

**FITNESSKILPAILUDIEETIN VAIKUTUS RUOKAHALUA SÄÄTELEVIIN
HORMONEIHIN**

Heidi Sompa

Liikuntafysiologian pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2022

TIIVISTELMÄ

Sompa, H. 2022. Fitnesskilpailudieetin vaikutus ruokahalua sääteleviin hormoneihin. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Liikuntafysiologian pro gradu -tutkielma, 43 sivua.

Fitnessurheilun suosio on kasvanut Suomessa vuosi vuodelta. Lajeihin liittyy oleellisesti kehonkoostumuksen muokkaaminen lajikriteereihin sopivaksi harjoittelun ja ruokavalion keinoin. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää miten fitnesskilpailudieetti vaikuttaa ruokahalua säätelevien leptiini- ja greliinihormonien pitoisuuksiin seerumissa. Muuttujien palautumista seurattiin dieetin jälkeen n. 20 viikkoa.

Tutkimukseen osallistui 13 miestä ja 12 naista, jotka kilpailivat fitnessurheilun SM-kilpailuissa lokakuussa 2019. Kontrolliryhmässä oli 10 miestä ja 11 naista, jotka harjoittelivat aktiivisesti kuntosalilla mutta eivät tavoitelleet painonpudotusta tutkimusjakson aikana. Kaikille tutkittaville suoritettiin alku-, väli- ja loppumittaukset samoina ajankohtina noin 20 viikon välein. Kehonkoostumusta tarkasteltiin DXA:lla (Dual-Energy X-ray Absorptiometry) sekä InBody-bioimpedanssimittauksella. Seerumista tutkittiin leptiini- ja greliinihormonien pitoisuudet ja niiden muutoksia tarkasteltiin suhteessa muutoksiin kehonkoostumuksessa.

Kilpailuryhmän naisilla seerumin leptiinitasot laskivat erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$) dieetin aikana ja kohosivat palautumisvaiheessa merkitsevästi ($p < 0,01$). Kilpailijamiesten leptiinitaso laski merkitsevästi kilpailudieetin aikana ($p < 0,05$). Molemmissa kilpailuryhmissä havaittiin merkitseviä muutoksia seerumin greliinipitoisuuksissa tutkimuksen aikana. Naisten greliinitaso nousi dieetin aikana ($p < 0,05$) ja laski palautumisvaiheessa ($p < 0,05$). Myös mieskilpailijoiden greliinitaso nousi merkitsevästi ($p < 0,01$) alku- ja välimittauksen välisenä aikana ja laski palautumisvaiheen aikana ($p < 0,05$).

Tämä tutkimus osoitti, että fitnesskilpailuun valmistava dieetti yhdistettynä muutoksiin ruokavaliossa vaikutti kilpailijoiden kehonkoostumukseen ja aiheutti muutoksia ruokahalua säätelevien leptiini- ja greliinihormonien pitoisuuksiin veressä. Muutokset kuitenkin palautuivat 20 viikon palautumisjakson aikana energiansaannin korjaannuttua kulutusta vastaavaksi. Muutosten kesto on hyvä huomioida suunniteltaessa fitnessurheilijan kilpailukalenteria, mikäli toiveena on useampi dieettijakso lyhyen ajan sisään.

Asiasanat: fitnessurheilu, kilpailudieetti, palautumisjakso, kehonkoostumus, leptiini, greliini

KÄYTETYT LYHENTEET

DXA	Dual-energy X-ray Absorptiometry, kaksienergisen röntgensäteen absorptiometria
HIIT	High Intensity Interval Training, kovatehoinen intervalliharjoitus
KIHU	Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus
mTOR	Mechanistic Target of Rapamycin
SUEK	Suomen urheilun eettinen keskus ry
1RM	One Repetition Maximum, yhden toiston maksimi

