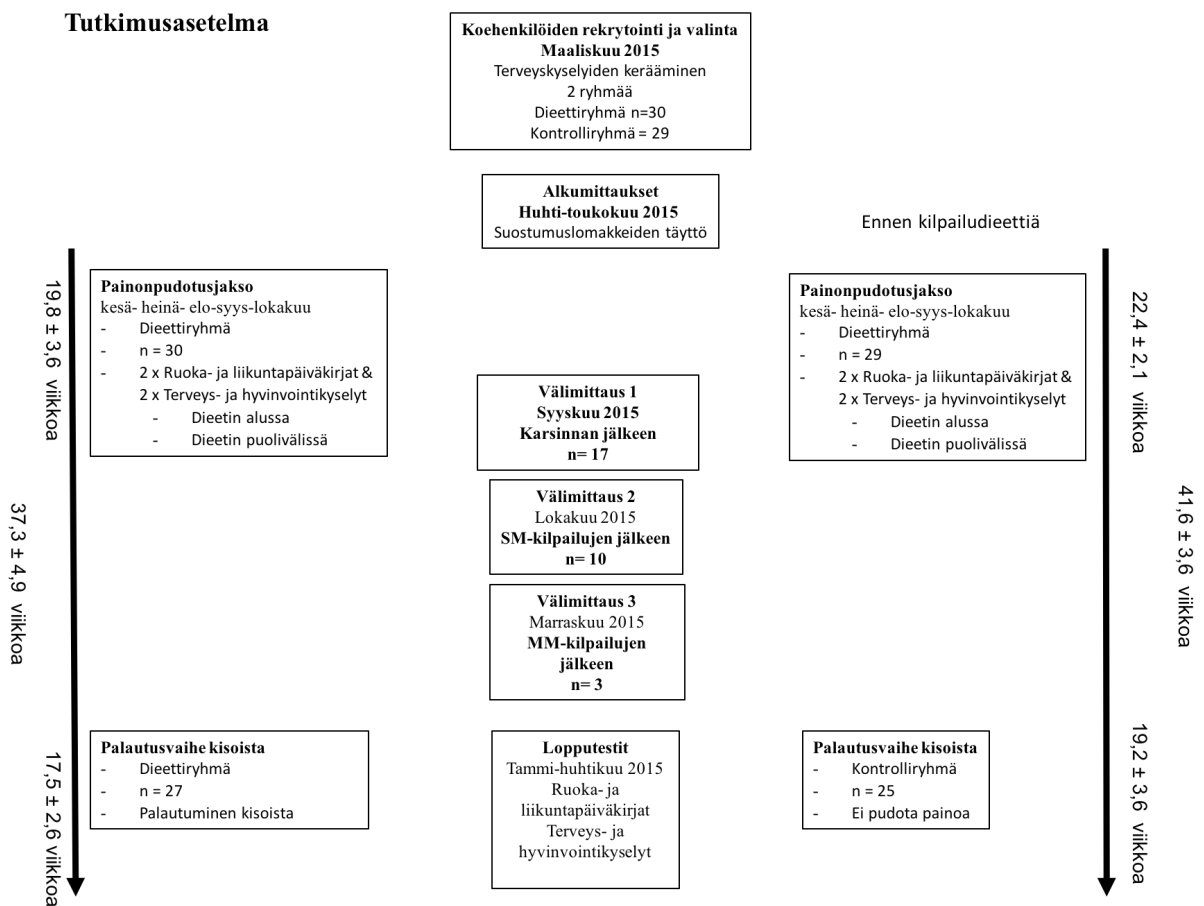
TAULUKKO 3. Tutkittavien taustamuuttujat.

| TAUSTAMUUTTUUJAT | Kilpailijat | Kontrollit | P-arvo ¹ |
|---|----------------|----------------|---------------------|
| Ikä (vuosi) | $27,5 \pm 4,2$ | $27,2 \pm 3,5$ | 0,72 |
| Pituus (m) | $1,66 \pm 0,1$ | $1,65 \pm 0,0$ | 0,69 |
| Paino (kg) | $64,3 \pm 6,9$ | $64,3 \pm 5,3$ | 0,99 |
| Harjoittelukokemus kuntosalilla (vuosi) | $3,5 \pm 1,4$ | $3,1 \pm 1,1$ | 0,35 |

¹ Ryhmien väliset erot testattu riippumattomien otosten t-testillä.

8.2 Tutkimusasetelma

Tutkimus sisälsi kolme mittaustapahtumaa, jotka olivat ennen kilpailudieettiä suoritettava alkumittaus. Kilpailudieetin päättyessä kilpailun jälkeisenä päivänä suoritettava välimittaus, jonka tarkoituksena oli selvittää, millaisia vaikutuksia dieetillä on sekä loppumittaus, minkä tarkoituksena oli selvittää kilpailusta palautumista. Tutkittavien energiansaantia tutkittiin ruoka- ja aktiivisuuspäiväkirjakyseilyllä koko tutkimusjakson aikana. Lisäksi tutkittavilta kerättiin neljä kertaa terveyteen ja hyvinvointiin liittyvä kysely. Tutkittavat noudattivat oman valmentajansa tai mieleisensä mukaista ruokavalio- ja harjoitusohjelmaa koko tutkimusjakson ajan eikä niitä kontrolloitu millään tavalla. Kuvassa 3 on esitetty tutkimusasetelma.



KUVA 3. Tutkimusasetelma

Yksittäinen mittauskerta (taulukko 4) koostui verinäytteenotosta ja useasta eri kehonkoostumusta arvioitavasta mittauksesta (DXA, verinäytteet InBody, ultraääni, pihtimittaus, ympärysmittat) sekä erilaisista suorituskykyä mittaavista testeistä (vertikaalihyppy, isometrinen jalka-

prässi, isometrinen penkki-punnerrus). Verinäytteet, DXA ja bioimpedanssi suoritettiin aamu-paastossa. Tutkittavia oli ohjeistettu nukkumaan vähintään 8 tuntia edellisenä yönä, ennen mit-taustapahtumaa. Ulkopaikkakuntalaisille tutkittaville tarjottiin hotellimajoitus tutkimusryhmän puolesta mittaustapahtumaa edeltävänä yönä, jotta olosuhteet olivat mahdollisimman saman-kaltaiset jokaisella mittauskerralla. Lisäksi tutkittavia pyydettiin olemaan tekemättä mitään fyy-sisesti kuormittavaa 24 tuntia ennen mittaustapahtumaa. Bioimpedanssin jälkeen tutkittaville tarjottiin standardoitu aamupala, joka koostui proteiini-hiilihydraattijuomasta, proteiinipatu-kasta ja omavalintaisesti joko banaanista tai omenasta. Aamupala sisälsi 517–553 kcal, 47–48 grammaa proteiinia, 72–80 grammaa hiilihydraattia ja 6,0–6,1 grammaa rasvaa riippuen hedel-mästä.

TAULUKKO 4. Yksittäisen mittauspäivän ohjelma ja aikataulu.

| Aika | 08:15 | 08:20 | 08:35 | 08:40 | 09:00 | 09:15 | 09:30 | 09:45 |
|------------|---------------------|-------|-----------|------------------------|-------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| ID XXXX | Saapuminen paikalle | DXA | Verinäyte | Inbody, aamupala, info | Ultra | Verenpaine, ympärysmittat, kuvat | Isometriset voimamittaukset | Hyvää kotimatkaa! |

8.3 Verinäytteet

Tutkittavilta mitattiin verestä testosteronin, estradioli- ja kortisolihormonin paastopitoisuudet Liikuntabiologian laitoksen laitteistolla. Verinäytteet otti ammattitaitoinen ja kokenut labora-toriohoitaja, joka vasta myös näytteiden jatkokäsittelystä. Verinäytteet otettiin ensimmäisenä mittaustapahtumana, ja tutkittavia oli ohjeistettu saapumaan vähintään 10 h paastonneena ja 8 tuntia nukkuneena. Heidän tuli myös välttää kofeiinia, nikotiini ja harjoittelua edellisen vuoro-kauden aikana.

Verinäytteitä otettiin yhteensä kahdeksan paastoverinäytettä käsivarren laskimosta. Hormo-nimääritykset tehtiin yhdestä VenoSafe 9 ml seerumiputkesta, jonka annettiin hyytyä vähintään 30 minuuttia näytteenotosta. Tämän jälkeen hormoninäytettä sentrifugoitiin 10 minuuttia 3500 rpm (Megafugee 1.0 R-sentrifugee). Sentrifugoinnin jälkeen näytteen seerumi erotettiin kol-meen erotusputkeen ja pakastettiin -80 °C lämpötilassa. Tämän jälkeen estradiolipitoisuuden määrittämisessä käytettiin 25 µl suuruista sulatettua seeruminäytettä. Kortisolipitoisuuden mää-rittämisessä käytettiin 10 µl seeruminäytettä ja testosteronipitoisuuden määrittämisessä Näistä analysoitiin seerumin hormonipitoisuudet entsyymi-immunomäärityksellä (IMMULITE 2000 XPi, Siemens Healthcare Diagnostics Products Ltd, USA). Menetelmän analyysin herkkyudet ja

toistettavuudet olivat estradiolin osalta 55 pmol/l ja 4,2–12 %, kortisolin osalta 5,5 nmol/l ja 5,7–8,3 % sekä testosteronin osalta vastaavasti 0,5 nmol/l 5,7–8,3 %.

8.4 Kehonkoostumuksen mittaaminen

Kehonkoostumusta mitattiin usealla eri mittaustavalla. Ensimmäisenä kehonkoostumusta arvioitavana mittarina käytettiin DXA (Dual X-Ray Absorptiometry) -laitetta (Lunar Prodigy Advance, GE Medical Systems -Lunar, Madison WI USA). DXA-mittaukset suoritettiin aamulla heti verinäytteenoton jälkeen aamupaastossa. Mittauksen ajan tutkittavat olivat selinmakuulla, mahdollisimman liikkumatta ja mittausasento vakioitiin. DXA-mittaus kesti noin kuusi minuuttia. Mittauksen jälkeen jokainen kehonkoostumusraportti tarkastettiin ja hartialinja- ja häpyluumittauspisteitä korjattiin manuaalisesti, mikäli laite oli arvioinut ne väärin kohtiin. Mittaukset suoritettiin aikaisemmin hyväksi todetulla tavalla (Hulmi ym. 2015). Tulosten analysoinnissa käytettiin koko vartalon rasvaprosenttia, rasvattoman massan ja rasvamassan määrää.

Bioimpedanssimittaus suoritettiin InBody720 -laitteella (Inbody 3.3, Biospace Co. Seoul, Korea) seuraavana DXA-mittauksen jälkeen aamupaastossa. Bioimpedanssi-mittauksessa tutkittavilla oli yllään ainoastaan alusvaatteet ylimääräisen massan minimoimiseksi. Mittaus kesti noin viisi minuuttia. Tulosten analysoinnissa käytettiin InBody-laitteen antamaa kehonpainoa, rasvaprosenttia ja lihasmassan määrää.

Kolmentena kehonkoostumusta mittavana menetelmänä käytettiin ihopoimiumittausta. Ihopoimiumittauksessa käytettiin neljän ihopoimun mittausta (Durnin & Womersley 1969), jonka perusteella laskettiin arvioitu rasvaprosentti sekä suhteellinen rasvattoman massan osuus, josta kehonpaino on vähennetty. Rasvaprosentti saadaan laskemalla ihopoimujen paksuudet yhteen ja summaa vastaava rasvaprosentti määritettiin Fogelholm (2007) taulukon mukaan.

8.5 Lihaskoon mittaukset

Lihaskokoa mittaavana menetelmänä käytettiin ultraäänikuvia. Ultraäänellä tarkasteltiin oikean jalan vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-alaa ja rasvamassan paksuutta sekä oikean käden olkavarren ojentajalihaksen, tricep brachiin lihaspaksuutta ja rasvamassan paksuutta. Kuvat otettiin ALOKA 3200 Ultrasound -laitteella (malli SSD-2000, Aloka co., Tokio, Japani.) vas-

taavasti kuten on aikaisemmin havaittu validiksi (Ahtiainen ym. 2010). Mittaus vakioitiin palpoimalla ja merkitsemällä tussilla oikea mittauskohda kunkin tutkittavan kohdalla yksilöllisesti. Kuvantamiseen käytettiin sarcopenia-toimintoa, joka soveltuu lihasten kuvantamiseen. (versio 1.44p; National Institutes of Health, Bethesda, MD) Ultraäänikuvantamisella mitattiin lihaksen vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-alaa (CSA) ja rasvamassan paksuus sekä triceps brachii lihaksen paksuus ja rasvamassan paksuus.

8.6 Suorituskykymittaukset

Alaraajojen ojentajalihasen kykyä tuottaa räjähtävästi ylöspäin suuntautuvaa voimaa mitattiin kevennyshypyillä (Komi & Bosco 1978). Testissä mitattiin painopisteen nousukorkeutta (cm). Testi aloitettiin ohjeistamalla ja näyttämällä esimerkkisuoritus tutkittavalle. Tämän jälkeen tutkittava kokeili vähintään yhden totuttelusuorituksen, josta hän sai välittömän palautteen. Mikäli testinjohtaja katsoi, että suoritus tehtiin oikein, aloitettiin varsinaiset testitulokset. Kevennyshypyssä alkuasennossa tutkittava seiso i kädet lanteilla. Komennolla ”OLETKO VALMIS?” testattava tiesi suorituksen alkavan hetken kuluttua ja valmistautui suoritukseen vetämällä keuhkot täyteen ilmaa. Lähtöasennosta kevennettiin nopeasti noin 90 asteen kulmaan selkä suorana, jonka jälkeen suoritettiin maksimaalinen ponnistus ylöspäin. Kädet ovat koko suorituksen ajan lanteilla ja selkä suorana. Alastulossa laskeudutaan päkiöille polvet suorina. Testissä toistettiin kolme suoritusta, ja mikäli tulos kohosi yli 5 % aiempaa suoritukseen nähden, suoritettiin lisämittaus, kuitenkin maksimissaan 5 suoritusta.

Alaraajojen lihasten maksimaalinen tahdonalainen isometrinen voimantuotto mitattiin jalkadynamometrissä polvikulman ollessa 107–110 astetta Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitteistolla. Testi aloitettiin totuttelusuorituksella, jolloin tutkittava suoritti yhden kerran kyseisen voimatestin. Tämän jälkeen aloitettiin varsinaiset testisuoritukset. Komennolla ”OLETKO VALMIS?” testattava tiesi suorituksen alkavan hetken kuluttua ja hän valmistautui suoritukseen vetämällä keuhkot täyteen ilmaa. Tässä vaiheessa voimaa ei vielä tuotettu lainkaan. Komennolla VALMIINA – PAINA, PAINA, PAINA!” Maksimaalinen voima pyrittiin aina tuottamaan mahdollisemman nopeasti. Komennolla ”SEIS” tutkittava lopetti voimantuoton. Isoometrinen voimanmittaus suoritettiin kolme kertaa, aina suorituksen jälkeisen palautusajan ollessa 1 minuutti. Suorituksen kesto oli 3–5 sekuntia ja mikäli maksimaalinen voima kohosi yli 5 % aiempaa suoritukseen nähden, suoritettiin lisämittaus, kuitenkin maksimissaan 5 suoritusta.

Suorituksen analysointi tehtiin Signal-tietokoneohjelmalla (Signal version 4.10, Cambridge Electronic Design Ltd., Englanti).

Yläraajojen lihasten maksimaalinen tahdonalainen isometrinen voimantuotto mitattiin penkkipunnerrus smith-laitteessa. (Ojasto & Häkkinen 2009). Penkkipunnerrus testissä käytettiin samoja komentoja kuin jalkaprässissä. Suoritusasento vakioitiin, kyynärvarren kulma oli 90 astetta ja kullekin mitattavalle määritettiin henkilökohtainen oteleveys, joka kirjattiin ylös. Tutkittavan selkä oli hieman kaarella ja jalat tuli pitää penkin yläpuolella. Maksimaalinen voima pyrittiin aina tuottamaan mahdollisemman nopeasti. Penkkipunnerruksen voimanmittaus suoritettiin kolme kertaa, suorituksen jälkeisen palautusajan ollessa 1 minuutti. Suorituksen kesto oli 3–5 sekuntia ja mikäli maksimaalinen voima kohosi yli 5 % aiempaa suoritukseen nähden, suoritettiin lisämittaus. Tutkittavat suorittivat maksimissaan 5 suoritusta.

8.7 Energiasaannin mittaus

Tutkittavien kokonaisenergiansaantia tarkasteltiin kolmena eri ajankohdissa. Kontrolleilta kerättiin ruokapäiväkirja, joka sisälsi kolme arkipäivää ja yksi viikonlopun päivä. Kilpailijoita ohjeistettiin noudattamaan valmentajiensa ohjeiden mukaisesti ruokavaliota tutkimusjakson aikana ja ilmoittamaan kaikista muutoksista tutkimusryhmälle. Energiansaanti analysoitiin alkumittausten ja välimittausten yhteydessä sekä noin yhden kuukauden kuluttua välimittauksista. Kilpailijoita ohjeistettiin raportoimaan koko tutkimusjakson ajalta mahdollisista muutoksista ruokavalioon tai harjoittelun määrään. Tutkittavien kokonaisenergiansaanti laskettiin Aivo-Diet-ohjelman (Flow-team Oy, Oulu) avulla. Kokonaisenergia sisälsi kaikki raportoidut ruoat, juomat ja kivennäisaineet, vitamiinit ja lisäravinteet kyseisen ajankohdan päivittäisenä keskiarvona.

8.8 Harjoittelun seuranta

Tutkittavia ohjeistettiin noudattamaan omaa harjoitusohjelmaansa koko tutkimusjakson ajan. Tutkittavilta kerättiin koko tutkimusjakson ajan heidän harjoitusohjelmansa ja heidät ohjeistettiin ilmoittamaan mahdollisista harjoitusohjelman muutoksista tutkimusryhmälle. Mikäli tutkittavat eivät toimittaneet harjoitusohjelmaansa, heiltä kerättiin aktiivisuuspäiväkirja. Kontrolliryhmän aktiivisuuspäiväkirjaa analysoitiin tutkimuksen alussa, välimittausten jälkeen ja noin kolmen kuukauden kuluttua välimittauksista. Kilpailijoiden harjoittelua analysoitiin kilpailudieetin puolivälissä, kilpailuviikkoa edeltävällä viikolla ja kilpailuviikolla. (Suonpää 2016). Taulukossa 5 on esitetty harjoittelun seurannan keräysajankohdat.

TAULUKKO 5. Aktiivisuuspäiväkirjojen ajankohdat kilpailijoilla ja kontrolleilla (Suonpää 2016)

| | 1. Tutkimuksen alku = ennen kilpailijoiden dieettiä | 2. Kilpailudieetin puoliväli | 3. Kilpailuviikkoa edeltävä viikko | 4. Kilpailuviikko | 5. Palautumisjakso 1 = noin 1 kuukauden kuluttua kilpailijoiden dieetin loppumisesta ja välimittauksista | 6. Palautumisjakso 2 = noin 3 kuukauden kuluttua kilpailijoiden dieetin loppumisesta ja välimittauksista |
|--------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------|--|--|
| Kontrollit | X | | | | X | X |
| Kilpailijat | X | X | X | X | X | X |

(muokattu lähteestä Suonpää 2016)

Aktiivisuuspäiväkirjan ohjeistuksessa tutkittavia pyydettiin merkitsemään kolmen arkipäivän ja yhden viikonlopun päivän ajalta kaikki normaalia arkielämää rasittavampi aktiivisuus. Tutkittavia pyydettiin merkitsemään aktiivisuuden aloitus- ja päättymisajat sekä heidän tuli arvioida fyysisen aktiivisuuden kuormittavuus RPE-asteikolla 6–20. Kilpailijoilta saatu harjoitusohjelmien määrä vaihteli tutkimuksen eri ajankohtina 17–26 välillä. Kontrolleista 19 otettiin mukaan aktiivisuuspäiväkirjan analyysiin. Aktiivisuuspäiväkirjojen analyysin perusteella tarkasteltiin harjoittelun useutta, rasittavuutta, fyysisen aktiivisuuden volyyymia ja intensiteettiä sekä MET-intensiteettiä Ainsworthin ym. 2000 mukaan. (Suonpää 2016)

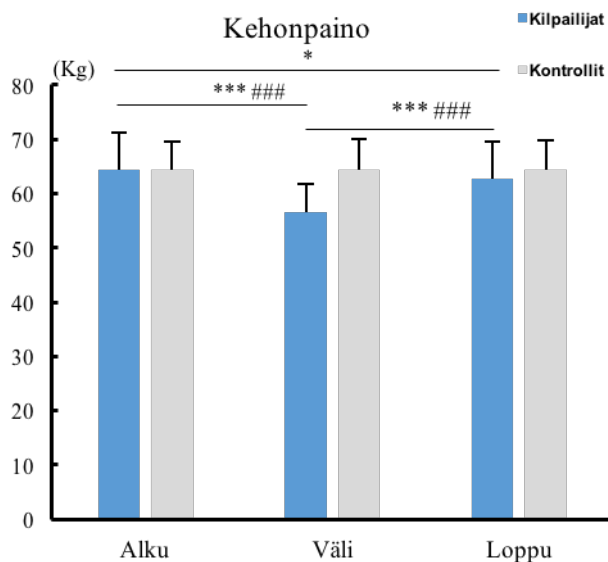
8.9 Tilastolliset menetelmät

Tulosten analysoinnissa käytettiin Microsoft Excel 2016 (versio 15.25.1 for Mac) -taulukkolaskentaohjelmaa ja IBM SPSS 22 Statistics -tilastolaskentaohjelmaa. Keskiarvot ja hajonnat eri muuttujille laskettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Muut tilastolliset analyysit suoritettiin SPSS:llä. Tilastollisissa analyyseissä merkitsevyysarvona oli merkitsevä * $p \leq 0,05$, merkitsevä: ** $p \leq 0,01$ ja erittäin merkitsevä: *** $p \leq 0,001$. Kaksisuuntainen varianssianalyysi (ANOVA) ja kahden ryhmän tai ajankohdan vertailut toteutettiin Holm-Bonferronikorjatuilla t-testeillä.