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	VIRHE. KIRJANMERKKIÄ EI OLE MÄÄRITETTY.
2	FITNESSURHEILU.....	3
3	KILPAILUUN VALMISTAUTUMINEN JA SIITÄ PALAUTUMINEN.....	4
3.1	Fitnessurheilijan ruokavalio	4
3.1.1	Hiilihydraatit.....	5
3.1.2	Proteiinit	6
3.1.3	Rasvat	7
3.2	Fitnessurheilijan harjoittelu	8
3.2.1	Fitnessurheilijan voimaharjoittelu	8
3.2.2	Fitnessurheilijan kestävyysarjoittelu	10
3.3	Fitnessurheilijan painon säätely.....	11
4	RUOKAHALUN HORMONAALINEN SÄÄTELYJÄRJESTELMÄ	13
4.1	Leptiini.....	15
4.2	Greliini.....	15
4.3	Painonpudotuksen vaikutus ruokahalun säätelyyn	16
5	TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEEESIT	18
6	TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	20
6.1	Tutkittavat.....	20
6.2	Tutkimusasetelma.....	21
6.3	Verinäytteet	22
6.4	Kehonkoostumuksen mittaaminen	22
6.5	Tilastolliset menetelmät.....	24

7 TULOKSET.....	25
7.1 Kehonkoostumus	25
7.2 Ruokahalua säätelevät hormonit.....	28
7.3 Yhteydet kehonkoostumuksen muutoksen ja hormonaalisten muutosten välillä..	32
8 POHDINTA.....	35
8.1 Muutokset kehonkoostumuksessa.....	35
8.2 Muutokset ruokahalua säätelevissä hormoneissa	36
8.3 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet.....	37
8.4 Johtopäätökset ja käytännön sovellutukset.....	38
LÄHTEET	39

1 JOHDANTO

Fitnessurheilun lajeissa tavoitellaan esteettistä ja lajikriteerit täyttävää ulkonäköä, joka esitellään tuomaristolle ja yleisölle kilpailulavalla huolellisen valmistautumisen jälkeen. Kilpailutilanteeseen on valmistauduttu pitkäjänteisellä voimaharjoittelulla ja ulkonäkö on viimeistelty dieetti- ja liikuntajaksolla ennen varsinaista suoritusta. Kilpailun jälkeen urheilija alkaa palautua kohti lähtötilannetta aktiivisuus- ja ruokavaliomuutoksia tekemällä. Fitnessurheilun lajit eivät ole ainoita, joihin liittyy aktiivinen painonpudotus ja tavoite kehon rasvamassan pienentämisestä. Myös esimerkiksi painoluokkalajeissa, kuten paini ja nyrkkeily tavoitellaan optimaalista kehonkoostumusta ennen varsinaista kilpailusuoritusta.

Ruokahalun ja nälän tunteen säätely on kiinnostanut tutkijoita vuosikautia ja on aiheena muuttunut sitä ajankohtaisemmaksi mitä suurempi ongelma lihavuudesta on maailmanlaajuisesti tullut. Valtaosa tähänastisista tutkimuksista on kuitenkin tehty joko koe-eläimillä tai voimakkaasti ylipainoisella väestöllä. Normaali-painoisen väestön painonpudotustutkimuksia ei ole laajasti tehty niihin osin liittyvien eettistenkin ristiriitojen vuoksi. Painon säätely ja kehonkoostumuksen muokkaaminen koskettavat kuitenkin laajalti myös fyysisesti aktiivista normaalipainoista väestöä paitsi terveydellisten syiden, myös ulkonäköön liittyvien tavoitteiden aikaansaamina.

Fitnessurheiluun on kohdistunut viime vuosina enenevässä määrin mielenkiintoa ja lajeja koskien on julkaistu useita artikkeleita (mm. Iraki 2019, Helms 2014, Rossow 2013). Fitnesskilpailudieetistä ja kilpailuista palautumisesta ei kuitenkaan ole tehty laajempaa seurantatutkimusta muutamaa tapaustutkimusta ja Jyväskylän Yliopiston edeltävää naisten fitnessurheilututkimusta lukuun ottamatta (Rossow ym. 2013, Kistler ym. 2014, Isola 2017).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää miten fitnesskilpailuun valmistavan dieetin ja fyysisen aktiivisuuden aikaansaama kehonkoostumuksen muutos vaikuttaa ruokahalua säätelevien hormonien pitoisuuksiin veressä. Lisäksi haluttiin tietää, palautuvatko mahdolliset muutokset, kun dieetti lopetetaan ja kehonkoostumuksen annetaan palautua kohti lähtötasoa. Tavoitteena on myös selvittää eroavatko miesten ja naisten tulokset toisistaan ja voidaanko

kehonkoostumuksen muutosten ja hormonaalisten muutosten välillä havaita tilastollisia yhteyksiä. Toivon tutkimuksen lisäävän ymmärrystä lähellä normaalipainoa olevien urheilijoiden ja fyysisesti aktiivisten yksilöiden ruokahalun säätelyyn liittyvistä hormonaalisista tekijöistä.

2 FITNESSURHEILU

Viime vuosina räjähdysmäisesti suositaan kasvattaneilla fitnessurheilun lajeilla pyritään intensiivisen harjoittelun ja tarkan ruokavalion avulla kohti lihaksikasta ja esteettistä ulkomuotoa. KIHU:n tekemän tutkimuksen mukaan vuonna 2018 fitnessurheilua harrasti Suomessa arviolta 91 000 henkilöä, joista noin 2 000 osallistui fitnesskilpailuun (Suomen Fitnessurheilu ry 2020.). Kilpailuihin osallistuvilta urheilijoilta vaaditaan Suomen Fitnessurheilu ry:n kilpailulisenssi, jonka yhteydessä urheilija sitoutuu myös antidopingohjelmaan (Suomen Fitnessurheilu ry 2020.). Suomen urheilun eettinen keskus SUEK testaa fitnessurheilijoita kiellettyjen aineiden varalta ja vuonna 2018 suoritettiin lajin sisällä 93 dopingtestiä (SUEK. 2020.)

Miesten fitnesslajeja on neljä: men's physique, classic physique, classic bodybuilding ja bodybuilding. Lisäksi pyörätuolia liikkumisen apuvälineenä käyttävät miehet voivat kilpailla men's wheelchair bodybuildingissä. Naiset kilpailevat viidessä eri lajissa, jotka ovat bikini fitness, body fitness, wellness fitness, fitness ja women's physique. Eri lajit asettavat urheilijoille hieman erilaisia vaatimuksia lähinnä lihasten koon ja rasvamassan määrän suhteen. Lajeille yhteistä on esteettisen, lihaksikkaan ja urheilullisen vartalon tavoittelu sekä karismaattinen lavaesiintyminen. (Suomen Fitnessurheilu ry 2020.)

Fitnessurheilijan ensisijainen tavoite ei ole maksimaalinen suorituskyky vaan lajin vaatimukset täyttävä ulkonäkö. Harjoittelukaudella urheilija pyrkii maksimoimaan lihasmassan määrän ja ennen kilpailukautta säilyttämään sen pudottamalla samanaikaisesti rasvamassan määrää oman lajinsa vaatimusten mukaisesti (Helms, ym. 2014). Kilpailun arvostelussa huomioidaan myös mm. esiintymistäidot, ihon ja hiusten kunto sekä lajin sääntöjen mukainen vaatetus ja korut (Suomen Fitnessurheilu ry 2020.).

3 KILPAILUUN VALMISTAUTUMINEN JA SIITÄ PALAUTUMINEN

Fitnessurheilijan tavoitteena on tyypillisesti menestyä lajissaan kilpalavalla ja tätä tavoitetta varten kehonkoostumus pyritään muokkaamaan mahdollisimman ihanteelliseksi kilpailutilannetta varten. Valmistautuminen jaetaan kilpailukauteen ja harjoittelukauteen. Harjoittelukaudella pyritään saavuttamaan omalle fitnessurheilun lajille vaadittu lihasmassa ja kilpailukaudella käsitetään kilpailudieetti sekä itse kilpailusuoritus (Helms 2014).