9 TULOKSET

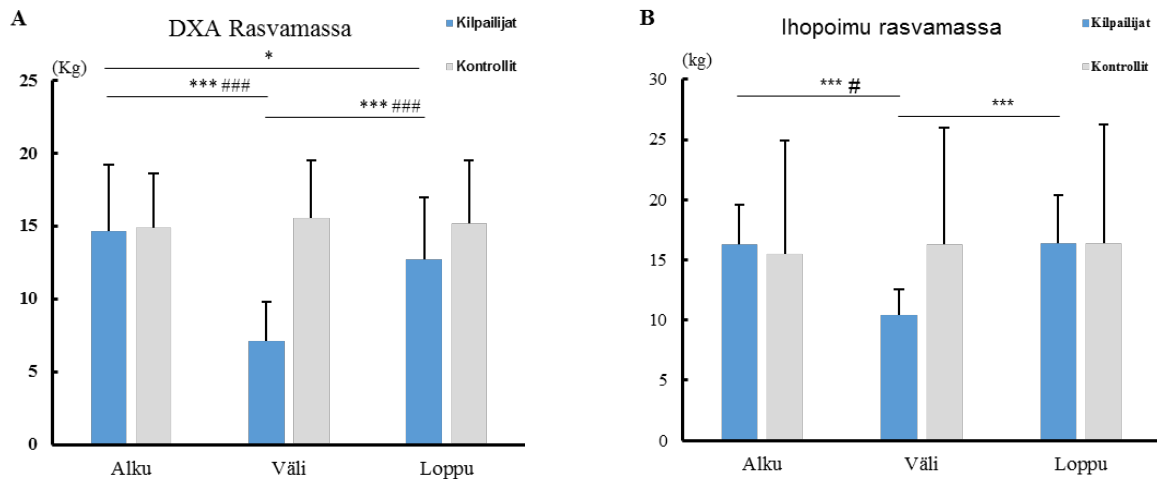
9.1 Kehonkoostumus

Kehonpaino. Kilpailijoiden kehonpaino ja rasvamassa vähenivät kaikilla mittausvälineillä mitattuna erittäin merkitsevästi kilpailudieetin aikana ($p < 0,001$). Kehonpaino lisääntyi erittäin merkitsevästi palautumisjakson aikana ($p < 0,001$), jääden loppumittauksissa merkitsevästi alemmaksi kuin alkumittauksissa ($p < 0,05$). Ryhmien välisissä muutoksissa oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ero alku- ja välimittausten sekä väli- ja loppumittausten välillä ($p < 0,001$). Kehonpainossa havaittiin aika- ja ryhmäyhdysovaikutusta ($p < 0,001$). Kontrolliryhmässä ei tapahtunut muutosta kehonpainossa tutkimusjakson aikana. Kuvassa 4, on esitetty kehonpainon ryhmien keskiarvot ja keskihajonnat alku-, väli- ja loppumittauksissa.

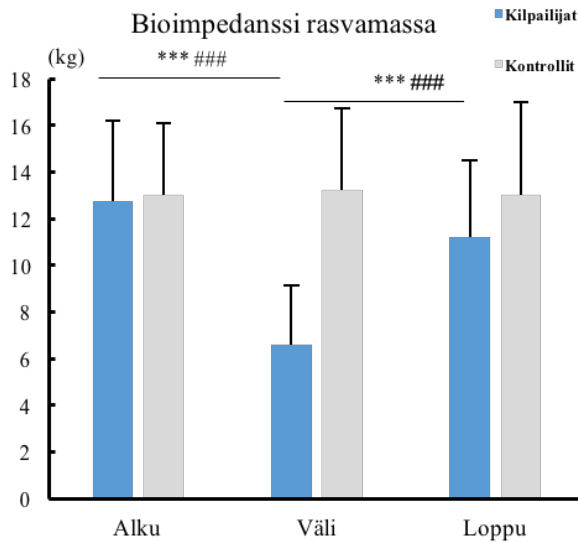


KUVA 4. Kehonpaino. Alku, välimittauksissa / dieetin jälkeen (Väli) ja palautumisjakson jälkeen / loppumittaukset (Loppu). Kehonpainon muutokset eri mittausajankohtien välillä. Mittaustulokset testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ryhmien välillä.

Rasvamassa. Rasvamassa vähentyi kaikilla mittausmenetelmillä mitattuna erittäin merkittävästi ($p < 0,001$) kilpailudieetin aikana ja lisääntyi palautumisjakson aikana erittäin merkittävästi ($p < 0,001$). Rasvamassa palautui lähtötasolle kaikilla mittausvälineillä mitattuna, pois luki DXA:lla, jonka mukaan rasvamassassa ennen kilpailudieettiä ja palautumisjakson välillä oli merkittävä ero ($p < 0,05$). Ryhmien välillä havaittiin erittäin merkittävää eroa DXA:lla ja bioimpedanssilla mitattuna alku-, väli- ja loppumittausten välillä ($p < 0,001$). Ihopoimuilla mitattuna havaittiin ryhmien välillä merkittävää eroa ($p < 0,05$) alku- ja välimittausten välillä. Rasvamassa havaittiin kaikilla mittausvälineillä aika- ja ryhmäyhdysvaikutusta ($p < 0,001$) Kontrolliryhmän rasvamassassa ei tapahtunut muutoksia tutkimusjakson aikana. Ryhmien välillä oli merkittävä ero alku- ja välimittausten välillä ($p < 0,001$). Kuvissa 5 ja 6 on esitetty rasvamassan määrä ryhmien keskiarvot ja keskihajonnat alku-, väli- ja loppumittauksissa.

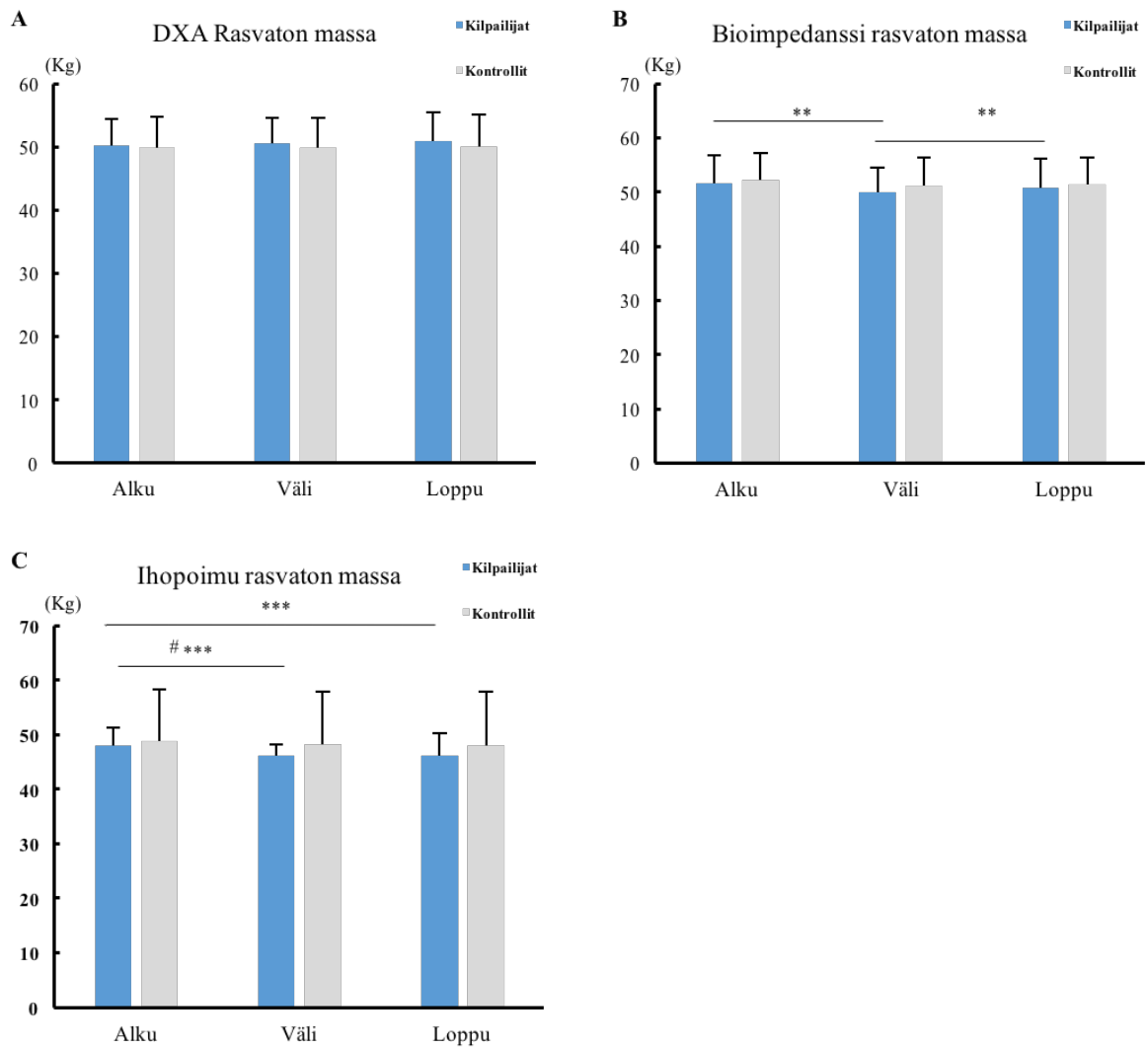


KUVA 5. Rasvamassa DXA ja ihopoimu. Alku, välimittauksissa / dieetin jälkeen (Väli) ja palautumisjakson jälkeen / loppumittaukset (Loppu). DXA:lla mitattu rasvamassa (A), Ihopoimulla mitattu rasvamassa (B), muutokset eri mittausajankohtien välillä. Mittaustulokset testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * $p < 0,05$ tilastollisesti merkittävä ero; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkittävä ero ryhmien välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkittävä ero ryhmien välillä. Kilpailijoiden $n=27$ ja kontrolliryhmän $n=23$.



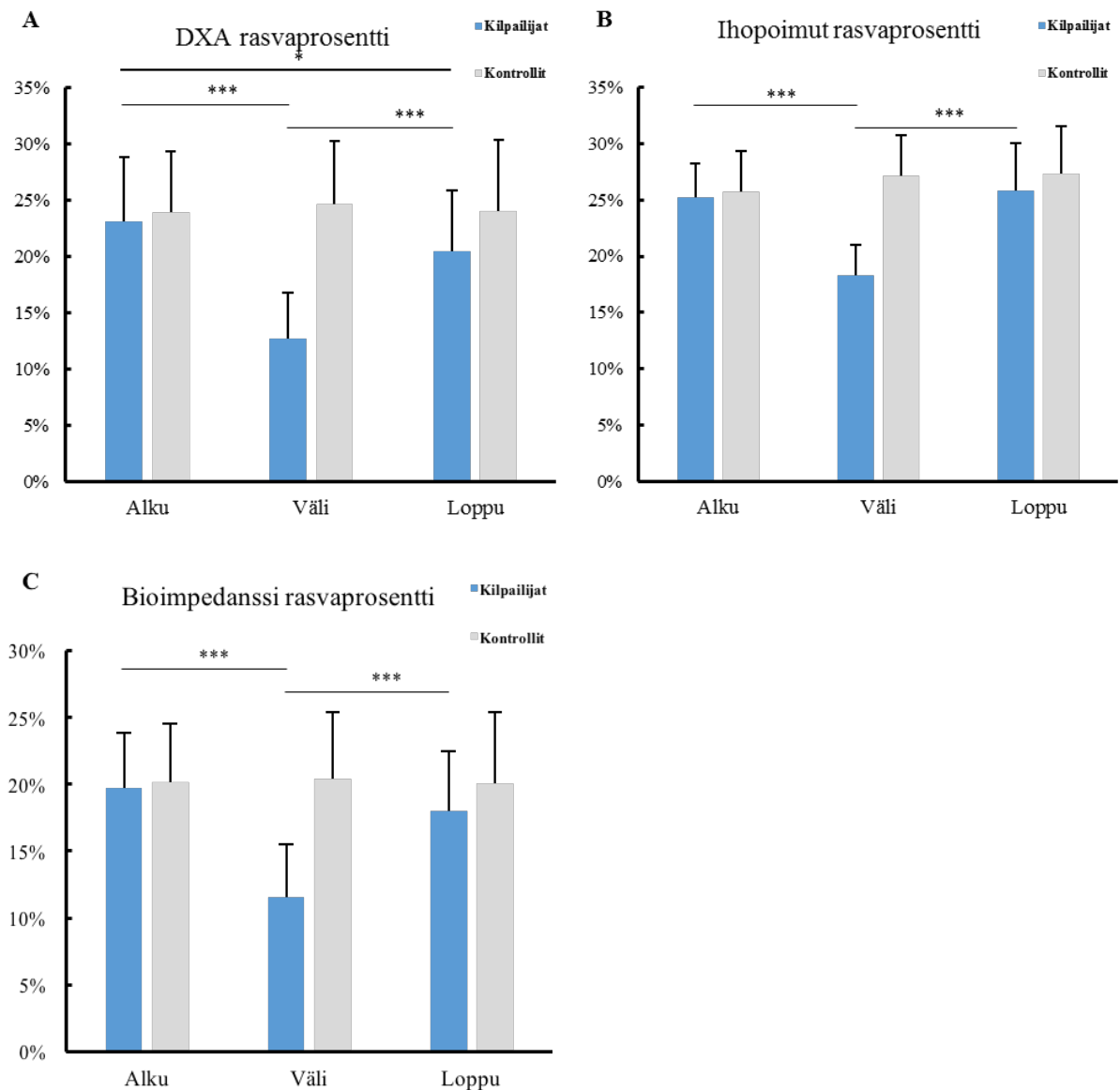
KUVA 6. Rasvamassa bioimpedanssi Alku, välimittauksissa / dieetin jälkeen (Väli) ja palautumisjakson jälkeen / loppumittaukset (Loppu). Bioimpedanssilla mitattu rasvamassan muutokset eri mitausajankohtien välillä. Mittaustulokset testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ryhmien välillä. Kilpailijoiden $n=27$, poislukien bioimpedanssi, jonka loppumittauksen $n=25$ ja kontrolliryhmän $n=23$.

Rasvaton massa. Kilpailijoiden rasvaton massa kilpailudieetin aikana pysyi samana DXA:lla mitattuna, mutta väheni erittäin merkitsevästi ihopoimuilla mitattuna ($p < 0,001$) ja merkitsevästi bioimpedanssilla mitattuna ($p < 0,01$). Rasvaton massa pysyi samana DXA:lla mitattuna myös väli- ja loppumittausten välillä, mutta nousi merkitsevästi bioimpedanssilla mitattuna ($p < 0,01$). Myöskään ihopoimuilla mitattuna rasvattomassa massassa ei ollut muutoksia väli- ja loppumittausten välillä, näin ollen rasvaton massa ihopoimuilla mitattuna jäi merkitsevästi alemmaksi loppumittauksissa alkumittauksiin verrattuna. ($p < 0,001$). Ryhmien havaittiin merkitsevä ero ihopoimuilla mitattuna alku- ja välimittausten välillä ($p < 0,05$). Ihopoimuilla mitattuna havaittiin merkitsevää aika- ja ryhmäyhdysvaikutusta ($p < 0,05$). Kuvassa 7 on esitetty rasvattoman massan määrä ryhmien keskiarvot ja keskihajonnat alku-, väli- ja loppumittauksissa.



KUVA 7. Rasvaton massa Alku, välimittauksissa / dieetin jälkeen (Väli) ja palautumisjakson jälkeen / loppumittaukset (Loppu). DXA:lla mitattu rasvaton massa (A), bioimpedanssilla mitattu rasvamassa (B), ihopoimumittauksella mitattu rasvattoman massan määrä (C), muutokset eri mittausajankohtien välillä. Mittaustulokset testattu toistomittauksen varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ryhmien välillä. Kilpailijoiden $n=27$, poislukien bioimpedanssi, jonka loppumittauksen $n=25$ ja kontrolliryhmän $n=23$.

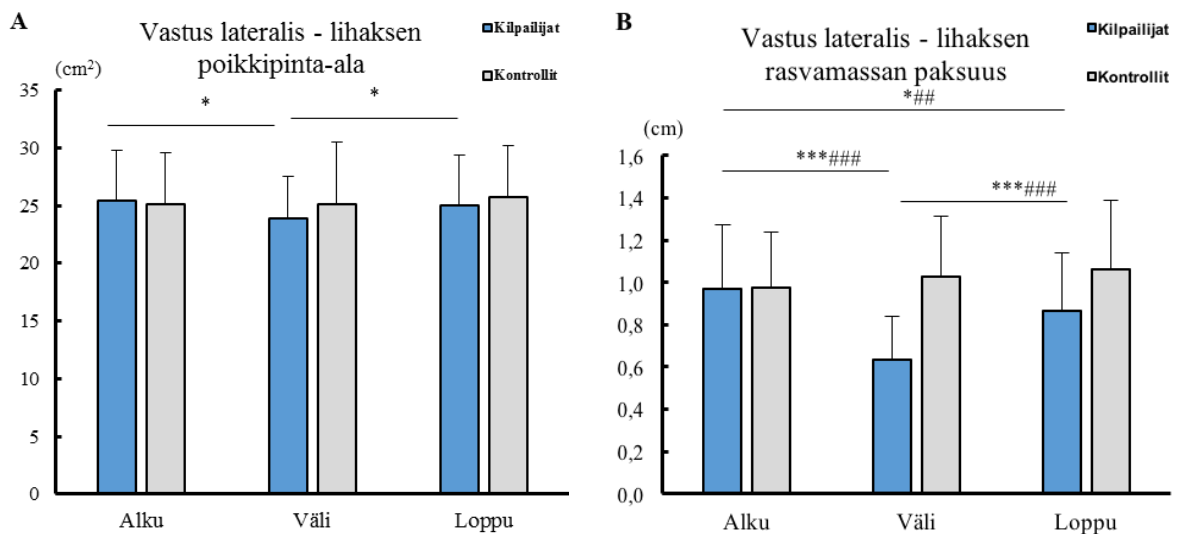
Rasvaprosentti. Kilpailijoiden rasvaprosentti väheni erittäin merkitsevästi kilpailudieetin aikana ja nousi erittäin merkitsevästi palautumisjakson aikana kaikilla mittausvälineillä mitattuna ($p < 0,001$). Ryhmien välillä havaittiin tilastollisesti erittäin merkitsevää eroa kaikilla mittausvälineillä alku- ja välimittauksien välillä. Kontrolleilla ei ollut muutoksia rasvattomassa massassa tai rasvaprosentissa tutkimusjakson aikana. Kuvassa 8 on esitetty kehonkoostumuksen muutosten ryhmien keskiarvot ja keskihajonnat alku-, väli- ja loppumittauksissa.



KUVA 8. Rasvaprosentti Alku, välimittauksissa / dieetin jälkeen (Väli) ja palautumisjakson jälkeen / loppumittaukset (Loppu). DXA:lla mitattu rasvaprosentti (A), Ihopoimuilla mitattu rasvaprosentti (B), Bioimpedanssilla mitattu rasvaprosentti (C), muutokset eri mittausajankohtien välillä. Mittaustulokset testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutospersentit ryhmien välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ryhmien välillä. Kilpailijoiden $n=27$, poislukien bioimpedanssi, jonka loppumittauksen $n=25$ ja kontrolliryhmän $n=23$.

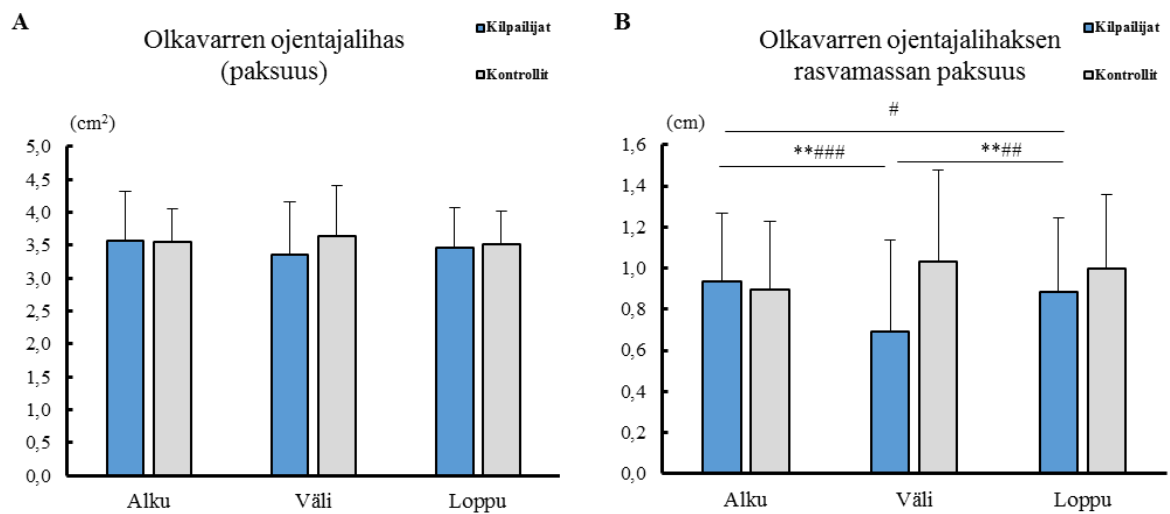
9.2 Lihaskoko

Vastus lateralis. *Vastus lateralis* -lihaksen rasvamassan paksuus väheni erittäin merkitsevästi kilpailudieetin aikana kilpailijoilla. ($p < 0,001$). *Vastus lateralis* -lihaksen rasvamassa kasvoi erittäin merkitsevästi palautumisjakson aikana ($p < 0,001$) ja *vastus lateralis* -lihaksen rasvamassa oli loppumittauksissa kuitenkin merkitsevästi pienempi kuin alkumittauksissa ($p < 0,05$). Ryhmien välillä oli erittäin merkitsevää eroa alku- ja välimittausten sekä väli- ja loppumittausten välillä ($p < 0,001$) sekä alku- ja loppumittausten välillä ($p < 0,01$). *Vastus lateralis* -lihaksen rasvamassassa havaittiin erittäin merkitsevää aika- ja ryhmäyhdysvaikutusta ($p < 0,001$). Kilpailijoiden *vastus lateralis* -lihaksen poikkipinta-ala pieneni merkitsevästi kilpailudieetin aikana ($p < 0,05$) ja vastaavasti kasvoi palautumisjakson aikana, palautuen lähtötasolle ($p < 0,05$) (kuva 9). Ryhmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa. Kontrolleilla ei havaittu muutoksia lihaskoossa tutkimusjakson aikana. *Vastus lateralis* -lihaksen rasvamassan paksuudessa havaittiin aika- ryhmäyhdysvaikutusta ($p < 0,001$).



KUVA 9. *Vastus lateralis* -lihaksen koko ja rasvamassa (Alku), Välimittauksissa / dieetin jälkeen (Väli) ja palautumisjakson jälkeen / loppumittaukset (Loppu). *Vastus lateralis* -lihaksen poikkipinta-ala (A), *Vastus lateralis* -lihaksen rasvamassan paksuus (B), muutokset eri mittausajankohtien välillä. Mittaustulokset testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero; *** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä ero.

Olkavarren ojentajalihas. Kilpailijoiden olkavarren ojentajalihaksen rasvamassan paksuus väheni merkittävästi kilpailudieetin aikana ($p<0,05$) ja lisääntyi loppumittauksiin lähtötasolle ($p<0,05$) (kuva 10). Olkavarren ojentajalihaksen rasvamassan paksuudessa havaittiin aika- ja ryhmäyhdysvaikutusta ($p<0,001$) (kuva 10). Olkavarren ojentajalihaksen paksuudessa ei havaittu muutosta. Olkavarren ojentajalihaksen rasvamassan paksuudessa oli ryhmien välillä eroa alku- ja välimittausten välillä ($p<0,001$) ja väli- ja loppumittausten välillä ($p<0,01$). Olkavarren ojentajalihaksen rasvamassan paksuudessa havaittiin aika- ja yhdysvaikutusta ($p<0,001$).



KUVA 10. Olkavarren ojentajan lihaskoko ja rasvamassa (Alku), Välimittauksissa / dieetin jälkeen (Väli) ja palautumisjakson jälkeen / loppumittaukset (Loppu). Olkavarren ojentajalihaksen paksuus (A), Olkavarren ojentajalihaksen rasvamassan paksuus (B), muutokset eri mittausajankohtien välillä. Mittaustulokset testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * $p<0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero; ** $p<0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero; *** $p<0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä ero.

9.3 Voimantuotto

Kilpailijoilla isometrinen penkkipunnerrus ja kevennyshyppy laskivat hieman kilpailudieetin aikana, mutta muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Isometrinen jalkaprässi sen sijaan säilyi ennallaan. Yksilölliset erot olivat melko suuria kaikissa voimamuuttujissa, kuten alku- ja välimittausten välisestä muutoksen keskihajonnasta voidaan todeta. Isometrinen penkkipunnerrus nousi kilpailijoilla väli- ja loppumittausten välillä ($p < 0,05$). Kontrollien isometrinen jalkaprässi laski väli- ja loppumittausten välillä erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Kevennyshypyssä ei havaittu muutoksia. Ryhmien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero kevennyshypyssä alku- ja välimittausten välillä ($p < 0,05$) sekä isometrisessä penkkipunnerruksessa ($p < 0,05$). Lisäksi penkkipunnerruksessa havaittiin ryhmien välinen tilastollisesti erittäin merkitsevä ero väli- ja loppumittausten muutoksessa. Isometrisessä penkkipunnerruksessa havaittiin aika- ja ryhmäyhdysvaikutusta. Taulukossa 6 on esitetty voimanmuutosten ryhmien keskiarvot ja keskihajonnat alku-, väli- ja loppumittauksissa.

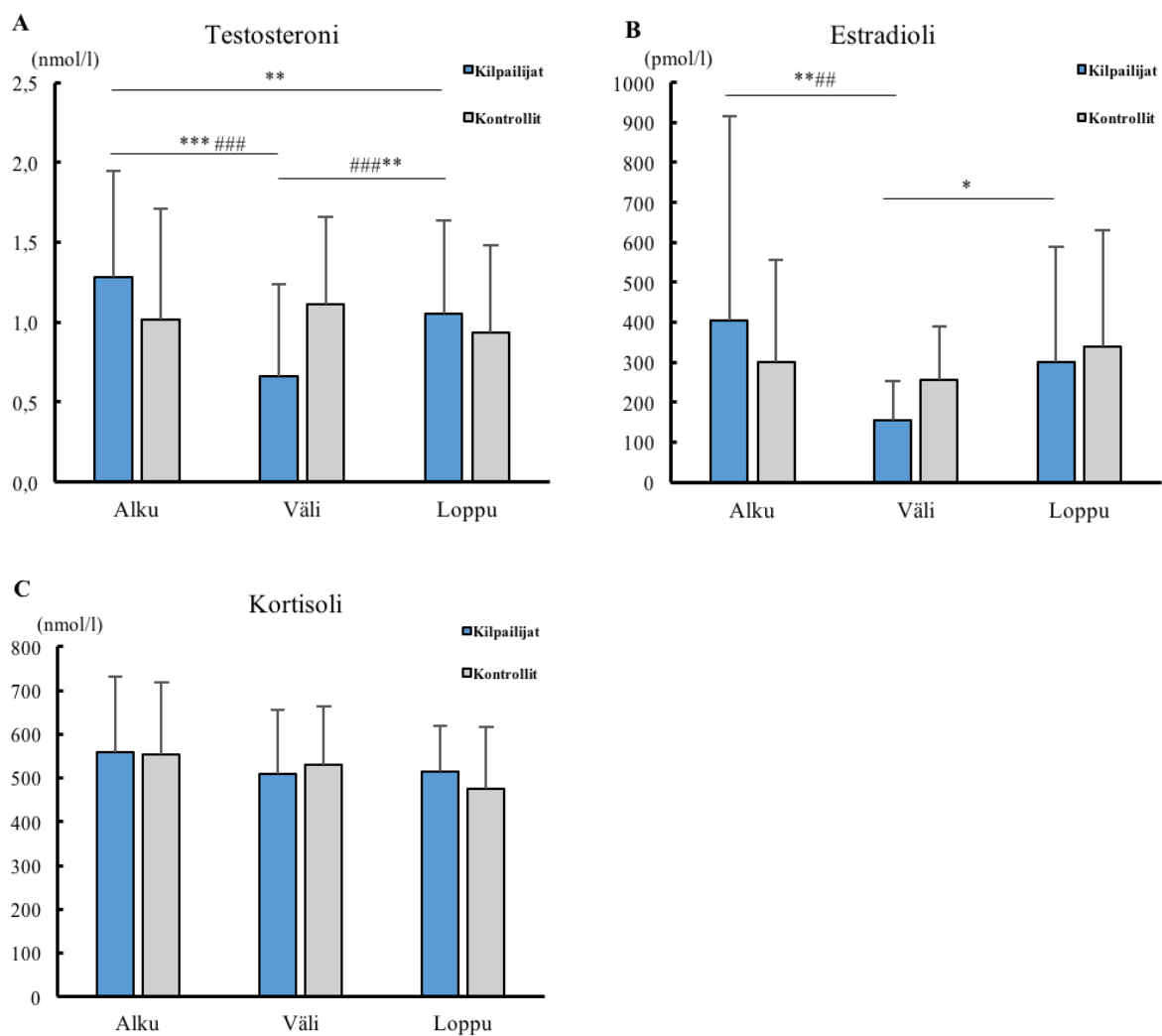
TAULUKKO 6. Voimantuotto.

| | Alku | Väli | Loppu | Δ Väli–Alku | Δ Loppu–Väli | Δ Loppu–Alku | Ajan ja ryhmän yhdysvaikutus (p) |
|-------------------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|
| Isometrinen jalkaprässi | | | | | | | |
| (N) | | | | | | | |
| Kilpailijat | 2855 ± 430 | 2855 ± 656 | 3059 ± 538 ** | -0,5 ± 9,5 % | 8,9 ± 12,2 % | 6,8 ± 9,7 % | 0,316 |
| Kontrollit | 2908 ± 315 | 2893 ± 388 | 3021 ± 454 | -0,5 ± 6,3 % | 4,2 ± 8,1 % | 2,5 ± 8,1 % | |
| Isometrinen penkkipun- | | | | | | | |
| nerrus (N) | | | | | | | |
| Kilpailijat | 620,0 ± 104,1 | 581,1 ± 104,4 | 598,9 ± 104,4 | -3,5 ± 7,5 % # | -0,2 ± 8,0 %### | -3,7 ± 8,2 % | <0,001 |
| Kontrollit | 645,6 ± 91,4 | 662,6 ± 82,3 | 602,8 ± 84,5 *** | 2,1 ± 5,8 % | -8,7 ± 3,8 % | -6,9 ± 5,4 % | |
| Kevennyshyppy (cm) | | | | | | | |
| Kilpailijat | 26,1 ± 4,2 | 25,2 ± 4,5 | 26,3 ± 4,7 | -3,5 ± 9,1 % # | 4,7 ± 8,9 % | 0,9 ± 9,6 % | 0,107 |
| Kontrollit | 28,1 ± 5,5 | 28,4 ± 5,0 | 28,2 ± 5,1 | 1,6 ± 10,4 % | -0,4 ± 7,7 % | 0,8 ± 9,2 % | |

Mittaustulokset testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * p<0,05 tilastollisesti merkitsevä ero; ** p<0,01 tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä; *** p<0,001 tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ryhmien välillä.

9.4 Seerumin hormonipitoisuudet

Kilpailijoiden paastotestosteroni laski erittäin merkittävästi ($p < 0,001$) ja estradioli laski merkittävästi ($p < 0,01$) kilpailudieetin aikana. Ryhmien välillä oli erittäin merkittävä ero ($p < 0,001$) testosteronipitoisuudessa alku- ja välimittausten muutoksissa sekä merkittävä ero ($p < 0,01$) estradiolipitoisuudessa. Testosteronipitoisuus nousi merkittävästi palautumisjakson aikana ($p < 0,01$) ja estradiolipitoisuudessa havaittiin myös merkittävä nousu ($p < 0,05$). Testosteronipitoisuus ei noussut lähtötasolle palautumisjakson aikana ja merkittävästi alhaisemmaksi alku- ja loppumittausten välillä ($p < 0,01$). Kortisolipitoisuudessa ei tapahtunut muutoksia. Kontrolliryhmällä ei tapahtunut muutoksia hormonitasapainossa. Testosteroni- ($p < 0,001$) ja estradiolipitoisuudessa ($p = 0,004$) havaittiin aika- ja ryhmäyhdysovaikutusta. Kuvassa 11 on esitetty seerumin hormonipitoisuuksien ryhmien keskiarvot ja keskihajonnat alku-, väli- ja loppumittauksissa.



KUVA 11. Seerumin hormonipitoisuudet Alku, Välimittauksissa / dieetin jälkeen (Väli) ja palautumisjakson jälkeen / loppumittaukset (Loppu). Paastotestosteronipitoisuus (A), Paastoestradiolipitoisuus (B), Paastokortisolipitoisuus (C), muutokset eri mittausajankohtien välillä. Mittaustulokset testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ryhmien välillä. Ryhmän sisäiset muutokset testattu Friedmanin testillä ja ryhmien väliset erot Mann-Whitneyn U -testillä.

9.5 Energiensaanti

Tutkittavien kokonaisenergia eriajankohtina on esitetty taulukossa 7. Kilpailijoiden energiensaanti vähentyi keskiarvona noin 650 kcal kilpailudieetin aikana. Energiensaanti oli erittäin merkitsevästi vähäisempää keskiarvoisesti kilpailudieetin aikana kuin alku- tai loppumittauksissa. Kontrolliryhmässä ei havaittu muutosta energiensaannissa tutkimusjakson aikana. Energiensaannissa havaittiin aika- ja ryhmäyhdyksvaikutusta ($p < 0,01$).

TAULUKKO 7. Energiensaanti.

| | Dieetin alku | Dieetin keskiarvo | Palautumisjakso |
|------------------------|----------------|-------------------|-----------------|
| Kokonaisenergiensaanti | | | |
| kcal/ vrk | | | |
| Kilpailijat | 2358,0 ± 425,2 | 1710,0 ± 370,5*** | 2208,0 ± 520,6 |
| Kontrollit | 2487,2 ± 549,4 | 2332,2 ± 422,4 | 2482,3 ± 369,0 |
| Kokonaisenergiensaanti | | | |
| kcal/ kg | | | |
| Kilpailijat | 36,9 ± 6,6 | 29,9 ± 5,8*** | 37,8 ± 9,9 |
| Kontrollit | 38,7 ± 8,26 | 36,3 ± 5,9 | 39,0 ± 5,8 |

Ryhmän sisäiset erot testattu toistomittausten varianssianalyysillä. Dieetin alun kilpailijoilla $n=27$, kontrolleilla $n=18$ ja dieetin keskiarvo $n=21$ ja palautumisjaksolla kilpailijoiden $n=18$ ja kontrollien $n=16$. * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ryhmien välillä.

9.6 Energiaravintoaineiden saanti

Kilpailijoiden proteiinin saanti väheni merkitsevästi ($p < 0,05$) kilpailudieetin aikana. Proteiinin suhteellinen saanti väheni erittäin merkitsevästi kilpailudieetin aikana ($p < 0,001$). Hiilihydraattien ja rasvan saanti väheni erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$) kilpailudieetin aikana. Lisäksi rasvan suhteellinen saanti väheni merkitsevästi kilpailudieetin aikana ($p < 0,05$). Proteiinin saannilla havaittiin ($p < 0,05$) ja hiilihydraattien saannilla ja painokiloon suhteutetulla saannilla havaittiin ($p < 0,01$) aika- ja ryhmäyhdysvaikutusta. Tutkittavien energiaravintoaineiden absoluuttinen saanti sekä suhteellinen saanti kehonpainoon suhteutettuna eri ajankohdina on esitetty taulukossa 8.

TAULUKKO 8. Energiaravintoaineiden saanti.

| | Kilpailudieetin alku | Dieetin keskiarvo | Palautumisjaksolla | Ajan ja ryhmän yhdysvaikutus (p) |
|---|----------------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|
| Proteiinit (g) | | | | |
| Kilpailijat | 202,5 ± 44,1 | 184,7 ± 40,5* | 195,4 ± 41,5 | <0,05 |
| Kontrollit | 172,3 ± 37,6 | | 184,7 ± 39,5 | |
| Proteiinin suhteellinen saanti (g/kg) | | | | |
| Kilpailijat | 3,16 ± 0,61 | 3,07 ± 0,64*** | 3,34 ± 0,81 | 0,282 |
| Kontrollit | 2,68 ± 0,53 | | 2,87 ± 0,85 | |
| Hiilihydraatit(g) | | | | |
| Kilpailijat | 215,6 ± 67,7 | 127,8 ± 39,7 *** | 188,5 ± 72,5 | <0,01 |
| Kontrollit | 218,8 ± 50,3 | | 224,0 ± 49,8 | |
| Hiilihydraattien suhteellinen saanti (g/kg) | | | | |
| Kilpailijat | 3,35 ± 0,99 | 2,12 ± 0,66*** | 3,24 ± 1,34 | <0,01 |
| Kontrollit | 3,40 ± 0,72 | | 3,52 ± 1,05 | |
| Rasva (g) | | | | |
| Kilpailijat | 64,4 ± 16,2 | 52,8 ± 16,4 *** | 59,7 ± 13,0 | 0,184 |
| Kontrollit | 82,2 ± 23,3 | | 84,9 ± 29,4 | |
| Rasvan suhteellinen saanti (g/kg) | | | | |
| Kilpailijat | 1,02 ± 0,29 | 0,88 ± 0,29 * | 1,02 ± 0,23 | 0,692 |
| Kontrollit | 1,29 ± 0,38 | | 1,34 ± 0,51 | |

Dieetin alun kilpailijoilla n=27, kontrolleilla n=18 ja dieetin keskiarvo n=21 ja palautumisjaksolla kilpailijoiden n=18 ja kontrollien n=16. Palautumisjakson ruokapäiväkirjat kerättiin noin 10 viikon kohdalla palautumisjaksoa.

9.7 Harjoittelun muutokset

Tutkimuksen alussa kilpailijoilla oli voimaharjoittelua $4,7 (\pm 0,7)$ kertaa viikossa ja kontrolleilla voimaharjoittelua oli $3,9 (\pm 1,9)$ krt / vk. Aerobista harjoittelua kilpailijoilla oli tutkimuksen alussa $3,6 (\pm 2,8)$ kun taas kontrolleilla aerobista harjoittelua oli $2,6 (\pm 0,5)$ krt / vk. Aerobisen harjoittelun useus kasvoi kilpailijoilla kilpailudieetin aikana merkitsevästi ($p < 0,05$) ja se väheni erittäin merkitsevästi palautumisjakson aikana. Voimaharjoittelun useudessa ei tapahtunut muutosta tutkimusjakson aikana. Taulukossa 9 on esitetty harjoittelun useus alku-, väli- ja loppumittauksissa.