3.1 Fitnessurheilijan ruokavalio

Fitnessurheilijan ruokavalio on usein tarkasti säädelty, erityisesti kilpailudieetin aikana. Harjoittelukaudella ruokavalion tulee tukea maksimaalista lihaskasvua ja dieetin aikana sopivan energiavajeen avulla pyritään vähentämään rasvamassa määrää. (Isola 2017.)

Jatkuvan pienen energiavajeen sijaan osa urheilijoista noudattaa erilaisia sovelluksia jaksottaisesta energiavajeesta eli nk. pätkäpaastosta. Pätkäpaastossa energiansaantia rajoitetaan joinain päivinä ja toisina päivinä syödään kulutusta vastaavasti tai jopa hieman sen yli. Ruokailua voidaan rajoittaa kellonajan mukaan esimerkiksi kahdeksan tunnin ajalle, dieetti- ja taukopäivät voivat vuorotella syklisesti (esim. 5:2-dieetti, jossa viisi dieettipäivää ja kaksi taukopäivää) tai dieetistä voidaan pitää pidempi tauko, jonka jälkeen sitä jatketaan. Energiansaannin nosto tehdään yleensä hiilihydraatteja lisäämällä. Pätkäpaaston eduiksi on arveltu mm. väliaikaista leptiinitason nousua, joka lisäisi perusaineenvaihduntaa. Perinteisen jatkuvan energiasaannin rajoittamisen ongelmana onkin pidetty nk. adaptiivista termogeneesiä, joka tarkoittaa jatkuvan energiavajeen aiheuttamaa perusaineenvaihdunnan laskua. (Campbell, ym. 2020.) Cambellin ym. tutkimuksessa (2020) kahden päivän jaksottaisella hiilihydraattien lisäämisellä koehenkilöiden lepoinaenvaihdunta saatiin pidettyä jatkuvan energiavajeen ryhmää korkeammalla. Tutkijat totesivat, että kahden päivän runsaammalla hiilihydraattien saannilla pätkäpaaston keinoin saatettaisiin välttää joitain jatkuvan energiavajeen haitoista.

Perinteisen energiansaannin jatkuvan rajoittamisen lisäksi joillain fitnessurheilijoilla on käytössä myös erilaiset rennommat dieettivaihtoehdot. Ajoittaiset ”cheat-mealit” eli vapaan syömisen päivät/ateriat koetaan aineenvaihduntaa lisäävinä ja ne mahdollisesti tukevat myös psyykkistä jaksamista pitkän dieettirupeaman keskellä (Isola 2017). Jackson J Peosin (2021) tutkimusryhmä osoitti, ettei viikon kestäneellä dieettitauolla ollut merkitystä rasvamassan määrään, mutta sen sijaan se lisäsi suorituskykyä ja vähensi nälän tunnetta. Myös käytännön kokemus on osoittanut sen toimivuuden yksilöllisyys huomioiden. Kyröläisen ym. tutkimuksessa (2008) jatkuvassa energiavajeessa olleiden sotilaiden pitämä tankkauspäivä tutkimusjakson puolella välissä nosti merkittävästi anabolisten hormonien määrää.

3.1.1 Hiilihydraatit

Hiilihydraatit ovat yksi kolmesta perusravintoaineesta ja ne luokitellaan rakenteensa perusteella monosakkarideihin (esim. glukoosi), disakkarideihin (esim. laktoosi) ja monosakkarideihin (esim. tärkkelys). Tärkkelys on hiilihydraattien varastomuoto kasveissa. Ihmiset ja eläimet varastoivat hiilihydraatit puolestaan glykokeeninä maksaan ja lihaksiin. Tärkeimpiä hiilihydraattien lähteitä ovat mm. viljatuotteet, palkokasvikset, peruna, riisi, hedelmät ja marjat. (Iländer 2018. 135-136.) Yksi gramma hiilihydraattia sisältää energiaa noin 4 kcal (Guyton & Hall 2006. 865.)