Voimaharjoittelu oli jaettu kaikilla tutkittavilla monijakoisiin ohjelmiin tutkimuksen alussa, jossa keskityttiin 1–3 lihasryhmään kerralla, ja lihasryhmät harjoitettiin ennen kilpailudieetin alkua alaraajojen osalta $1,3 (\pm 0,5)$ krt / viikossa ja yläraajojen osalta $1,1 (\pm 0,3)$ krt / viikossa. Voimaharjoittelun jaottelut tai harjoitustiheys eivät merkittävästi muuttuneet tutkimusjakson aikana. Yhden voimaharjoituksen kestoksi raportoitiin 40–90 minuuttia.

TAULUKKO 9. Harjoittelun määrän muutokset.

| | Alkumittaus | Välimittaus | Loppumittaus |
|------------------------------|---------------|-----------------|---------------------|
| Voimaharjoittelun määrä | | | |
| Kertaa / viikossa | | | |
| Kilpailijat | $4,7 \pm 0,7$ | $4,7 \pm 0,6$ | $4,6 \pm 0,7$ |
| Kontrollit | $3,9 \pm 1,9$ | $3,7 \pm 1,4$ | $3,4 \pm 1,9$ |
| Aerobisen harjoittelun määrä | | | |
| Kertaa / viikossa | | | |
| Kilpailijat | $3,6 \pm 2,8$ | $4,6 \pm 3,0^*$ | $2,0 \pm 2,1^{***}$ |
| Kontrollit | $2,6 \pm 2,6$ | $2,8 \pm 2,3$ | $3,4 \pm 3,5$ |

Mittaustulokset testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ryhmien välillä. Alkumittauksissa kilpailijoilla $n=27$, kontrolleilla $n=19$ ja välimittauksissa kontrollien $n=18$ ja palautumisjaksolla kontrollien $n=17$.

10 POHDINTA

Tieteellistä tutkimusta fitnessurheilijan kilpailudieetistä ja sitä seuranneesta palautumisjaksosta ei ole vielä juurikaan saatavilla lukuun ottamatta muutamaa tapaustutkimusta (Rossow ym. 2013; Kistler ym. 2014; Robinson ym. 2015; Halliday ym. 2016). Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, muuttuvatko naisfitnesskilpailijoiden kehonkoostumus ja lihaskoko sekä hormonitasapaino kilpailudieetin aikana ja palautumisjaksolla. Tämä tutkimus osoitti, että rasvaton massa vähenee tai pysyy samana mittausten menetelmästä riippuen 20 viikon fitness-lajien kilpailudieetin aikana, ja palautuu ennalleen alkutilanteesta palautumisjakson aikana. Kehonpaino ja rasvaprosentti laskevat huomattavasti kilpailudieetin aikana mutta palautuvat ennalleen palautumisjakson jälkeen. Vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-ala laskee kilpailudieetin aikana mutta palautuu lähtötasolle palautumisjakson aikana. Triceps brachii -lihaksen paksuudessa ei havaittu muutosta. Lisäksi ilmeni, että seerumin testosteroni- ja estradiolipitoisuus laskevat merkitsevästi kilpailudieetin aikana. Estradiolipitoisuus palautui lähtötasolle 20 viikon palautumisjakson aikana, mutta testosteronipitoisuus jäi lähtötason alapuolelle. Kortisolipitoisuudessa ei havaittu muutoksia tutkimusjakson aikana.

10.1 Kehonkoostumuksen muutokset kilpailudieetillä ja palautumisjaksolla

Kilpailijoiden ja kontrollien kehonkoostumuksessa ei ollut eroa ennen kilpailudieetin alkua. Yli puolet kilpailijoista olivat ensikertalaisia, mikä voi osaltaan selittää kilpailijoiden ja kontrollien kehonkoostumuksen samankaltaisuutta. Toinen selittävä tekijä voi olla se, että yli puolet kilpailijoista olivat bikini fitness -lajin urheilijoita, joiden lajikriteerit eivät kehonkoostumuksen, etenkin koko kehon lihasmassan osalta, juuri poikkea säännöllisesti kuntosalilla harjoittelevasta naisesta. (Kuva 1)

Kehonkoostumus. Alkumittauksien jälkeen kilpailijoiden kilpailudieetit alkoivat, jonka seurauksena heidän kehonkoostumus muuttui; kehonpaino putosi ja rasvamassa sekä rasvaprosentti vähenivät riippuen mittausten menetelmästä. Kehonpaino väheni keskimäärin 0,4 kg viikossa ja rasvaprosentti väheni yhteensä keskimäärin 37 % noin 20 viikon kilpailudieetin aikana. Kehonpainon, rasvamassan ja rasvaprosentin vähenemistä kilpailudieetillä on havaittu myös aikaisemmin fitnessurheilijoilla (Rossow ym. 2013; Kistler ym. 2014; Robinson ym. 2015; Halliday ym. 2016). Myös naiskehonrakentajilla on havaittu samankaltaisia kehonkoostumuksen muutoksia kilpailudieetin aikana (Walberg-Rankin ym. 1993; Andersen ym. 1998; Van der

Ploeg ym. 2001) kuten myös mieskehonrakentajilla (Mäestu ym. 2010). Lisäksi muiden lajien kuntoilijoilla ja urheilijoilla on raportoitu samankaltaisia muutoksia kehonkoostumuksessa energiavajeessa (Mero ym. 2010; Garthe ym. 2011; Huovinen ym. 2015). Kehonkoostumuksen muutokset olivat seurausta lisääntyneestä voimaharjoittelun ja aerobisen harjoittelun määrästä sekä vähentyneestä energiansaannista. Samankaltaisia energiansaannin muutoksia on raportoitu aikaisemmissa tutkimuksissa fitnessurheilijoilla (Rossow ym. 2013; Kistler ym. 2014; Halliday ym. 2016).

Harjoittelun laatu ja kehonkoostumus. Voimaharjoittelu ja aerobinen harjoittelu yhdessä on aikaisempien tutkimusten mukaan havaittu säilyttävän rasvatonta massaa tehokkaammin energiavajeessa kuin pelkkä laihdutusruokavalio (Kramer 1999; Wu ym. 2008; Miller ym. 2013). Tutkittavien harjoitusohjelmaan kuuluivat niin voimaharjoittelua kuin aerobista harjoittelua. Fyysinen aktiivisuus, lähinnä aerobinen harjoittelu, lisääntyi kilpailijoilla kilpailudieetin edessä aina viimeistelyviikkoon saakka. Myös aikaisempien tutkimuksien perusteella fitnessurheilijoiden ja kehonrakentajien kilpailudieettiin kuuluu olennaisesti voimaharjoittelu ja aerobinen harjoittelu (Mäestu ym. 2010; Rossow ym. 2013; Kistler ym. 2014; Robinson ym. 2015; Halliday ym. 2016). Lisäksi pääasiassa aerobisen harjoittelun lisääntymistä kilpailudieetin edessä on havaittu sekä mies- ja naiskehonrakentajilla (Van der Ploeg ym. 2001; Mäestu ym. 2010) että fitnessurheilijoilla (Kistler ym. 2014; Robinson ym. 2015). Sen sijaan kilpailudieetti ei välttämättä vaadi fyysisen aktiivisuuden lisääntymistä (Rossow ym. 2013).

Rasvaton massa. Kilpailijoiden rasvaton massa pysyi samana tai hieman väheni kilpailudieetin aikana riippuen mittausmenetelmästä. DXA:lla mitattuna rasvaton massa pysyi ennallaan, kun taas bioimpedanssilla ja ihopoimuilla mitattuna havaittiin pieni mutta kuitenkin tilastollisesti merkitsevä rasvattoman massan väheneminen. Rasvattoman massan säilymistä kilpailudieetin aikana on raportoitu body fitness -kilpailijalla (Halliday ym. 2016). Myös mieskehonrakentajilla on havaittu, että rasvaton massa ei muutu 11 viikon kilpailudieetin aikana (Mäestu ym. 2010). Tätä rasvattoman massan säilymistä voi selittää se, että yli puolet kilpailijoista oli ensikertalaisia. Aloittelijoilla onkin havaittu aikaisemmin rasvattoman massan lisääntymistä samaan aikaan kun rasvamassa on vähentynyt (Helms ym. 2015; Hulmi ym. 2015). Rasvattoman massan vähenemistä on kuitenkin raportoitu miehillä 14 viikon ja 26 viikon kilpailudieetin aikana (Rossow ym. 2013; Kistler ym. 2014; Robinson ym. 2015) ja naiskehonrakentajilla 12 viikon kilpailudieetin aikana (Van der Ploeg ym. 2001).

Rasvaton massa ja mittausmenetelmien luotettavuus. Yhtenä selittävänä tekijänä rasvattoman massan vähenemisen eroa mittausmenetelmästä riippuen voi selittää eri mittausmenetelmien luotettavuus. Lisäksi tähän voi vaikuttaa viimeistelyviikon sisältämä energiamäärä, etenkin hiilihydraattien saannin lisääntyminen, joka lisää nesteen määrää kehossa (Bone ym. 2016). Painonpudotustutkimuksessa lihavilla naisilla huomattiin eroa mittausmenetelmien antamassa rasvamassan tai rasvattoman massan tuloksissa mitattaessa DXA:lla, bioimpedanssilla ja ihopoimiumittauksella (Evans ym. 1999). Sillanpään ym. (2014) mukaan bioimpedanssi aliarvioi rasvaprosentin ja rasvamassan sekä yliarvioi rasvattoman massan määrää verrattuna DXA:an. DXA ei välttämättä kykene havaitsemaan pieniä muutoksia kehonkoostumuksessa (Ackland ym. 2012). Usean tutkimuksen mukaan DXA on kuitenkin tarkempi kehonkoostumuksen mittari kuin bioimpedanssi (Pateyjohns ym. 2006; Pineau ym. 2007; Bosy-Westphal ym. 2008; Ackland ym. 2012; Moon ym. 2013) puhumattakaan ihopoimiumittauksesta, jonka sen mittausvirheenä pidetään jopa 5 prosenttiyksikköä (Ackland ym. 2012). DXA:lla mitattaessa urheilijoita voi olla suurempia virheitä mittaustuloksissa kuin normaalipainoisilla ja ei-harjoitelleilla (Ackland ym. 2012), ainakin osittain siksi, että nämä menetelmät ovat kehitetty normaalipainoisten kehonkoostumuksen mittaamiseen. Viimeisimmät kehonrakentajia ja fitnessurheilijoita käsittelevien tutkimusten kehonkoostumus on mitattu DXA:lla (Mäestu ym. 2010; Van der Ploeg ym. 2011; Rossow ym. 2013; Kistler ym. 2014; Robinson ym. 2015; Halliday ym. 2016), joten tämän tutkimuksen tulosten vertailu aikaisempiin tutkimuksiin voidaan ajatella olevan luotettavaa.

Rasvaton massa ja painonpudotusnopeus. Yhtenä selittävänä tekijänä rasvattoman massan säilymiseen ja lihasten poikkipinta-alan säilymiseen tai ainoastaan vähäiseen pienemiseen voi olla se, että painonpudotus oli riittävän maltillista. Tässä tutkimuksessa paino putosi noin 400 grammaa viikossa eli noin 0,6 % kokonaispainosta viikossa. Painonpudotuksen nopeudeksi onkin suositeltu 0,5 kg viikossa (Fogelholm 1994; Mero ym. 2010) tai 0,5–1,0 % kokonaispainosta viikossa (Helms ym. 2014). Myös aikaisempien fitnessurheilijoilla tehtyjen tutkimusten mukaan maltillisempi painonpudotus vauhti ehkäisee rasvattoman massan menetystä (Rossow ym. 2013; Kistler ym. 2014; Robison ym. 2015; Halliday ym. 2016). Vaikuttaisi siltä, että mahdollisesti optimaalinen painonpudotusnopeus fitnessurheilijan kilpailudieetille on lähempänä 0,5 % kokonaispainosta viikossa kuin 1,0 %, jotta harjoituskaudella hankittu lihasmassa säilyy mahdollisimman hyvin. Myös Garthe ym. (2011) tutkimus tukee tätä hypoteesia, jossa hitaampi painonpudotusnopeus säilytti tehokkaammin kehon rasvatonta massaa painonpudotusjakson aikana.

lihasuryhmän. Näin ollen on ilmeistä, että lihasryhmien harjoittelu kerran viikossa on liian vähän rasvattoman massan ylläpitämiseksi kilpailudieetin aikana. Näiden tutkimusten välillä on ollut kuitenkin muitakin eroja, joten harjoitustiheyden vaikutuksesta lihaskasvuun tarvitaan lisätutkimuksia.

Rasvaton massa ja voima. Rasvattoman massan vähäistä pienenemistä tukee myös varsin pienehköt voimanmuuttujien muutokset. Isometrinen penkkipunnerrus laski kilpailudieetin aikana mutta isometrinen jalkaprässi ja kevennyshyppy säilyivät lähes ennallaan. Samankaltaisia voimatuloksen muutoksia on havaittu men's physique -kilpailijalla, jonka isokineettinen etureisien ja takareisien voima suhteutettuna kehonpainoon ei muuttunut, mutta absoluuttinen voima väheni kilpailudieetin aikana. Huomioitavaa on tässä se, että kyseinen kilpailija menetti 43 % rasvatonta lihasmassaa kilpailudieetin aikana. (Robinson ym. 2015.) Toisaalta Rossow ym. (2013) tutkimuksessa classic bodybuilding -kilpailijan ykköstoistomaksimi heikkeni merkittävästi jalkakyykyssä, penkkipunnerruksessa ja maastavedossa. Myös kehonrakentajilla on havaittu voiman vähenemistä kilpailudieetin aikana isometrisessä maastavedossa (Bamman ym. 1993). Mero ym. (2010) tutkimuksessa penkkipunnerrusvoima laski neljän viikon energiavajeen aikana, ja tutkijat arvioivat tuloksen laskun johtuvan ainakin osittain huomattavasta kehonpainon laskusta. Tämä voi selittää myös fitnessurheilijoiden isometrisen penkkipunnerruksen voiman laskua. Toisaalta kolmipäisen ojentajalihaksen paksuus ei laskenut tässä tutkimuksessa, vaikka ojentajalihas osallistuu suurelta osin penkkipunnerruksessa tuotettavaan voimaan (Elliot ym. 1989). Kuitenkaan kaikissa tutkimuksissa ei ole havaittu maksimivoiman vähenemistä painonpudotusjakson aikana. Riippuen painonpudotusnopeudesta 0,7 % / kg viikossa verrattuna 1,4 % / kg viikossa (Garthe ym. 2011) tai vertaillessa erilaisten ruokavaliomallien vaikutusta painonpudotukseen (Mettler ym. 2010) ei havaittu muutosta maksimivoimassa. Toisaalta Garthe ym. (2011) raportoivat tilastollisesti merkitsevää kasvua esikevennyshyppytuloksissa hitaamman painonpudotusnopeuden ryhmällä 1,4 % / kg viikossa, kun taas 1,7 % kehonpainoa viikossa pudottavalla ryhmällä tulos pysyi samana.

Rasvaton massa ja ruokavalio. Yhtenä selittävänä tekijänä rasvattoman massan vähäiseen pienenemiseen voi olla ruokavalion laatu kilpailudieetin aikana. Murphy ym. (2015) mukaan urheilijan on hyödyllistä saada proteiinia 1,8–2,7 g / kg painonpudotuksen aikana. Kilpailijoiden proteiinin saanti oli koko tutkimusjakson ajan yli 3,0 grammaa painokiloa kohden. Proteiiniptoisien ruokavalion tiedetään ehkäisevän lihasmassan pienenemistä energiavajeen aikana (Phillips & Van Loon 2011; Churchward-Venne ym. 2013).

Kehonkoostumuksen muutokset palautumisjaksolla. Kilpailijoiden kehonkoostumus näyttää palautuvan noin 20 viikon palautumisjakson aikana lähelle lähtötasoa. Kehonpaino nousi keskimääräisesti välimittausten 56,5 kg:sta 62,6 kg:aan loppumittauksiin. Tätä selittää osittain sekä fyysisen aktiivisuuden väheneminen että energiansaannin lisääntyminen palautumisjakson aikana. Samankaltaisia aktiivisuuden vähenemistä ja energiansaannin lisääntymistä on havaittu myös aikaisemmissa tutkimuksissa fitnessurheilijoilla (Rossow ym. 2013; Halliday ym. 2016). Wahlberg-Ranking ym. (1993) raportoivat vastaavasti 1,2 kg suurempaa kehonpainon nousua naiskehonrakentajilla 21 päivän jälkeen kilpailudieetistä. Tätä voi selittää suuri noin 1600 kcal energiansaannin nousu välittömästi kilpailujen jälkeen. Myös miehillä on havaittu todella suuria painonnousuja kilpailujen jälkeen (Hickson ym. 1990; Steen ym. 1991).

Palautumisjaksolla kehonkoostumuksen palautuminen lähtötasolle ei välttämättä tapahdu normaalisti, sillä adaptiivinen termogeneesi voi aiheuttaa ylimääräistä rasvamassan lisääntymistä. Käänteinen painonpudotus (reverse dieting) on kasvattanut suosiotaan viime vuosina (Trexler ym. 2014). Kyseinen termi esiintyy tämän tutkimuksen kilpailuryhmän palautumisjakson ruokavalioissa (4/23). Tässä tarkoituksena on asteittainen energiansaannin lisääminen painonpudotusjakson jälkeen, kun energia-aineenvaihdunta on alentunut painonpudotuksen seurauksena. Tämän arvellaan palauttavan hormonitasapainoa painonpudotusjaksoa edeltävälle tasolle ilman nopeaa rasvamassan lisääntymistä (Trexler ym. 2014), mutta tästä ei ole tutkimusnäyttöä.

10.2 Lihaskoon muutokset kilpailudieetillä ja palautumisjaksolla

Kilpailijoiden lihaksen poikkipinta-ala pieneni hieman vastus lateralis -lihaksessa, mutta ojentajalihaksen paksuus pysyi samana ultraäänellä mitattuna. Vastus lateralis- ja ojentajalihaksen rasvamassan paksuus vähenivät erittäin merkittävästi. Lihaksen poikkipinta-alan kasvua on raportoitu hypertrofisen voimaharjoittelun yhteydessä (Fonseca ym. 2014). Isometrisen voiman ja maksimivoiman kasvulla ja lihaksen poikkipinta-alalla on havaittu olevan yhteys, varsinkin harjoittelemattomilla henkilöillä (Frontera ym. 2000; Ahtiainen ym. 2003). Tässä tutkimuksessa fitnessurheilijoilla jalkojen isometrisessä jalkaprässissä ei ilmennyt muutosta ja myös kevennyshyppy pysyi samana. Myöskään isometrisen penkkipunnerrustuloksen laskua ei selitä ojentajalihaksen paksuuden muuttamattomuus. Tässä tutkimuksessa ei valitettavasti tutkittu lihashermotuksen mahdollista vaikutusta voimaan esimerkiksi EMG-mittauksilla kuten esim. Häkkinen ym. (1988b, 1992, 2003) tutkimuksissa. Näin ollen tämä jää tässä tutkimuksessa

avoimeksi ja lisätutkimuksia aiheesta kaivataan. Kevennyshypyn olisi kuitenkin odottanut nousevan kilpailudieetin aikana, koska kehonpaino putosi erittäin merkittävästi (Mero ym. 2010). Garthe ym. (2011) mukaan kevennyshypyssä ei tapahtunut muutoksia nopeamman painonpudotusryhmän 1,4 % viikossa kehonpainosta, kun taas hitaamman painonpudotusryhmän 0,7 % kevennyshypyn tulos parani merkittävästi ja samalla kehon rasvaton massa kehittyi merkittävästi. Nopeammalla painonpudotus vastaavasti kehon rasvattomassa massassa ei havaittu muutosta. Mettler ym. (2010) voimaharjoitelleilla miehillä tehdyssä tutkimuksessa vertikaalihyppykorkeus säilyi samana kahden viikon painonpudotusjakson aikana. Kuitenkin hypyn huipputeho laski, ja tutkijat arvioivatkin laskun johtuneen ainakin osittain alentuneesta kehonpainosta, jolloin vähemmän voimaa tarvitaan saman hyppykorkeuden saavuttamiseen. Tämä voi osittain selittää fitnessurheilijoiden esikevennyshypyn säilymistä samana pitkän painonpudotusjakson aikana.

Voimatasojen lasku voi olla siis yhteydessä painonpudotuksen nopeuteen tiettyyn aikaan ja rasvattoman massan muutoksen kuten tutkimuksissa on aikaisemmin havaittu (Mero ym. 2010; Garthe ym. 2011). Toisaalta lihaksen yli 20 % koon kasvua on havaittu suuren energiavajeen aikana ylipainoisilla naisilla (Donnelly ym. 1993). Yhtenä selittävänä tekijänä lihaskoon pieneenemiseen voi olla myös suuri aerobisen harjoittelun määrä, joka voi häiritä voimaharjoittelun aiheuttamia lihaskasvun vasteita (Trappe ym. 2006; Wilson ym. 2012).

Lihaskoon muutokset palautumisjaksolla. Vastus lateralis poikkipinta-ala kasvoi merkittävästi välimittauksesta loppumittauksiin. Yhtenä selittäjänä tekijänä tälle voi olla se, että 16/27 kilpailijaa oli ensikertalaisia, ja harjoitusvuosia keskimäärin 3,5 vuotta. Peterson ym. (2005) ja Schoenfeld (2010) ehdottavat, että mitä enemmän on harjoittelukokemusta, sen haastavampaa on lihasmassan kasvatus ja myös maksivoiman kehittäminen (Häkkinen ym. 1988b). Lihaksen poikkipinta-alan kasvua on havaittu aloittelijoilla Ahtainen ym. (2003) tutkimuksessa, joka vertaili harjoitelleita ja aloittelijoita 21 viikon voimaharjoitusjakson aikana. Aloittelijoiden etureiden lihaksien poikkipinta-ala kasvoivat erittäin merkittävästi tai merkittävästi toisin kuin harjoittelukokemusta omaavilla ei havaittu lihaksen poikkipinta-alan kasvua. Kokeneilla kehonrakentajilla on havaittu, että lihaskoon kasvua ei tapahdu enää puolen vuoden harjoittelujakson aikana (Alway ym. 1992).

Olkavarren ojentajalihaksen paksuudessa ei kuitenkaan havaittu muutosta väli- ja loppumittausten välillä. Yhtenä selittävänä tekijänä tälle voi olla se, että alaraajojen harjoitustiheys oli

keskimäärin 1,4 kertaa viikossa, kun yläraajojen harjoitustiheys oli 1,1 krt / viikossa. Lihaskoon kasvun ja harjoitustiheyden välillä voi olla annos-vastesuhde, jolloin lihaskoon kasvu ja rasvattoman massan lisääntyminen ovat suurempaa, kun harjoitustiheys on suurempi. (Schoenfeld ym. 2016a, 2016b).

10.3 Hormonitasapainon muutokset kilpailudieetillä ja palautumisjaksolla

Testosteronipitoisuus. Testosteronipitoisuuden lasku on havaittu laskevan kehon rasvatonta massaa (Isidori ym. 2005). Kuitenkin testosteronipitoisuuden suuruudella voi olla vaikutusta lihasmassan kasvun määrään naisilla (Häkkinen ym. 1992). Rønnestad ym. (2011) raportoivat suurempaa maksimivoiman kehittymistä voimaharjoituksessa 11 viikon harjoitusjakson jälkeen, kun kasvuhormoni ja testosteronipitoisuus olivat suurentuneet aikaisemmasta harjoittelusta. Tämä vahvistaa sitä teoriaa, että suuremmasta testosteronipitoisuudesta voi olla hyötyä lihasmassan kasvatuksessa voimaharjoittelun yhteydessä. Toisaalta West & Phillips (2012) mukaan rasvattoman massan määrän nousulla ja sukupuolihormoneilla ei ole yhteyttä yksittäisen voimaharjoituksen jälkeen. Sen sijaan ulkoisen testosteronin käyttö voimaharjoittelun yhteydessä tiedetään lisäävän lihasmassaa (Bhasin ym. 2001), joten testosteronipitoisuuden alenemista tulisi ehkä pyrkiä ehkäisemään kilpailudieetin aikana.

Paastotestosteronin laskulle selittävänä tekijänä voi olla kehonpainon lasku kilpailudieetin aikana. Judokoilla tehdyssä tutkimuksessa Roemmich & Sinning (1997) raportoivat, että painonpudotuksella ja testosteronipitoisuuden laskulla on yhteys. Samankaltaisia havaintoja urheilijoilla havaittiin (Karila ym. 2008) ja naiskuntoilijoilla Mero ym. (2010) tutkimuksessa. Myös anorektikoilla on havaittu alhaiset veren testosteronipitoisuudet (Miller ym. 2007). Yhtenä selittävänä tekijänä testosteronipitoisuuden laskulle voi olla myös kestävyysharjoittelun suuri määrä kilpailudieetin aikana, sillä mieskestävyysjuoksijoilla on havaittu alhaisia testosteronipitoisuuksia (Hackney ym. 2003; Barrack ym. 2013). Myös tämän vuoksi aerobisen harjoittelun laatuun fitnessurheilijan tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Testosteronipitoisuuden laskulle myös yhtenä selittävänä tekijänä voi olla energiavaje kilpailudieetin aikana. Samankaltaisia testosteronin paastopitoisuuden laskua on havaittu classic body building -kilpailijalla 26 viikon kilpailudieetin aikana (Rossow ym. 2013). Myös mieskehonrakentajilla (Mäestu ym. 2010), painijoilla (Karila ym. 2008) ja naiskuntoilijoilla (Mero ym.

2010) on havaittu testosteronin laskua painonpudotusjakson aikana. Lisäksi sotilailla on havaittu testosteronipitoisuuden laskua energiavajeessa (Nindl ym. 2007; Kyröläinen ym. 2008). Toisaalta Huovinen ym. (2015) tutkimuksessa ei havainnut merkittävää testosteronin laskua neljän viikon painonpudotusjakson aikana miesyleisurheilijoilla. Tutkijat arvioivat, että painonpudotusjakson pituus ei ollut riittävä aiheuttamaan hormonitasapainon muutoksia. Energiavaje on kuitenkin välttämätöntä fitnessurheilijan kilpailudieetin aikana, jotta lajikriteerien mukainen alhainen kehon rasvamassan määrä saavutetaan (Helms ym. 2014). Onkin ehdotettu, että energiansaantia tulee vähentää asteittain painonpudotuksen aikana, jotta energiavajeen mahdollisista haitat minimoidaan (Trexler ym. 2014).

Paastotestosteronin laskua voi selittää pitkään jatkunut fyysinen rasitus. Sotilailla (Nindl ym. 2007) tehdyssä tutkimuksessa kahdeksan viikon harjoitusjakson aikana testosteronipitoisuus laski erittäin merkittävästi. Myös pelkkä fyysinen harjoittelu on havaittu laskevan testosteronipitoisuutta mieskoripalloilijoilla kilpailukauden aikana (Salvador ym. 2001) ja amerikkalaisen jalkapallon pelaajilla (Moore & Fry 2007). Niin ikään erittäin kova voimaharjoittelujakso on todettu tilapäisesti laskevan testosteronin lepopitoisuutta jopa yhden viikon aikana painonnostajilla (Häkkinen ym. 1988a). Tässä tutkimuksessa yhtenä selittävänä tekijänä paastotestosteronin laskulle voi olla myös ruokavalion laatu kilpailudieetillä. Aikaisemmin on raportoitu, että alhainen tyydyttyneen rasvan saanti laskee testosteronipitoisuutta (Kreider ym. 2010). Korkea proteiinipitoinen ruokavalion on myös raportoitu vaikuttavan alentavasti testosteronipitoisuuteen (Anderson ym. 1987), erityisesti silloin kun hiilihydraattien saanti on vähäistä (Volek ym. 1997). Energiavajeen hetkellinen katkaiseminen ja fyysisen rasituksen keventäminen saattaisivat ehkäistä hormonitasapainon muutoksia. Kyröläinen ym. (2008) tutkimuksessa testosteronipitoisuus nousi, kun sotilaat tankkasivat rasittavan harjoitusjakson jälkeen, jolloin energiansaanti nousi positiiviseksi ja fyysinen rasitus väheni. Tämä voisi olla edullista myös fitnessurheilijalle, millä voitaisiin ehkäistä hormonitasapainon suurta muutosta, jos pitkäkestoiselle kilpailudieetille suunnitellaan tarkoituksenmukaisia palautusjaksoja.

Estradiolipitoisuus. Estradiolipitoisuus aleni erittäin merkittävästi kilpailudieetin aikana. Yhtenä selittävänä tekijänä estradiolipitoisuuden laskulle voi olla painonpudotus. Estradiolin vähentymistä tukee myös aikaisempi tutkimusnäyttö, joissa on todettu painonpudotuksen olevan yhteydessä kuukautiskierron häiriöihin. (Torstveit ym. 2005; De Souza & Williams 2005; Williams ym. 2010) Toisaalta tätä ei ole havaittu kaikissa tutkimuksissa (Walhberg-Ranking ym. 1993). Myös energiavaje voi selittää estradiolin vähenemistä. Estrogeenipitoisuuden laskua on

raportoitu Williams ym. (2010) tutkimuksessa, jossa estrogeenipitoisuus laskee painonpudotusvaiheen aikana. Tutkijat kommentoivat, että energiavaje on suurempi ennustava tekijä estrogeenipitoisuuden alenemiselle kuin kehonpainon aleneminen. Toisaalta Westerlind & Williams (2007) raportoivat, että 20 viikon energiavajeen aikana ei havaittu muutoksia estrogeeniaineenvaihdunnassa noin 30-vuotiailla normaalipainoisilla naisilla. Energiavajeelle onkin ehdotettu raja-arvoa, jonka mukaan energiansaanti ei tulisi olla alle 30 kcal rasvatonta painokiloa kohden, jotta estradiolipitoisuus ei laske (Loucks & Thuma 2003). Tässä tutkimuksessa kilpailijoiden energian saatavuus oli 29,5–31,5 kcal / rasvaton massa eri mittausmenetelmällä mitattuna. Urheilijoiden energiansaantia arvioidessa käytetään nykyisin termiä energian saatavuus. Energian saatavuus lasketaan energiansaannin ja liikunnan aiheuttaman energiankulutuksen erotuksena. Energian saatavuuden alarajana pidetään 30 kcal / kg rasvatonta massaa / vrk, jonka on havaittu muun muassa alentavan luun mineraalitiheyttä, proteiinisynteesiä, vastustuskykyä ja heikentävän harjoitusadaptaatiota sekä muuttavan hormonitasapainoa. Energian saatavuudeksi suositellaan yli 45 kcal per rasvatonta painokiloa harjoituskaudella, joka luo parhaat edellytykset suorituskyvylle. (Loucks ym. 2011)

Kortisolipitoisuus. Suurentunut seerumin kortisolipitoisuus paastossa viittaa yleensä urheilijoilla ylipainotukseen (Fry ym. 2000). Pitkittyneessä ylipainotustilassa onkin raportoitu kortisolipitoisuuksien olevan alhaisia ja vasteet fyysiseen kuormitukseen pieniä (Meuseen ym. 2012). Sen sijaan ylipainotustilassa olleilla rugby pelaajilla ei havaittu kortisolipitoisuudessa muutosta kuuden viikon harjoitusjakson aikana (Coutts ym. 2007). Toisaalta Tanskanen ym. (2011) raportoivat ylipainotustilassa olleilla varusmiehillä suurentuneita kortisolipitoisuuksia. Tässä tutkimuksessa kortisolipitoisuudessa ei havaittu muutoksia painonpudotusjakson aikana. Samankaltaisia tuloksia on raportoitu myös mieskehonrakentajilla, jossa 11 viikon kestoisessa kilpailudieetin aikana kortisolipitoisuuksissa ei havaittu muutosta (Mäestu ym. 2010). Naiskuntoilijoilla ei myöskään havaittu muutoksia kortisolipitoisuuksissa (Mero ym. 2010) eikä miesurheilijoilla (Mettler ym. 2010; Huovinen ym. 2015). Sen sijaan Tomiyama ym. (2010) raportoivat kortisolipitoisuuksien noususta neljän viikon painonpudotusjakson aikana. Myös Rossow ym. (2013) havaitsivat kortisolipitoisuudessa merkittävää nousua kilpailudieetin aikana miesfitnessurheilijalla. Tämä aihe kaipaa lisätutkimuksia.

Toisaalta veren seerumista mitattuna testosteroni/kortisoli -suhdetta on ehdotettu luotettavaksi ylikuormittumisen mittariksi. Häkkinen ym. (1985) havaitsivatkin, että pitkän voimaharjoittelujakson loppuvaiheissa testosteroni/kortisoli -suhteen yksilölliset muutokset olivat yhteydessä

lihasvoiman muutokseen. Mikäli testosteroni/kortisoli suhde laskee yli 30 %, voitaneen puhua ylirasitustilasta (Adlercreutz ym. 1986). Tätä väitettä tukevat sekä urheilijoilla tehdyt tutkimukset (Mäestu ym. 2005; Coutts ym. 2007) että sotilailla tehdyt tutkimukset (Chicharro ym. 1998; Booth ym. 2006; Tanskanen ym. 2011). Tässä tutkimuksessa testosteronin ja kortisolin suhde putosi kilpailudieetin aikana 41 %, jolloin voi olla, että kilpailudieetti edellyttää ylirasitustilan, jotta haluttuja kehonkoostumuksen muutoksia saadaan aikaan, kuten Rossow ym. (2013) ehdottivat. Ylirasitustilasta voi seurata ylikunto, joka aiheuttaa heikentyneitä palautumiskykyä ja suorituskkyä sekä lisää väsymystä että mielialan vaihtelua ja kuukautishäiriöitä (Meuseen ym. 2012). Tämä aihe kaipaa eittämättä lisätutkimuksia.

Hormonitasapainon muutokset palautumisjaksolla. Estradiolipitoisuus palautui lähtötasolle, kun taas testosteronipitoisuus jäi alle lähtötason mutta nousi välimittausten arvosta. Kortisolipitoisuudessa ei havaittu muutoksia. Samankaltaisia tuloksia on havaittu Rossow ym. (2013) tutkimuksessa, jossa testosteronipitoisuus palautui lähelle lähtötasoa kolmen kuukauden kuluttua ja palautui kokonaan kuuden kuukauden kuluttua. Yhtenä selittävänä tekijänä estradioli- ja testosteronipitoisuuden nousulle on todennäköisesti energiansaannin nousu ja harjoittelumäärän vähentäminen, jolloin energiavaje ja energiankulutus vähenevät (Trexler ym. 2014). Myös kehonpainon nousu tukee tätä väitettä ja on myös yksi mahdollinen selittävä tekijä testosteroni- ja estradiolipitoisuuden nousulle. Estrogeenipitoisuuden on havaittu nousevan, kun energiansaantia lisätään naisurheilijan oireyhtymää kärsivillä urheilijoilla (Williams ym. 2011; Joy ym. 2014). Energiansaannin lisäys onkin yksi yleisimmistä hoitokeinoista RED-S -oireyhtymää kärsivillä naisilla, jotta hormonitasapainon negatiivisten muutoksien palautuminen mahdollistuu (Mountjoy ym. 2014). Testosteronipitoisuuden on havaittu nousevan, kun fyysistä rasitusta kevennetään ja energiaa nautitaan enemmän kuin kulutetaan (Kyröläinen ym. 2008). Myös yksittäinen tankkauspäivä energiavajeen aikana on havaittu nostavan merkitsevästi testosteronipitoisuutta sotilailla (Friedl ym. 2000). Myös Rossow ym. (2013) raportoivat testosteronipitoisuuden noususta palautumisjaksolla, jossa energiansaantia lisättiin yli 1000 kcal heti kilpailujen jälkeen. Testosteronipitoisuus oli noussut kolmen kuukauden jälkeen, ensimmäisiin mittauksiin palautumisjaksolla ja tutkijat arvioivat, että testosteronipitoisuus saattoi nousta jo aikaisemmin. Voi siis olla, että energiansaantia tulisi lisätä kilpailudieetin jälkeen mahdollisimman nopeasti, jotta kilpailudieetin aikana pudonneet hormonitasapitoisuudet palautuvat lähtötasolle mahdollisimman nopeasti.

Yhtenä selittävänä tekijänä sille, että testosteronipitoisuus ei palautunut kaikilla, voi olla myös kilpailijoiden suuri fyysinen rasitus. Kuten aikaisemmin on todettu, että urheilijoilla on havaittu alhaisia testosteronipitoisuuksia kovan harjoittelujakson seurauksena (Häkkinen ym. 1988a; Salvador ym. 2001; Moore & Fry 2007). Fitnessurheilijalle voi olla edullista vähentää aerobisen harjoittelun määrää vielä havaittua enemmän, ja suhteuttaa myös voimaharjoittelun määrä ja laatu yksilöllisesti, jotta ylimääräiseltä rasitukselta vältytään palautumisjaksolla. Palautumisjakson yhtenä tärkeimpänä tekijänä fitnessurheilijalla tulisi olla aineenvaihdunnan tason palauttaminen kilpailudieettiä edellyttävälle tasolle. Tässä tutkimuksessa ei mitattu perusaineenvaihduntaa laboratoriomenetelmin, ja tämä onkin merkittävä jatkotutkimuksen aihe.

10.4 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet

Tällä tutkimuksella voidaan todeta olevan useita vahvuuksia. Tutkimuksen vahvuutena on varsinkin se, että aikaisemmin noin 20 viikon mittaista painonpudotustutkimusta ei ole tehty urheilijoilla, vaan ne ovat olleet pääosin noin kuukauden mittaisia pois lukien muutamat tapaus-tutkimukset. Lisäksi vahvuutena on noin 20 viikon mittainen palautumisjakso. Myös tutkimuksen uutuusarvo on merkittävä, sillä fitnessurheilijoita ei ole aikaisemmin tutkittu näin laajasti. Tutkimuksen otoskoko oli verrattain suuri ja tutkimuksessa käytettiin kontrolliryhmää, mikä on harvinaista urheilijoilla tehdyissä painonpudotustutkimuksissa. Vahvuutena voidaan pitää myös tutkimusasetelmaa. Erityinen vahvuus oli se, että välimittausajankohta oli kilpailujen jälkeisenä päivänä, jolloin mahdollisesti kilpailijaryhmän glykogeenivarastot olivat täyttyneet välimittausta suoritettaessa, jolloin saadaan tarkempaa tietoa esimerkiksi rasvattoman massan muutoksista. Aikaisemmissa kehonrakennus- tai fitnessurheilijoita koskeneissa tutkimuksissa mittausta on suoritettu kilpailupäivänä, jolloin mittaustuloksiin on voinut vaikuttaa kisoja edeltävä viimeistelyviikko. Tutkimuksessa käytettiin useita kehonkoostumusta ja voimaa mittaavia mittausten menetelmiä mitkä lisäävät tutkimustulosten luotettavuutta.

Tutkimus edusti erittäin hyvin suomalaisia naisfitnessurheilijoita. Tutkimuksen suoritti loppuun 17 bikini fitness -lajin urheilijaa, yhdeksän body fitness -lajin urheilijaa sekä yksi fitness -lajin urheilija, joista 16 olivat ensikertaa kilpailevia sekä 11 jo aikaisemmin kilpailleita urheilijoita. Kolme kilpailijaa voitti omassa lajissaan suomenmestaruuden sekä he edustivat Suomea Unkarissa järjestetyssä Fitness MM-kilpailuissa, joista kaksi sijoittuvat finaaliin. Kilpailijaryhmällä oli takana keskimäärin 3,5 vuotta tavoitteellista kuntosaliharjoittelua. Voidaan todeta, että tutkittava ryhmä edusti kokonaisuutena erinomaisen hyvin suomalaista naisfitnessurheilija

joukkoa. Toisaalta suuri määrä aloittelijoita tutkittavien joukossa voi olla myös pieni heikkous, sillä tiedetään, että esimerkiksi lihaskasvu on aloittelijoilla suurempaa ja nopeampaa energia- vajeessa.

Heikkoutena tutkimukselle voidaan pitää sitä, että tutkimuspäivän aikana ei ollut mahdolli- suutta mitata esimerkiksi energiankulutusta. Energiankulutusta olisi voinut mitata usealla eri epäsuoran kalorimetrian avulla, esimerkiksi sykevälivaihtelumittarilla. Tässä tutkimuksessa yritettiin mitata päivittäistä energiankulutusta kiihtyvyyssantureiden avulla, mutta saatujen tu- losten määrä jäi liian pieneksi ja tutkittavat kokivat kiihtyvyyssanturin haastavaksi mittausme- netelmäksi. Tämän vuoksi näitä tuloksia ei käsitelty tässä tutkimuksessa. Yhtenä heikkoutena voidaan myös pitää sitä, että tutkimus ei ollut satunnaistettu vertailukoe vaan ryhmät olivat ennalta määrättyt. Toisaalta taustamuuttujien perusteella ryhmät olivat hyvin samankaltaiset, joten tutkimusten tuloksia voidaan pitää sen osalta luotettavina.