Hiilihydraatit ovat rasvojen ohella tärkeimpiä energianlähteitä lihastyön aikana ja niiden käyttö vaihtelee kuormituksen keston ja intensiteetin mukaan (Beelen, ym. 2010). Kuormituksen intensiteetin kasvaessa hiilihydraattien osuus energianlähteenä kasvaa. Glykokeenivarastojen täyttymisen kannalta erityisen tärkeää on harjoittelun jälkeen nautittu hiilihydraatti, koska kuormituksen jälkeen glykokeenisynteesi on voimakkainta (Beelen, ym. 2010). Hiilihydraattien laadulla voi olla merkitystä glykokeenivarastojen täydentymisnopeuteen, sillä korkean glykeemisen indeksin hiilihydraattien on havaittu täyttävän nopeammin glykokeenivarastoja kuin matalan glykeemisen indeksin hiilihydraattilähteet (Poole ym. 2010.)

Fitnessurheilijoiden hiilihydraattien saanti on yleensä suurinta harjoituskaudella ja viimeisellä viikolla ennen kilpailuja (Helms 2014.) Viimeistelyviikon hiilihydraattitankkauksella pyritään täyttämään lihasten glykogeenivarastoja ja saamaan täten lihakset näyttämään suuremmilta. Kilpailudieetin aikana hiilihydraattien saanti laskee, koska pyrkimyksenä on käyttää enenevässä määrin rasvaa energianlähteenä. Hiilihydraattien saannin on raportoitu vaihtelevan 3,8–5,0 g/kg vuorokaudessa (Isola 2017). Makroravintoaineiden jakaumat sekä harjoitus- että kilpailukaudella ovat yksilöllisiä ja kokenut urheilija usein tietää itselleen parhaiten sopivan energiaravintoaineiden tarpeen.

3.1.2 Proteiinit

Proteiinit koostuvat aminohappoketjuista ja niin tärkein tehtävä elimistössä on muodostaa kudoksia. Proteiineilla on tärkeä rooli myös mm. elimistön kuljetustehtävissä, veren hyytymisreaktiossa, hormoneina ja kemiallisia prosesseja säätelevinä entsyymeinä. (Iländer 2018. 193.) Proteiinit muodostuvat erimittaisista polypeptidiketjuista, jotka voivat sisältää jopa tuhansia aminohappoja. Polypeptidin aminohappojärjestys määrää proteiinin muodon ja laskostumisen, mikä puolestaan määrittää proteiinin ominaisuudet, tehtävät ja toiminnan. (Guyton & Hall 2006. 852-858.) Yksi gramma proteiinia sisältää energiaa noin 4 kcal (Guyton & Hall 2006. 865.) Tärkeimpiä proteiinin lähteitä ovat mm. liha- ja maitotuotteet sekä kananmuna.

Urheilija tarvitsee proteiinia erityisesti lihasten jatkuvaan uusiutumiseen, sillä se edistää harjoittelussa syntyneiden lihasvaurioiden korjaantumista ja uusien proteiinirakenteiden muodostumista. Veren aminohappopitoisuuden nousu aterian jälkeen toimii laukaisevana tekijänä lihasproteiinin muodostumiselle ja riittävä lihasproteiinitasapaino muuttuu positiiviseksi. Tällöin uutta lihasproteiinia syntyy enemmän kuin jo olemassa olevaa hajoo. (Iländer 2018. 195.) Kulutusta suurempi kokonaisenergiansaanti saattaa kuitenkin olla jopa runsasta proteiinin saantia tärkeämpi tekijä lihaskasvun kannalta (Welle ym. 1989).