10.8 Yhteenveto ja käytännön sovellutukset

Kehonpaino ja rasvamassa putoavat noin 20 viikon mittaisella kilpailudieetillä, joka sisältää aerobista harjoittelua ja voimaharjoittelua yhdistettynä korkeaproteiinipitoiseen ruokavalioon. Kilpailudieetin aikana kehon rasvaton massa säilyy tai vähenee hieman mittausmenetelmästä riippuen. Myös lihaskoko pienenee vähän kilpailudieetin aikana. Noin 20 viikon palautumis- jakson aikana kehonkoostumus, lihaskoko palautuvat lähes lähtötasolle. Kuitenkaan noin 20 viikkoa kestävä palautumisjakso ei ollut riittävä palauttamaan testosteronipitoisuutta lähtöta- solle.

Rasvattoman massan ja lihaskoon säilyttäminen tulee olla fitnessurheilijan tärkein tavoite ras- vamassan pienentämisen ohella kilpailudieetin aikana. Tämän tutkimuksen perusteella voidaan suositella lihasmassan ehkäisemiseksi korkeaproteiinista ruokavaliota ja maltillista painonpu- dotusnopeutta. Tämä tutkimus osoittaa myös hyvin sen, että fitnessurheilijan tulee pitää erilli- nen, riittävän pitkä, noin 20 viikon tai pidempi palautumisjakso kilpailudieetin jälkeen, jotta hormonitasapaino, voimatasot ja rasvaton massa palautuvat kilpailudieettiä edeltävälle tasolle.

Voimaharjoittelun ja aerobisen harjoittelun määrään ja laatuun fitnessurheilijan tulee kiinnittää erityistä huomiota kilpailudieetillä, sillä liian suuri aerobisen harjoittelun määrää suhteessa voi-

maharjoitteluun voi lisätä rasvattoman massan ja lihaskoon vähenemistä. Mahdollisesti lihasryhmän harjoittaminen useammin kuin kerran viikossa tukee rasvattoman massan säilymistä kilpailudieetin aikana. Lisäksi aerobisen harjoittelun laadulla voi olla merkitystä pyrittäessä optimaaliseen kehonkoostumuksen muutokseen.

Oikein toteutettu palautumisjakso on edellytys sille, että kilpailijalla on mahdollisuus kehittyä kohti seuraavia kilpailuja. Palautumisjakso tulee olla riittävän pitkä, jotta hormonitasapaino on palautunut ennen uuden kilpailudieetin alkamista. Palautumisjakson jälkeen tulee olla yksilöllisesti suunniteltu riittävän pitkä harjoituskausi, jotta urheilijalla on mahdollisuus kehittyä seuraaviin kilpailuihin kehonkoostumuksen muuttujien osalta. Fitnessurheilijalle voi olla myös hyödyllistä suunnitella kilpailudieetille ennalta suunniteltuja ”dieettitaukoja”, jossa nostetaan energiansaantia yli kokonaisenergiankulutuksen sekä vähennetään harjoittelun määrää tai ainakin pidetään suunnitelmallisesti tankkauspäiviä, joissa energiansaantia nostetaan selvästi yli kulutuksen. Näillä voi olla muun muassa edullista vaikutusta hormonitasapainon muuttumiseen pitkällä aikavälillä.

Fitnessurheilijoiden kilpailuista palautuminen vaatii kuitenkin lisätutkimuksia. Erityisen mielenkiintoinen ja vähän tutkittu aihe on aineenvaihdunnan muutokset kilpailudieetin ja palautumisjakson aikana. Olisi mielenkiintoista tutkia, että edellyttääkö kilpailudieetti urheilijalta yliparasitustilaa, jotta suotuisia kehonkoostumuksen muutoksia saadaan aikaan kilpailudieetillä? Lisäksi olisi mielenkiintoista tutkia eri ravitsemusmallien vaikutusta kilpailudieetin ja palautumisjakson aiheuttamaan kehonkoostumuksen muutokseen, lihaskokoon ja hormonitasapainoon. Niin ikään mielenkiintoinen tutkimusaihe voisi olla, miten kilpailudieetti vaikuttaa kehonkoostumukseen, lihaskokoon ja hormonitasapainoon, silloin kun fitnessurheilijat suorittavat usean kilpailudieetin peräkkäin. Kumuloituuko kilpailudieetin aiheuttamat muutokset ja heikeneekö muuttujien palautuminen palautumisjakson aikana?

LÄHTEET

- Ackland, T., Lohman, T., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R., Meyer, N., Stewart, A & Müller, W. 2012. Current Status of Body Composition Assessment in Sport. *Sports Medicine* 42 (3), 227–249.
- Adlercreutz, H., Härkönen, M., Kuoppasalmi, K., Näveri, H., Huhtaniemi, I., Tikkanen, H., Remes, K., Dessypris, A & Karvonen, J. 1986. Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *International journal of sports medicine* 7 (S1), S27–S28.
- Ahtiainen, J., Hoffren, M., Hulmi, J., Pietikäinen, M., Mero, A., Avela, J. & Häkkinen, K. 2010. Panoramic ultrasonography is a valid method to measure changes in skeletal muscle cross-sectional area. *European Journal of Applied Physiology* 108 (2), 273–279.
- Ahtiainen, J., Pakarinen, A., Alen, M., Kraemer, W. & Häkkinen, K. 2005. Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: Influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research* 19 (3), 572–582.
- Ahtiainen, J., Pakarinen, A., Alen, M., Kraemer, W. & Häkkinen, K. 2003. Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *European Journal of Applied Physiology* 89 (6), 555–563.
- Ahtiainen, J., Walker, S., Peltonen, H., Holviala, J., Sillanpää, E., Karavirta, L., Sallinen, J., Mikkola, J., Valkeinen, H., Mero, A., Hulmi, J. & Häkkinen, K. 2016. Heterogeneity in resistance training-induced muscle strength and mass responses in men and women of different ages. *AGE* 38 (1), 10.
- Ainsworth, B., Haskell, W., Whitt, M., Irwin, M., Swartz, A., Strath, J., O'Brien, W., Bassett, D., Schmitz, K., Emplaincourt, P., Jacobs, D. & Leon, A. 2000. Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities. *Measurement of Moderate Physical Activity. Medicine and Science in Sports and Exercise* 32 (9), S498–S504.
- Alen, M. & Rauramaa, R. 2005. Liikunnan vaikutukset elinjärjestelmittain. Teoksessa Vuori, I., Taimela, S & Kujala, U. (Toim.), *Liikuntalääketiede*. Helsinki. Duodecim, 48,50.
- Alway, S., Grumbt, W., Stray-Gundersen, J & Gonyea, W. 1992. Effects of resistance training on elbow flexors of highly competitive bodybuilders. *Journal of Applied Physiology* 72 (4), 1512–1521.
- Andersen, R., Brownell, K., Morgan, G. & Bartlett, S. 1998. Weight loss, psychological, and

- nutritional patterns in competitive female bodybuilders. *Eating Disorders* 6 (2), 159–167.
- Anderson, K., Rosner, E., Khan, M., New, M., Pang, S., Wissel, P. & Kappas, A. 1987. Diet-hormone interactions: protein/carbohydrate ratio alters reciprocally the plasma levels of testosterone and cortisol and their respective binding globulins in man. *Life sciences* 40 (18), 1761–1768.
- Antonio, J., Ellerbroek, A., Silver, T., Orris, S., Scheiner, M., Gonzalez, A. & Peacock, C. 2015. A high protein diet (3.4 g/kg/d) combined with a heavy resistance training program improves body composition in healthy trained men and women—a follow-up investigation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 12 (1), 39.
- Apong, P. 2013. Nutrition and dietary recommendations for bodybuilders. Teoksessa Bagchi, D. Nair, S. Sen, C. Nutrition and enhanced sports performance muscle building, endurance and strength. Academic press. 517.
- Baechele, T. & Earle, R. 2008. National Strength & Conditioning Association (US). Essentials of strength training and conditioning. Champaign, IL: Human Kinetics, 44–45, 61.
- Baer, J., Taper, L., Gwazdauskas, F., Walberg, J., Novascone, M., Ritchey, S. & Thye F. 1992. Diet, Hormonal, and metabolic factors affecting bone mineral density in adolescent amenorrheic and eumenorrheic female runners. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 32 (1), 51–58.
- Balon, T., Horowitz, J. & Fitzsimmons, K. 1992. Effects of Carbohydrate Loading and Weightlifting on Muscle Girth. *International Journal of Sport Nutrition* 2 (4), 328–334.
- Bamman, M., Hunter, G., Newton, L. & Khaled, M. 1993. Changes in body composition, diet and strength of bodybuilders during the 12 weeks prior to competition. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 33 (4), 383–391.
- Barrack, M., Ackerman, K. & Gibbs, J. 2013. Update on the female athlete triad. *Current reviews in musculoskeletal medicine* 6 (2), 195–204.
- Bates, G. & Whitworth, N. 1982. Effect of body weight reduction on plasma androgens in obese, infertile women. *Fertility and Sterility* 38 (4), 406–409.
- Bazzano, L., Hu, T., Reynolds, K., Yao, L., Bunol, C., Liu, Y., Chen, C., Klag, M., Whelton, P. & He, J. 2014. Effects of low-carbohydrate and low-fat diets: a randomized trial. *Annals of Internal Medicine* 161 (5), 309–318.
- Beelen, M., Burke, L., Gibala, M. & van Loon, L. 2010. Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 20 (6), 515–532.

- Bhasin, S., Woodhouse, L. & Storer, T. 2001. Proof of the effect of testosterone on skeletal muscle. *Journal of endocrinology* 170 (1), 27–38.
- Bird, S., Tarpenning, K. & Marino, F. 2005. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. *Sports medicine* 35 (10), 841–851.
- Bodine, S., González, M., Kline, W., Stover, G., Bauerlein, R., Ziotchenko, E., Scrimgeour, A., Lawrence, J., Glass, D. & Yancopoulos, G. 2001. Akt/mTOR pathway is a crucial regulator of skeletal muscle hypertrophy and can prevent muscle atrophy in vivo. *Nature cell biology* 3 (11), 1014–1019.
- Bodymag. 2017. Viitattu 11.1.2017. <https://bodymag.pictures.fi/kuvat/2016+Nordic+Fitness+Expo/>
- Bompa, T. & Haff, G. 2009. *Periodization: Theory and methodology of training*. Human Kinetics Publishers, 287, 296.
- Bone, J., Ross, M., Tomcik, K., Jeacocke, N., Hopkins, W. & Burke, L. 2016. Manipulation of Muscle Creatine and Glycogen Changes DXA Estimates of Body Composition. *Medicine and science in sports and exercise*.
- Booth, C., Probert, B., Forbes-Ewan, C. & Coad, R. 2006. Australian Army Recruits in Training Display Symptoms of Overtraining. *Military Medicine* 171 (11), 1059–1064.
- Borer, K. 2003. *Exercise endocrinology*. Human Kinetics.
- Borer, K. 2013. *Advanced exercise endocrinology*. Human Kinetics
- Bose, M., Oliván, B & Laferrère B. 2009. Stress and obesity: role of the hypothalamic-pituitary-adrenal-axis in metabolic disease. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity* 16(5), 340.
- Bosy-Westphal, A., Later, W., Hitze, B., Sato, T., Kossel, E., Gluer, C., Heller, M & Muller M. 2008. Accuracy of bioelectrical impedance consumer devices for measurement of body composition in comparison to whole body magnetic resonance imaging and dual X-ray absorptiometry. *Obesity Facts* 1 (6), 319–324.
- Bravata, D., Smith-Spangler, C., Sundaram, V., Gienger, A., Lin, N., Lewis, R., Stave, C., Olkin, I. & Sirard, J. 2007. Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review. *JAMA* 298 (19), 2296–304.
- Brochu, M., Malita, M., Messier, V., Doucet, E., Strychar, I., Lavoie, J., Prud'homme, D. & Rabasa-Lhoret, R. 2009. Resistance training does not contribute to improving the metabolic profile after a 6-month weight loss program in overweight and obese postmenopausal women. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 94 (9), 3226–3233.

- Bremner, W., Vitiello, M. & Prinz, P. 1983. Loss of circadian rhythmicity in blood testosterone levels with aging in normal men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 56 (6), 1278–1281.
- Bryner, R., Ullrich, I., Sauers, J., Donley, D., Hornsby, G., Kolar, M. & Yeater R. 1999. Effects of resistance vs. aerobic training combined with an 800 calorie liquid diet on lean body mass and resting metabolic rate. *Journal of the American College of Nutrition* 18 (2), 115–21.
- Burd, N., Holwerda, A., Selby, K., West, D., Staples, A., Cain, N., Cashaback, J., Potvin, J., Baker, S. & Phillips, S. 2010. Resistance exercise volume affects myofibrillar protein synthesis and anabolic signalling molecule phosphorylation in young men. *The Journal of Physiology* 588 (16), 3119–3130.
- Chicharro, J, López-Mojares, L., Lucía, A., Pérez, M., Alvarez, J., Labanda, P., Calvo, F. & Vaquero, A. 1998. Overtraining parameters in special military units. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 69 (6), 562–568.
- Churchward-Venne, T., Murphy, C., Longland, T & Phillips, S. 2013. Role of protein and amino acids in promoting lean mass accretion with resistance exercise and attenuating lean mass loss during energy deficit in humans. *Amino Acids* 45 (2), 231–240.
- Clarkson, P. & Hubal, M. 2002. Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 81 (11), S52–S69.
- Clifton, P., Condo, D. & Keogh, J. 2014. Long term weight maintenance after advice to consume low carbohydrate, higher protein diets--a systematic review and meta analysis. *Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases* 24 (3), 224–235.
- Coutts, A., Reaburn, P., Piva, T. & Rowsell, G. 2007. Monitoring for overreaching in rugby league players. *European Journal of Applied Physiology* 99 (3), 313–324.
- Crewther, B., Cook, C., Cardinale, M., Weatherby, R. & Lowe, T. 2011. Two emerging concepts for elite athletes. *Sports medicine* 41 (2), 103–123.
- Damas, F., Phillips, S., Lizandrão, M., Vechin, F., Libardi, C., Roschel, H., Tricoli, V. & Ugri-nowitsch, C. 2016. Early resistance training-induced increases in muscle cross-sectional area are concomitant with edema-induced muscle swelling. *European Journal of Applied Physiology* 116 (1), 49–56.
- Davoodi, S., Ajami, M., Ayatollahi, S., Dowlatshahi, K. Javedan, G. & Pazoki-Toroudi, H. 2014. Calorie shifting diet versus calorie restriction diet: a comparative clinical trial study. *International Journal of Preventive Med* 5 (4), 447–56.
- De Souza, M. & Williams, N. 2005. Beyond Hypoestrogenism in amenorrheic athletes: energy

- deficiency as a contributing factor for bone loss. *Current Sports Medicine Reports* 4 (1), 38–44.
- Degoutte, F., Jouanel, P., Begue, R., Colombier, M., Lac, G., Pequignot, J. & Filaire, E. 2006. Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. *International Journal of Sports Medicine* 27 (01), 9–18.
- Donnelly, J., Sharp, T., Houmard, J., Carlson, M., Hill, J., Whatley, J. & Israel, R. 1993. Muscle hypertrophy with large-scale weight loss and resistance training. *The American Journal of Clinical Nutrition* 58 (4), 561–565.
- Doucet, E. St-Pierre, S. Alméras, N. Després, J. Bourchard, C & Tremblay A. 2001. Evidence for the existence of adaptive thermogenesis during weight loss. *The British Journal of Nutrition* 85(6), 715-723.
- Doucet, E., St-Pierre, S., Alméras, N., Després, J. P., Bouchard, C. & Tremblay, A. 2001. Evidence for the existence of adaptive thermogenesis during weight loss. *British Journal of Nutrition* 85 (06), 715–723.
- Durnin, J. & Womersley, J. 1969. The relationship between skinfold thickness and body fat in adults of middle age. *The Journal of physiology* 200 (2), 105P–106P.
- Ebbeling, C., Swain, J., Feldman, H., Wong, W., Hachey, D., Garcia-Lago, E. & Ludwig, D. 2012. Effects of dietary composition on energy expenditure during weight-loss maintenance. *Jama* 307 (24), 2627–2634.
- Eklund, D., Häkkinen, A., Laukkanen, J., Balandzic, M., Nyman, K. & Häkkinen, K. 2016. Fitness, body composition and blood lipids following three concurrent strength and endurance training modes. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 41 (7) 767–774.
- Elliott, B., Wilson, G. & Kerr G. 1989. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 21 (4), 450–462.
- Evans, E., Saunders, J., Spano, S., Arngrimsson, S., Lewis, R. & Cureton, K. 1999. Body-composition changes with diet and exercise in obese women: a comparison of estimates from clinical methods and a 4-component model. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(1), 5-12.
- Fischer, J., Steele, J. & Smith, D. 2013. Evidence-based resistance training recommendations for muscular hypertrophy. *Medicina Sportiva* 17 (4), 217–235.
- Fleck, S. & Kreamer, W. 2014. *Designing resistance training programs*. Fourth Edition. *Human Kinetics*, 2-3, 82, 115–117, 119–120, 258, 287, 334–335, 347.
- Fogelholm, M. 1994. Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Medicine*

- 18 (4), 249–267.
- Fogelholm, M. 2007. Antropometriset ja kehonkoostumusta kuvaavat mittaukset. Teoksessa K. L. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja*. 2.-uudistettu painos. Helsinki: Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro 161, 45–50.
- Fonseca, R., Roschel H., Tricoli, V., De Souza, E., Wilson, J., Laurentino, G., Aihara, A., De Souza, A. & Ugrinowitsch, C. 2014. Changes in exercise are more effective than in loading schemes to improve muscle strength. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28 (11), 3085–3092.
- Forbes, G. 2000. Bod fat content influences the body composition response to nutrition and exercise. *Annals of the New York Academy of Sciences* 904 (1), 359–365.
- Fothergill, E., Guo, J., Howard, L., Kerns, J., Knuth, N., Brychta, R., Chen, K., Skarulis, M., Walter, M., Walter, P. & Hall, K. D. 2016. Persistent metabolic adaptation 6 years after “The Biggest Loser” competition. *Obesity* 24 (8), 1612–1619.
- Freedman, M., King, J. & Kennedy, E. 2001. Popular diets: a scientific review. *Obesity Research* 9 (1), 1–40.
- Friedl, K., Moore, R., Hoyt, R., Marchitelli, L., Martinez-Lopez, L. & Askew, E. 2000. Endocrine markers of semistarvation in healthy lean men in a multistressor environment. *The Journal of Applied Physiology* 88 (5), 1820–30.
- Frontera, W., Hughes, V., Fielding, R., Fiatarone, M., Evans, W. & Roubenoff, R. 2000. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *Journal of Applied Physiology* 88 (4), 1321–1326.
- Fry, A., Kraemer, W., Stone, M., Koziris, L., Thrush, J. & Fleck, S. 2000. Relationships Between Serum Testosterone, Cortisol, and Weightlifting Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 14 (3), 338–343.
- Garthe, I., Raastad, T., Refsnes, P., Koivisto, A. & Sundgot-Borgen, J. 2011. Effect of two different weight-loss rates on body composition and strength and power-related performance in elite athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21 (2), 97–104.
- Geliebeter, A., Maher, M. & Gerace, L. 1997. Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate and peak oxygen consumption in obese dieting subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition* 66 (3), 557–563
- Geliebeter, A., Ochner, C., Dambkowski, C. & Hashim, S. 2014. Obesity-Related Hormones and Metabolic Risk Factors: A Randomized Trial of Diet plus Either Strength or Aerobic Training versus Diet Alone in Overweight Participants. *Journal of Diabetes and*

Obesity 1 (1), 1–7.

- Gibala, M., Little, J., Van Essen, M., Wilkin, G., Burgomaster, K., Safdar, A., Raha, S. & Tarnopolsky, M. 2006. Short- term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of physiology* 575 (3), 901–911.
- Goldin, B., Woods, M., Spiegelman, D., Longcope, C., Morrill-LaBrode, A., Dwyer, J., Gualtieri, L., Hertzmark, E. & Gorbach, S. 1994. The Effect of Dietary Fat and Fiber on Serum Estrogen Concentrations in Premenopausal Women under Controlled Conditions. *Cancer-Philadelphia* 74, 1125–1125.
- González-Bono, E., Moya-Albiol, L., Martínez-Sanchis, S. & Salvador, A. 2002. Salivary Testosterone and Cortisol Responses to Cycle Ergometry in Basketball Players with Different Training Volume. *Journal of Psychophysiology* 16 (3), 158.
- Guyton, M & Hall, J. 2006. *Textbook of Medical Physiology*. Yhdestoista painos. W.B. Saunders Company, USA, 906–907, 909, 953, 994, 1003, 1005–1006, 1011–1015, 1016–1018.
- Hackett, D., Johnson, N. & Chow, C. 2013. Training Practices and Ergogenic Aids Used by Male Bodybuilders. *Journal of Strength and Conditioning Research* 27(6), 1609–1617.
- Hackney, A. C., Szczepanowska, E. & Viru, A. 2003. Basal testicular testosterone production in endurance-trained men is suppressed. *European Journal of Applied Physiology*, 89 (2), 198–201.
- Haff, G., Lehmkuhl, M., McCoy, L. & Stone, M. 2003. Carbohydrate Supplementation and Resistance Training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17 (1), 187–196.
- Hagmar, M., Berglund, B., Brismar, K. & Hirschberg, A. 2013. Body composition and endocrine profile of male Olympic athletes striving for leanness. *Clinical Journal of Sport Medicine* 23 (3), 197–201.
- Häkkinen, K. 1994a. Neuromuscular adaptation during strength training, aging, detraining and immobilization. A review. *Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine*, 6 (2), 161–198.
- Häkkinen, K. 1994b. Neuromuscular fatigue in males and females during strenuous heavy resistance loading. *Electromyography and Clinical Neurophysiology* 34 (4), 205–214.
- Häkkinen, K. 1990. *Voimaharjoittelun perusteet, vaikutusmekanismit, harjoitusmenetelmät ja ohjelmointi*. Gummerus kirjapaino OY, Jyväskylä. 203.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alén, M., Kauhanen, H. & Komi, P. 1988a. Daily hormonal and

- neuromuscular responses to intensive strength training in one week. *International Journal of Sports Medicine* 6 (9), 422–428.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alén, M., Kauhanen, H. & Komi, P. 1988b. Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *Journal of Applied Physiology* 65 (6), 2406–2412.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, W., Newton, R. & Alen, M. 2000. Basal Concentrations and Acute Responses of Serum Hormones and Strength Development During Heavy Resistance Training in Middle-Aged and Elderly Men and Women. *Journals of Gerontology-Biological Sciences and Medical Sciences* 55 (2), B95.
- Häkkinen, K., Alen, M., Kraemer, W. J., Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Rusko, H., Mikkola, J., Häkkinen, A., Valkeinen, H., Kaarakainen, T., Romu, S., Erola, V., Ahtiainen, J. & Paavolainen, L. 2003. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European journal of applied physiology* 89 (1), 42–52.
- Häkkinen, K., Komi, P. & Tesch, P. 1981. Effect of combined concentric and eccentric strength training and detraining on force-time, muscle fiber and metabolic characteristics of leg extensor muscles. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 3, 50–58.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A. & Kallinen, M. 1992. Neuromuscular adaptations and serum hormones in women during short-term intensive strength training. *European journal of applied physiology and occupational physiology* 64 (2), 106–111.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alén, M. & Komi, P. 1985. Serum hormones during prolonged training of neuromuscular performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 53 (4), 287–293.
- Hall, K., Heymsfield, S., Kemnitz, J., Klein, S., Schoeller, D. & Speakman, J. 2012. Energy balance and its components: implications for body weight regulation. *The American Journal of Clinical Nutrition* 95 (4), 989–994.
- Halliday, T., Loenneke, J. & Davy, B. 2016. Dietary Intake, Body Composition, and Menstrual Cycle Changes during Competition Preparation and Recovery in a Drug-Free Figure Competitor: A Case Study. *Nutrients* 8 (11), 740.
- Handziski, Z., Maleska, V., Petrovska, S., Nikolik, S., Mickoska, E., Dalip, M. & Kostova, E. 2006. The changes of ACTH, cortisol, testosterone and testosterone/cortisol ratio in professional soccer players during a competition half-season. *Bratislavské lekárske listy* 107 (6/7), 259.
- Hansen, M. & Kjaer, M. 2014. Influence of Sex and Estrogen on Musculotendinous Protein

- Turnover at Rest and After Exercise. *Exercise and sport sciences reviews* 42 (4), 183–192.
- Harries, S., Lubans, D. & Callister, R. 2015. Systematic Review and Meta-Analysis of Linear and Undulating Periodized Resistance Training Programs on Muscular Strength. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 29(4), 1113–1125.
- Hazell, T., Hamilton, C., Olver, T. & Lemon, P. 2014. Running sprint interval training induces fat loss in women. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism* 39 (8), 944–950.
- Heden, T., Lox, C., Rose, P., Reid, S. & Kirk, E. 2011. One-set resistance training elevates energy expenditure for 72 h similar to three sets. *European Journal of Applied Physiology* 111 (3), 477–484.
- Heinonen, O. 2005. Liikunnan vaikutus kliinis-kemiallisiin suureisiin. Teoksessa: Vuori, I., Taimela, S., Kujala, U. *Liikuntalääketiede*, Duodecim, Karisto Oy, Hämeenlinna, 137.
- Helms, E., Aragon, A. & Fitschen, P. 2014. Evidence-based recommendations for natural bodybuilding contest preparation: nutrition and supplementation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 11 (20), 1–20.
- Helms, E., Fitschen, P., Aragon, A., Cronin, J. & Schoenfeld, B. 2015. Recommendations for natural bodybuilding contest preparation: resistance and cardiovascular training. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness* 55 (3), 164–178.
- Helsingin Sanomat. 2014. Painonpudotus vie urheilijan ääri rajoille – fitness-dietti voi tehdä krapulaisen olon. Viitattu 24.10.2014. <http://www.hs.fi/urheilu/a1413601927724>
- Heyward, V., Sandoval, W. & Colville, B. 1989. Anthropometric, body composition and nutritional profiles of body builders during training. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 3(2), 22–9.
- Hickson, J., Johnson, T., Lee, W. & Sidor, R. 1990. Nutrition and the precontest preparations of a male bodybuilder. *Journal of the American Dietetic Association* 90 (2), 264–267.
- Hill, J., Peters, J. & Wyatt, H. 2009. Using the Energy Gap to Address Obesity: A Commentary. *Journal of the American Dietetic Association* 109 (11), 1848–1853.
- Holloway, J. & Baechle, T. 1990. Strength training for female athletes. Review of selected aspects. *Sports Medicine* 9 (4) 216–228.
- Hubal, M., Gordish-Dressman, H., Thompson, P., Price, T., Hoffman, E., Angelopoulos, T., Gordon, P., Moyna, N., Pescatello, L., Visich, P., Zoeller, R., Seip, R. & Clarkson, P. 2005. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 37 (6), 964–972
- Hulmi, J., Laakso, M., Mero, A., Häkkinen, K., Ahtiainen, J. & Peltonen, H. 2015. The effects

- of whey protein with or without carbohydrates on resistance training adaptations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 12 (1), 48.
- Huovinen, H., Hulmi, J., Isolehto, J., Kyröläinen, H., Puurtinen, R., Karila, T., Mackala, K. & Mero, A. 2015. Body Composition and Power Performance Improved After Weight Reduction in Male Athletes Without Hampering Hormonal Balance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (1), 29–36.
- Isidori, A., Giannetta, E., Greco, E., Gianfrilli, D., Bonifacio, V., Isidori, A., Lenzi & Fabbri, A. 2005. Effects of testosterone on body composition, bone metabolism and serum lipid profile in middle-aged men: a meta-analysis. *Clinical endocrinology* 63 (3), 280–293.
- Jeukendrup, A. 2014. A Step Towards Personalized Sports Nutrition: Carbohydrate Intake During Exercise. *Sports Medicine* 44 (1), 25–33.
- Johannsen, D., Knuth, N., Huizenga, R., Rood, J., Ravussin, E. & Hall, K. 2012. Metabolic slowing with massive weight loss despite preservation of fat-free mass. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 97 (7), 2489–2496.
- Joy, E., De Souza, M., Nattiv, A., Misra, M., Williams, N., Mallison, R., Gibbs, J., Olmsted, M., Goolsby, M., Matheson, G., Barrack, M., Burke, L., Drinkwater, B., Lebrun, C., Loucks, A., Mountjoy, M., Nichols, J. & Sundgot-Borgen, J. 2014. 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad. *Current sports medicine reports* 13 (4), 219–232.
- Karila, T., Sarkkinen, P., Marttinen, M., Seppälä, T., Mero, A. & Tallroth, K. 2008. Rapid Weight Loss Decreases Serum Testosterone. *International Journal of Sports Medicine* 29 (11), 872–877.
- Katz, D & Meller, S. 2014. Can We Say What Diet is Best for Health? *Annual review of public health* 35, 83–103.
- Kim, H., Lee, S. & Choue, R. 2011. Metabolic responses to high protein diet in Korean elite bodybuilders with high-intensity resistance training. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 8 (1), 10.
- Kirk, E., Donnelly, J., Smith, B., Honas, J., Lecheminant, J., Bailey, B., Jacobsen, D. & Washburn, R. 2009. Minimal Resistance Training Improves Daily Energy Expenditure and Fat Oxidation. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 41 (5), 1122.
- Kistler, B., Fitschen, J., Ranavide, S., Fernhall, B. & Wilund, K. 2014. Case Study: Natural Bodybuilding Contest Preparation. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 24 (6), 694–700.
- Kleiner, S., Bazzarre, T. & Litchford, M. 1990. Metabolic profiles, diet, and health practices of

- championship male and female bodybuilders. *Journal of the American Dietetic Association* 90 (7), 962–967.
- Knuiman, P., Hopman, M. & Mensink, M. 2015. Glycogen availability and skeletal muscle adaptations with endurance and resistance exercise. *Nutrition & Metabolism* 12 (1), 59.
- Knuth, N., Johannsen, D., Tamboli, R., Marks-Shulman, P., Huizenga, R., Chen, K., Abumrad, N., Ravussin, E. & Hall, K. 2014. Metabolic adaptation following massive weight loss is related to the degree of energy imbalance and changes in circulating leptin. *Obesity (Silver Spring)* 22 (12), 2563–2569.
- Koistinen, H & Jänne, O. 2009. Endokriininen järjestelmä. Teoksessa Välimäki, M. Sane, T & Dunkel, L. (Toim.) *Endokrinologia*. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim, 12.
- Komi, P. & Bosco, C. 1978. Muscles by men and women. *Medicine and Science Sport* 10, 261–265.
- Konopka, A. & Harber, M. 2014. Skeletal muscle hypertrophy after aerobic exercise training. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 42 (2), 53.
- Kraemer, W. & Ratamess, N. 2005. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports medicine* 35 (4), 339–361.
- Kraemer, W. & Rogol, A. 2008. *The Encyclopaedia of Sports Medicine: An IOC Medical Commission Publication. The Endocrine System in Sports and Exercise (Vol. 11)*. John Wiley & Sons, 6.
- Kraemer, W., Patton, J., Gordon, S., Harman, E., Deschenes, M, Reynolds, K., Newton, R., Triplett, T. & Dziados, J. 1995. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of applied physiology* 78 (3), 976–989.
- Kreider, R., Wilborn, C., Taylor, L., Campbell, B., Almada, A., Collins, R., Cooke, M., Earnest, C., Greenwood, M., Kalman, D., Kerksick, C., Kleiner, S., Leutholtz, B., Lopez, H., Lowery, L., Mendel, R., Smith, A., Spano, M., Wildman, R., Willoughby, D., Ziegenfuss, T. & Antonio, J. 2010. ISSN Exercise & Sport Nutrition Review: Research & Recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 7 (1), 7.
- Kuntoliikuntaliitto, S. 2010. Kansallinen liikuntatutkimus 2009–2010. Aikuisliikunta. SLU: n julkaisusarja, 6, 2010.
- Kvorning, T., Andersen, M., Brixen, K. & Madsen, K. 2006. Suppression of endogenous testosterone production attenuates the response to strength training: a randomized, placebo-controlled, and blinded intervention study. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* 291 (6), E1325–E1332.

- Kyröläinen, H., Karinkanta, J., Santtila, M., Koski, H. & Mäntysaari, M. 2008. Hormonal responses during a prolonged military field exercise with variable exercise intensity. *European journal of applied physiology* 102 (5), 539–546.
- Lamar-Hildebrand, N., Saldanham, L. & Endres, J. 1989. Dietary and exercise practices of college-aged female bodybuilders. *Journal of the American Dietetic Association* 89 (9), 1308–1310.
- Lambert, C. & Flynn, M. 2002. Fatigue during High-Intensity Intermittent Exercise Application to Bodybuilding. *Sports medicine* 32 (8), 511–522.
- Larsen, D., Dalskov, S., Van Baak, M., Jebb, S., Papadaki, A., Pfeiffer, A., Martinez, A., Handjieva-Darlenska, T., Kunešová, M., Pihlsgård, M., Stender, S., Holst, C., Wim, H., Saris, M. & Astrup, A. 2010. Diets with High or Low Protein Content and Glycemic Index for Weight-Loss Maintenance. *New England Journal of Medicine* 363 (22), 2102–2113.
- Layne, N. & Wilson, G. 2009. Optimal protein intake to maximize muscle protein synthesis: Examinations of optimal meal protein intake and frequency for athletes. *AgroFood industry Hi-Tech* 20, 54–57.
- Leibel, R., Rosebaum, M. & Hirsch, J. 1995. Changes in energy expenditure resulting from altered body weight. *The New England Journal of Medicine* 332 (10), 621–628.
- Leveritt, M. & Abernethy, P. 1999. Acute Effects of High-Intensity Endurance Exercise on Subsequent Resistance Activity. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 13 (1), 47–51.
- Loucks, A. & Thuma, J. 2003. Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 88 (1), 297–311.
- Loucks, A., Kiens, B. & Wright, H. 2011. Energy availability in athletes. *Journal of sports sciences*, 29 (sup1), S7–S15.
- MacDougall, J., Gibala, M., Tarnopolsky, M., MacDonald, J., Interisano, S. & Yarasheski, K. 1995. The time course for elevated muscle protein synthesis following heavy resistance exercise. *Canadian Journal of applied physiology* 20 (4), 480–486.
- Mäestu, J., Elliakim, A., Jürimäe, J., Valter, I. & Jürimäe, T. 2010. Anabolic and Catabolic Hormones and Energy Balance of the Male Bodybuilders During the Preparation for the Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24 (4), 1074–1081.
- Manore, M., Ciadella-Kam, L. & Loucks, A. 2007. The female athlete triad: components, nutrition issues, and health consequences. *Journal of Sports Sciences* 25 (S1), S61–S71.

- Meeusen, R., Nederhof, E., Buysse, L., Roelands, B., Schutter, G. & Piacentini, M. 2012. Diagnosing overtraining in athletes using the two-bout exercise protocol. *British Journal of Sports Medicine*, 44 (9), 642–648.
- Mero, A., Huovinen, H., Matintupa, O., Hulmi, J., Puurtinen, R., Hohtari, H. & Karila, T. 2010. Moderate energy restriction with high protein diet results in healthier outcome in women. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 7 (1), 4.
- Mettler, S., Mitchell, N. & Tipton, K. 2010. Increased protein intake reduces lean body mass loss during weight loss in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 42 (2), 326–337.
- Miller, C., Fraser, F., Levinger, I., Straznicky, N., Dixon, J., Reynolds, J. & Selig, S. 2013. The effects of exercise training in addition to energy restriction on functional capacities and body composition in obese adults during weight loss: a systematic review. *PLoS One*, 8 (11), e81692.
- Miller, K. K., Lawson, E. A., Mathur, V., Wexler, T. L., Meenaghan, E., Misra, M., Herzog, D. & Klibanski, A. 2007. Androgens in women with anorexia nervosa and normal-weight women with hypothalamic amenorrhea. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 92 (4), 1334–1339.
- Moon, J., Stout, J., Smith-Ryan, A., Kendall, K., Fukuda, D., Cramer, J. & Moon, S. 2013. Tracking fat-free mass changes in elderly men and women using single-frequency bioimpedance and dual-energy X-ray absorptiometry: a four-compartment model comparison. *European Journal of Clinical Nutrition* 67, S40–S46.
- Moore, C. & Fry, A. 2007. Nonfunctional overreaching during off-season training for skill position players in collegiate American football. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 21 (3), 793–800.
- Moritani, T. 1979. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 58(3), 115-130.
- Mounier, R., Lantier, L., Leclerc, J., Sotiropoulos, A., Pende, M., Daegelen, D., Sakamoto, K., Foretz, M. & Viollet, B. 2009. Important role for AMPK α 1 in limiting skeletal muscle cell hypertrophy. *The FASEB Journal* 23 (7), 2264–2273.
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., Meyer, N., Sherman, R., Budgett, R. & Ljungqvist, A. 2014. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *British Journal of Sports Medicine* 48 (7), 491–497.
- Müller, M., Enderle, J., Pourhassan, M., Braun, W., Eggeling, B., Lagerpusch, M., Glüer, C-

- C., Kehayias, J., Kiosz, D. & Bosy-Westphal, A. 2015. Metabolic adaptation to caloric restriction and subsequent refeeding: the Minnesota Starvation Experiment revisited. *The American Journal of Clinical Nutrition* 102 (4), 807–819.
- Murphy, C. Hector, A & Phillips, S. 2015. Considerations for protein intake in managing weight loss in athletes. *European Journal of Sport Science* 25 (1), 21–28.
- Newton, L., Hunter, G., Bammon, M. & Robin, R. 1993. Changes in Psychological State and Self-Reported Diet During Various Phases of Training in Competitive Bodybuilders. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 7 (3), 153–158.
- Nindl, B., Barnes, B., Alemany, J., Frykman, P., Shippee, R. & Friedl, K. 2007. Physiological consequences of U.S. Army Ranger training. *Medicine and science in sports and exercise* 39 (8), 1380.
- Norman, R. Noakes, M. Wu, R. Davies, M. Moran, L & Wang, J. 2004. Improving reproductive performance in overweight/obese women with effective weight management. *Human Reproduction Update* 10 (3), 267–280.
- Ojasto, T. & Häkkinen, K. 2009. Effects of different accentuated eccentric load levels in eccentric-concentric actions on acute neuromuscular, maximal force, and power responses. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 23 (3), 996–1004.
- Panissa, V., Tricoli, V., Julio, U, Ribeiro, N., de Azevedo Neto, R., Carmo, E. & Franchini, E. 2015. Acute effect of high-intensity aerobic exercise performed on treadmill and cycle ergometer on strength performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (4), 1077–1082.
- Pateyjohns, I., Brinkworth, G., Buckley, J., Noakes, M. & Clifton, P. 2006. Comparison of Three Bioelectrical Impedance Methods with DXA in Overweight and Obese Men. *Obesity* 14 (11), 2064–2070.
- Peterson, M., Rhea, M. & Alvar, B. 2005. Applications of the Dose-Response for muscular strength development: A Review of Meta-Analytic Efficiency and Reliability for Designing Training Prescription. *Journal of Strength and Conditioning Research* 19 (4), 950–958
- Phillips, M. 2014. A brief review of higher dietary protein diets in weight loss: a focus on athletes. *Sports Medicine* 44 (2), 149–153.
- Phillips, S. & Van Loon, L. 2011. Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *Journal of sports sciences* 29 (1), S29–S38.
- Phillips, S. 2016. The impact of protein quality on the promotion of resistance exercise-induced changes in muscle mass. *Nutrition & Metabolism* 13 (1), 64.