Urheilijan proteiinin tarpeen arvioidaan olevan noin 1,2–2,2 grammaa painokiloa kohden silloin, kun urheilijan kokonaisenergiansaanti on riittävää (Helms ym. 2014). Energiavajeessa

proteiinin tarve kasvaa ja korostuu silloin, kun rasvakudosta on niukasti. Dieetin aikaista lihasmassan vähenemistä voi kuitenkin ehkäistä riittävän suurella proteiininsaannilla yhdistettynä voimaharjoitteluun. (Ilander 2018. 197-198.) Painonpudotuksen aikana urheilija voisi hyötyä 2,3–3,1 grammasta proteiinia rasvatonta painokiloa kohden (Murphy 2015). Myös tätäkin korkeampaa proteiininsaantia on ehdotettu esimerkiksi Kerksickin (2018) ym. katsauksessa erityisesti korkeaintensiteettistä voimaharjoittelua ja painonpudotusta tukemaan.

Riittävän proteiininsaannin turvaamiseksi urheilijat täydentävät usein ruokavaliotaan proteiinipitoisilla lisäravinteilla. Hulmin (2015) ym. artikkelissa heraproteiinin nauttiminen voimaharjoittelun jälkeen vähensi keskivartalon rasvaa enemmän kuin proteiinia ja hiilihydraattia sisältävä valmiste. Lihassoiman ja -koon suhteen erilaisten palautumisvalmisteiden välillä ei ollut merkitseviä eroja.

3.1.3 Rasvat

Ravinnon sisältämistä rasvoista suurin osa on triglyseridejä, joiden rasvahappo-osat eroavat toisistaan hiiliketjun pituuden osalta. Hiiliketjun rakenteen mukaan rasvahapot jaotellaan kolmeen ryhmään: tyydyttyneisiin, yksittäistyydyttymättömiin ja monityydyttyneisiin rasvahappoihin. Elimistölle välttämättömiä rasvahappoja alfa-linoleenihappoa (AHA) ja linolihappoa (LA) tarvitaan mm. geenien toiminnan säätelyyn, immunivasteen toimintaan ja solujen väliseen viestintään. Erilaiset ruuat sisältävät tyydyttyneitä ja tyydyttymättömiä rasvahappoja eri suhteissa. Tyydyttyneitä rasvoja saadaan erityisesti lihasta, lihajalosteista ja maitotuotteista, tyydyttymättömiä puolestaan mm. öljyistä, pähkinöistä ja kalasta. Rasva on hyvä energianlähde ja terveyden kannalta erityisen tärkeitä ovat tyydyttymättömät rasvahapot. (Ilander 2014. 229-234.) Yksi gramma rasvaa sisältää energiaa noin 9 kcal (Guyton & Hall 2006. 865.)

Urheilijoiden ravitsemuksessa riittävä rasvojen saanti on tärkeää, sillä alhainen rasvojen saanti on yhteydessä mm. alhaisempaan sukupuolihormonien määrään (Helms ym. 2014). Rasvapitoisemman ruokavalion on todettu ylläpitävän veren testosteronipitoisuutta vähärasvaista paremmin, vaikka urheilija olisi kokonaisenergiansaannin suhteen

energiavajeessa (Kerksick ym. 2018). Samassa katsausartikkelissa urheilijoiden rasvan saantisuositus oli noin 30 E%/vrk, paitsi painonpudotuksen yhteydessä, jolloin saantia voidaan laskea jopa 20 E%:n vuorokaudessa.

3.2 Fitnessurheilijan harjoittelu

Kilpailusuorituksessa fitnessurheilijan vartaloa arvostellaan lihasmassan, kehon alhaisen rasvaprosentin ja symmetrian perusteella kunkin lajin kriteerien mukaisesti (Isola, 2017. 5). Harjoittelu jaetaan kilpailukauteen ja harjoituskauteen ja kilpailukausi käsittää sekä kilpailudieetin että kilpailut. Harjoituskauden tavoitteena on maksimoida lihasmassan määrä hypertrofisella voimaharjoittelulla ja kilpailukaudella ylläpitää se vähentämällä samalla rasvamassan määrää lajikriteerien mukaisesti (Helms 2014, Isola 2017). Kilpailukauden muutokset kehonkoostumuksessa pyritään aikaansaamaan sopivalla dieetillä ja aerobista harjoittelua lisäämällä (Helms 2014).