- Phillips, S., Rook, K., Siddle, N., Bruce, S. & Woledge, R. 1993. Muscle weakness in women occurs at an earlier age than in men, but strength is preserved by hormone replacement therapy. *Clinical Science* 84 (1), 95–98.
- Pila, E. Mond, J. Griffiths, S. Mitchison, D & Murray, S. 2017. A thematic content analysis of #cheatmeal images on social media: Characterizing an emerging dietary trend. *International Journal of Eating Disorders* 11, 1–9.
- Pineau, J. Guihard-Costa, A & Bocquet, M. 2007. Validation of ultrasound techniques applied to body fat measurement. A comparison between ultrasound techniques, air displacement plethysmography and bioelectrical impedance vs. dual-energy X-ray absorptiometry. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 51 (5), 421–427.
- Poole, C. Wilborn, C. Taylor, L & Kerksick, C. 2010. The role of post-exercise nutrient administration on muscle protein synthesis and glycogen synthesis. *Journal of Sports Science and Medicine* 9 (3), 354–363.
- Prouteau, S., Benhamou, L. & Courteix, D. 2006. Relationships between serum leptin and bone markers during stable weight, weight reduction and weight regain in male and female judoists. *European Journal of Endocrinology* 154 (3), 389–395.
- Qvick, J. 2015. *Bikinifitnesskilpailijoiden kasvutarinoita. Henkinen kasvu lajia varten ja lajin myötä.* Tampereen yliopisto. Kasvatustieteen laitos. Pro gradu -tutkielma.
- Ratamess, N., Alvar, B., Evetoch, T., Housh, T., Kibler, B., Kraemer, W. & Triplett, T. 2009. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. Position Stand. *American College of Sports Medicine* 41(3), 687–708.
- Rhea, M. & Alderman, B. 2004. A meta-analysis of periodized versus nonperiodized strength and power training programs. *Research quarterly for exercise and sport* 75 (4), 413–422.
- Robinson, S., Lambeth-Mansell, A., Gillibrand, G., Smith-Ryan, A. & Bannock, L. 2015. A Nutrition and Conditioning intervention for natural bodybuilding contest preparation: case study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 12 (1), 20.
- Roemmich, J. & Sinning, W. 1997. Weight loss and wrestling training: effects on nutrition, growth, maturation, body composition, and strength. *Journal of Applied Physiology* 6 (82), 1751–1759.
- Rogacz, S., Williams, G. & Hollenberg, N. 1990. Time course of enhanced adrenal responsiveness to angiotensin on a low salt diet. *Hypertension* 15 (4), 376–380
- Rønnestad, B. R., Nygaard, H., & Raastad, T. 2011. Physiological elevation of endogenous hormones results in superior strength training adaptation. *European Journal of Applied*

- Physiology 111 (9), 2249–2259.
- Rossow, L., Fukuda, D., Fahs, C., Loenneke, J. & Stout, J. 2013. Natural Bodybuilding Competition Preparation and Recovery: A 12-Month Case Study. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 8 (5), 582–592.
- Salvador, A., Ricarte, J., González-Bono, E. & Moya-Albiol, L. 2001. Effects of Physical Training on Endocrine and Autonomic Response to Acute Stress. *Journal of Psychophysiology* 15 (2), 114–121.
- Santesso, N., Akl, E., Bianchi, M., Mente, A., Mustafa, R., Heels-Ansdell, D. & Schümann, H. 2012. Effects of higher- versus lower-protein diets on health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Clinical Nutrition* 66 (7), 780–788.
- Schoeller, D. 2009. The energy balance equation: looking back and looking forward are two very different views. *Nutrition reviews* 67 (5), 249–254.
- Schoenfeld, B. 2010. The Mechanics of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Condition Research* 24 (10), 2857–2872.
- Schoenfeld, B., Wilson, J., Lowery, R. & Krieger, J. 2014. Muscular adaptations in low- versus high-load resistance training: A meta-analysis. *European Journal of Sport Science* 16 (1), 1–10.
- Schoenfeld, B., Ratamess, N., Peterson, M., Conteras, B. & Tiryaki-Sonmez, G. 2015. Influence of resistance training frequency on muscular adaptations in well-trained men. *Journal of Strength and Condition Research* 29 (7), 1821–9.
- Schoenfeld, B. 2016. Science and Development of Muscle Hypertrophy. *Human Kinetics* 15, 110.
- Schoenfeld, B., Ogborn, D. & Krieger, W. 2016a. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Science* 19, 1–10.
- Schoenfeld, B., Ogborn, D. & Krieger, J. 2016b. Effects of Resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine* 46 (11), 1689–1697.
- Sillanpää, E., Häkkinen, A., Laaksonen, E., Karavirta, L., Kraemer, J. & Häkkinen, K. 2010. Serum Basal Hormone Concentrations, Nutrition and Physical Fitness During Strength and / or Endurance Training in 39-64-Year-Old Women. *International Journal of Sports Medicine*. 31(2), 110-117.
- Sillanpää, E., Cheng, S., Häkkinen, K., Finni, T., Walker, S., Pesola, A., Ahtiainen, J., Stenroth, L., Selänne, H. & Sipilä, S. 2014. Body composition in 18- to 88- year- old adults—

- comparison of multifrequency bioimpedance and dual-energy X-ray absorptiometry. *Obesity* 22 (1), 101–109.
- Simopoulos, A. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & pharmacotherapy* 56 (8), 365–379.
- Slater, G. & Phillips, S. 2011. Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events and bodybuilding. *Journal of Sports Sciences* 29 (1), 67–77.
- Smith, G., Atherton, P., Reeds, D., Mohammed, S., Rankin, D., Rennie, M. & Mittendorfer, B. 2011. Omega-3 polyunsaturated fatty acids augment the muscle protein anabolic response to hyperinsulinaemia-hyperaminoacidaemia in healthy young and middle-aged men and women. *Clinical science* 121 (6), 267–278.
- Spendlove, J., Mitchell, L., Gifford, J., Hackett, D., Slater, G., Cobley, S. & O'Connor, H. 2015. Dietary intake of Competitive Bodybuilders. *Sports Medicine* 45 (7), 1041–1063.
- Spitler, D., Diaz, F., Horvath, S. & Wright, J. 1980. Body composition and maximal aerobic capacity of bodybuilders. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 20 (2), 181–188.
- Staron, R., Malicky, E., Leonardi, M., Falkel, J., Hagerman, F. & Dudley, G. 1990. Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 60 (1), 71–79
- Staron, R., Leonardi, M., Karapondo, D., Malicky, E., Falkel, J., Hagerman, F. & Hikida, R. 1991. Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance-trained women after detraining and retraining. *Journal of Applied Physiology* 70(2), 631–640.
- Steen, S. 1991. Precontest strategies of a male bodybuilder. *International Journal of Sport Nutrition* 1(1), 69–78.
- Strauss, R. Lanese, R & Malarkey, W. 1985. Weight Loss in Amateur Wrestlers and Its Effect on Serum Testosterone Levels. *JAMA* 254 (23), 3337–3338.
- SUEK. 2016. Dopingtestitilasto 2015. Suomen urheilun eettinen keskus SUEK ry. Viitattu 16.8.2016. <http://www.antidoping.fi/dopingtestitilastot>
- Suomen Fitnessurheilu ry. 2015. Toimintasuunnitelma 2016. Suomen Fitnessurheilu ry. Lahti. Materiaali tutkijan hallussa.
- Suomen Fitnessurheilu ry. 2016. Eri fitnesslajit ja niiden harjoitteluun vaikuttavat eroavaisuudet. I-tason Fitnessvalmentajakoulutuksen koulutusmateriaali. Suomen Fitnessurheilu ry. Vierumäki.
- Suomen Fitnessurheilu ry. 2017. Toimintasuunnitelma 2017. Suomen Fitnessurheilu ry. Lahti. Materiaali tutkijan hallussa.

- Suonpää, M. (2016). Fitness-kilpailijoiden antropometria ja fyysinen aktiivisuus kilpailudieetillä ja sen jälkeisellä palautumisjaksolla. Jyväskylän yliopisto. Liikuntatieteellinen tiedekunta. Pro gradu -tutkielma.
- Tanskanen, M., Kyröläinen, H., Uusitalo, A. L., Huovinen, J., Nissilä, J., Kinnunen, H., Atalay, M & Häkkinen, K. 2011. Serum Sex Hormone–Binding Globulin and Cortisol Concentrations are Associated With Overreaching During Strenuous Military Training. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 25 (3), 787–797.
- Tarnopolsky, M. 2008. Sex Differences in Exercise Metabolism and the Role of 17-Beta Estradiol. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 40 (4), 648–654.
- Tiitinen, O. 2009. Gynekologinen endokrinologia. Teoksessa Välimäki, M. Sane, T & Dunkel, L. (Toim.) *Endokrinologia*. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim, 670–676.
- Tipton, K. & Wolfe, R. 2001. Exercise, Protein Metabolism and Muscle Growth. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 11 (1), 109–132.
- Tolle, V., Kadem, M., Blue-Pajot, M-T., Frere, D., Foulon, C., Bossu, C., Dardennes, R., Mounier, C., Zizzari, P., Lang, F., Epelbaum, J. & Estour, B. 2003. Balance in ghrelin and leptin plasma levels in anorexia nervosa patients and constitutionally thin women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 88 (1), 109–116.
- Tomiya, J., Mann, T., Vinas, D., Hunger, J., DeJager, J. & Taylor, S. 2010. Low Calorie Dieting Increases Cortisol. *Psychosomatic medicine* 72 (4), 357.
- Torstveit, M. & Sundgot-Borgen, J. 2005. Participation in leanness sports but not training volume is associated with menstrual dysfunction: a national survey of 1276 elite athletes and controls. *British Journal of Sports Medicine* 39 (3), 141–147.
- Trapp, E., Chisholm, D., Freund, J. & Boutcher, S. 2008. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal of Obesity* 32 (4), 684–691.
- Trappe, S., Harber, M., Creer, A., Gallagher, P., Slivka, D., Minchev, K. & Whitsett, D. 2006. Single muscle fiber adaptations with marathon training. *Journal of Applied Physiology*. 101 (3), 721–727.
- Trexler, E., Smith-Ryan, A. & Norton, L. 2014. Metabolic adaptation to weight loss: implications for the athlete. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 11 (1), 7.
- Van der Ploeg, G., Brooks, A., Withers, R., Dollman, J., Leaney, F. & Chatterton, B. 2001. Body composition changes in female bodybuilders during preparation for competition. *European Journal of Clinical Nutrition* 55 (4), 268–277.

- Varady, K. 2011. Intermittent versus daily calorie restriction: which diet regimen is more effective for weight loss? *Obesity reviews* 12 (7), e593–e601.
- Velders, M. & Diel, P. 2013. How Sex Hormones Promote Skeletal Muscle Regeneration. *Sports medicine* 43 (11), 1089–1100.
- Volek, J., Kraemer, W., Bush, J., Incledon, T & Boetes, T. 1997. Testosterone and cortisol in relationship to dietary nutrients and resistance exercise. *Journal of Applied Physiology* 82(1), 49–54.
- Walberg-Rankin, J., Edmonds, C. & Gwazdauskas, F. 1993. Diet and Weight Changes of Female Bodybuilders Before and After Competition. *International Journal of Sport Nutrition* 3(1), 87–102.
- Walberg, J., Leidy, M., Sturgill, D., Hinkle, D., Ritchey, S. & Sebolt, D. 1988. Macronutrient content of a hypoenergy diet affects nitrogen retention and muscle function in weight lifters. *International Journal of Sports Medicine* 9 (4), 261–266.
- Wernbom, M., Augustsson, J. & Thomeé, R. 2007. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports medicine* 37(3), 225–264.
- West, D. & Phillips. 2012. Associations of exercise-induced hormone profiles and gains in strength and hypertrophy in a large cohort after weight training. *European Journal of Applied Physiology* 112 (7), 2693–2702.
- Westerlind, K. & Williams, N. 2007. Effect of energy deficiency on estrogen metabolism in premenopausal women. *Medicine and science in sports and exercise* 39(7), 1090–1097.
- Westerterp-Plantega, M., Luscombe-Marsh, N., Lejeune, M., Diepvens, K., Nieuwenhuizen, A., Engelen, M., Deutz, N., Azzout-Marninche, D., Tome, D. & Weterterp K. 2006. Dietary protein, metabolism, and body-weight regulation: dose-response effects. *International Journal of Obesity* 30, S16–S23.
- Whitworth, J. Mangos, G & Kelly, J. 2000. Cushing, Cortisol and Cardiovascular disease. *Hypertension* 36 (5), 912–916.
- Williams, N., Reed, J., Leidy, H., Legro, R. & De Souza, M. 2010. Estrogen and progesterone exposure is reduced in response to energy deficiency in women aged 25–40 years. *Human Reproduction* 25 (9), 2328–2339.
- Willis, L., Slentz, C., Bateman, L., Shields, T., Piner, L., Bales, C., Houmard, J. & Kraus, W. 2012. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *Journal of applied physiology* 113 (12), 1831–1837.
- Willoughby, D. 1993. The Effects of Mesocycle-Length Weight Training Programs Involving

- Periodization and Partially Equated Volumes on Upper and Lower Body Strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 7(1), 2-8.
- Wilson, J., Marin, P., Rhea, M., Wilson, S., Loenneke, J. & Anderson, J. 2012. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26 (8), 2293–2307.
- Witard, O. Wardle, S. Macnaughton, L. Hodgson, A & Tipton, K. 2016. Protein Considerations for Optimising Skeletal Muscle Mass in Healthy Young and Older Adults. *Nutrients* 8 (4), 181.
- Wu, T., Gao, X., Chen, M. & van Dam, M. 2008. Long-term effectiveness of diet-plus-exercise interventions vs. diet-only interventions for weight loss: a meta-analysis. *Obesity reviews* 10 (3), 313–323.
- Yle. 2013. A-studio: Fitness-kupla puhkesi: syömishäiriö ja aineenvaihdunnan ongelmia. Viitattu 24.2.2015. http://yle.fi/uutiset/fitness_kupla_puhkesi_syomishairio_ja_aineenvaihdunnan_ongelmia/6723
- Zatsiorsky, V & Kraemer, W. 2006. Science and Practice of Strength Training. *Human Kinetics*. 4–15, 20, 181–183.
- Zibellini, J., Seimon, R., Lee, C., Gibson, A., Hsu, M. & Sainsbury, A. 2016. Effect of diet-induced weight loss on muscle strength in adults with overweight or obesity—a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Obesity Reviews* 17 (8), 647–663.
- Zimmerman, Y., Eijkemans, M, Bennink, H., Blankenstein, M. & Fauser, B. 2014. The effect of combined oral contraception on testosterone levels in healthy women: a systematic review and meta-analysis. *Human reproduction update*, 20 (1), 76–105.

LIITE 1 Terveyskysely

Nimi: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

Syntymäaika: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

| Oireet viimeisen 6 kk:n aikana: | Vastaa Kyllä/Ei/En osaa sanoa |
|--|---------------------------------------|
| 1. Onko sinulla ollut rintakipuja? | Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä. |
| 2. Onko sinulla ollut rasitukseen liittyvää rintakipua? | Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä. |
| 3. Onko sinulla ollut huimausoireita? | Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä. |
| 4. Onko sinulla ollut rytmihäiriötuntemuksia? | Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä. |
| 5. Onko sinulla ollut harjoittelua estäviä kipuja liikuntaelimissä? Jos vastaat kyllä, missä? | Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä. |
| 6. Oletko tuntenut ylikuormitus- tai stressioireita? | Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä. |

Todetut sairaudet: Onko sinulla tai onko sinulla ollut jokin/joitakin seuraavista?

Kirjoita sairautta vastaava numero taulukon alapuolella olevaan kenttään.

| | | | |
|----------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 01 Sepelvaltimotauti | 02 Sydäninfarkti | 03 Kohonnut verenpaine | 04 Sydänlappävika |
| 05 Aivohalvaus | 06 Aivoverenkierron häiriö | 07 Sydämen rytmihäiriö | 08 Sydämentahdistin |
| 09 Sydänlihassairaus | 10 Syvä laskimotukos | 11 Muu verisuonisairaus | 12 Krooninen bronkiitti |
| 13 Keuhkolaajentuma | 14 Astma | 15 Muu keuhkosairaus | 16 Allergia |

| | | | |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 17 Kilpirauhasen toimintahäiriö | 18 Diabetes | 19 Anemia | 20 Korkea veren kolesteroli |
| 21 Nivelreuma | 22 Nivelrikko, -kuluma | 23 Krooninen selkäsairaus | 24 Mahahaava |
| 25 Pallea-, nivus- tai napatyrä | 26 Ruokatorven tulehdus | 27 Kasvain tai syöpä | 28 Leikkaus äskettäin |
| 29 Mielenterveyden ongelma | 30 Tapaturma äskettäin | 31 Matala veren K tai Mg | 32 Kohonnut silmänpaine |

Todettuja sairauksia vastaavat numerot: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

Muita sairauksia tai oireita, mitä: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

Lääkitys: Käytätkö jotain lääkitystä tai lääkeainetta säännöllisesti tai usein?

Vastaa En/Kyllä: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

Jos vastaat kyllä, mitä? Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

Tupakoitko?

Vastaa En/Kyllä: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

Kuumetta, flunssaista oloa tai muuten poikkeavaa väsymystä viimeisen kahden viikon aikana:

Vastaa Ei/Kyllä: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

Onko lähisuvussasi ennenaikaiseen kuolemaan johtaneita sydänsairauksia?

Vastaa Ei/Kyllä: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

Jos vastaat kyllä, lähisukulainen ja minkä ikäisenä? Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

Onko todettu synnynnäinen sydänvika?

Vastaa Ei/Kyllä: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

Olen vastannut kysymyksiin rehellisesti parhaan tietämykseni mukaan ja vakuutan tiedot oikeiksi kirjoittamalla nimeni ja päivämäärän alla oleviin kohtiin:

Nimi: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

Päiväys: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

LIITE 2 Suostumuslomake

KILPAILEMISEN VAIKUTUS FITNESSURHEILIJAN KEHON KOOSTUMUKSEEN JA FYYSISEEN SUORITUSKYKYPROFIILIIN SEKÄ FYSIOLOGISIIN TEKIJÖIHIN NAISILLA

Vastuullinen tutkija: Professori Keijo Häkkinen

Muut tutkijat: Lit yo Ville Isola, LitT prof. Antti Mero, LitT, Dos. Juha Hulmi, LitT Juha Ahtiainen, LitM Heikki Huovinen, PsT, LitM Marja Kokkonen, TtT, Prof. Arja Häkkinen, Tt yo Marianna Suonpää, Prof Markus Perola, LL Kai Nyman, FT Annika Wennerström, Lit yo Tuija Toivola, Lit yo Neea Järvinen, Lit yo Heli-Maija Koukkari

TUTKITTAVAN SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN OSALLISTUMISESTA

Olen perehtynyt tämän tutkimuksen tarkoitukseen ja sisältöön, kerättävän tutkimusaineiston käyttöön, tutkittaville aiheutuviin mahdollisiin haittoihin sekä tutkittavien oikeuksiin ja vakuutusturvaan. Suostun osallistumaan tutkimukseen annettujen ohjeiden mukaisesti. En osallistu mittauksia, veri- ym. kokeita tai fyysistä raskautta sisältäviin tutkimuksiin flunssaisena, kuumeisena, toipilaana tai muuten huonovointisena. Voin halutessani peruuttaa tai keskeyttää osallistumiseni tai kieltäytyä tutkimukseen osallistumisesta missä vaiheessa tahansa ilman, että siitä aiheutuu minulle mitään haittaa. Tutkimustuloksiani ja kerättyä aineistoa saa käyttää ja hyödyntää sellaisessa muodossa, jossa yksittäistä tutkittavaa ei voi tunnistaa.

| | | |
|--|---------|------|
| Suostun yllämainitun projektin mittauksiin annettujen ohjeiden mukaisesti | Kyllä x | Ei x |
| Annan luvan tulosteni käyttöön tutkimuksen raportoinnissa | Kyllä x | Ei x |
| Annan luvan mittausten yhteydessä otetun video/valokuvani käyttöön liikuntabiologian laitoksen ei-kaupallisessa kirjallisessa ja suullisessa raportoinnissa. | Kyllä x | Ei x |

| | | |
|--|---------|------|
| Yhteystietoni saa sisällyttää liikuntabiologian laitoksen henkilörekisteriin ja minuun saa olla myöhemmin yhteydessä haettaessa tutkittavia liikuntabiologian laitoksen tutkimuksiin | Kyllä x | Ei x |
|--|---------|------|

Olen tutustunut suoritettaviin testeihin ja mittauksiin, ja olen ymmärtänyt mittausten tarkoituksen ja niihin liittyvät riski- ja hyötynäkökohdat. Kyllä x Ei x

Ymmärrän, että tutkittavat systeemibiologiset määritykset (perimä ja sen toiminta) eivät tuota henkilökohtaisesti merkittäviä tietoja ja siksi näistä tiedoista en saa henkilökohtaista palautetta vaan niitä käsitellään koko ryhmää koskevissa analyyseissa tutkimustarkoituksessa. Kyllä x Ei x

Päiväys

Tutkittavan allekirjoitus

Päiväys

Tutkijan allekirjoitus