3.2.1 Fitnessurheilijan voimaharjoittelu

Voimaharjoittelu voidaan jakaa eri voimantuotto-ominaisuuksien mukaan maksimi-, nopeus- ja kesto-voimaharjoitteluun. Maksimivoimaharjoittelu voidaan jakaa edelleen hypertrofiseen ja hermostolliseen harjoitteluun, jolloin hypertrofisella harjoittelulla tarkoitetaan lihasmassan kasvattamiseen tähtäävää voimaharjoittelua (Häkkinen 1990, 203). Voimaharjoittelu sisältää kaikkia eri lihastyötapoja; konsentrista, eksentristä ja isometristä lihastyötä. Isometrisessä työssä lihas supistuu, mutta lihaspituus ei muutu. Konsentrisessä lihastyössä lihas supistuu ja samalla lihaspituus lyhenee. Eksentrisessä työssä lihas niin ikään supistuu mutta lihaspituus kasvaa. (Mäenmäki 2019, 39.) Eri lihastyötavoista suurin voima kyetään tuottamaan eksentrisellä lihastyöllä ja pienin puolestaan konsentrisellä lihastyöllä (Fleck & Kraemer 2014, 2-3). Lihaskasvu on lihaksen supistuvien komponenttien koon kasvua ja solunulkoisen nesteen määrän lisääntymistä (Schoenfeld 2010).

Voimaharjoittelu oikeanlaisen ruokavalion yhdistelmä voi kasvattaa lihasmassaa iästä ja sukupuolesta riippumatta (Schoenfeld 2010). Harjoittelemattomilla henkilöillä lihasten voimataso kasvaa alussa pääasiassa neuraalisten adaptaatioiden kautta (Moritani 1979) ja jopa aerobinen harjoittelu voi edesauttaa lihaskasvua, mikäli harjoittelutaustaa ei ole. Lihaskasvun määrään vaikuttavat mm. ikä, sukupuoli, hormonitoiminta, harjoittelutausta, harjoittelun intensiteetti, tyyppi ja kesto sekä perintötekijät (Schoenfeld 2010). Vähäisen harjoittelutaustan omaavilla kehitys on aluksi nopeaa ja mitä pidempi harjoittelutausta henkilöllä on, sitä haastavampaa muutoksia on aikaansaada (Schoenfeld 2010).

Lihaskoon kasvuun tarvitaan mekaanista kuormitusta, lihassolun aineenvaihdunnallisia muutoksia sekä soluvaurioita, ja näiden aikaansaamiseksi lihaksen täytyy supistua. (Schoenfeld 2010.) Solutasolla voimaharjoittelu vaikuttaa satoihin eri geeneihin kiihdyttämällä lihaskasvua edistäviä ja inhiboivia sitä estäviä tekijöitä (esim. myostatiini) (Ratamess ym. 2009). Tärkein lihassolun kasvua säätelevä signaalintajärjestelmä on mTOR (Saxton 2017). Voimaharjoitus kiihdyttää voimakkaasti proteiinisynteesiä ja proteiinisynteesi säilyy koholla jopa 48 tuntia harjoituksen päätyttyä (Schoenfeld 2016).

Eric Helms ym. kokosivat review-artikkeliinsa vuonna 2014 harjoitteluohjeita kilpailuihin valmistautuvalle fitnessurheilijalle. He suosittelevat periodisaatiota harjoitusohjelman rakentamisessa kunkin lihasryhmän harjoittamista vähintään kaksi kertaa viikossa. Toistoja suositellaan olevan 6-12 kussakin sarjassa ja kuorman 70-80% 1RM:sta. Yhdellä harjoittelukerralla toistoja samalle lihasryhmälle tulee tehdä n. 40-70. Palautumisajan kesto sarjojen välissä on n. 1-3 minuuttia ja tarvittaessa pidempäänkin. (Helms, ym. 2014.) Fitnesslajien urheilijoiden harjoitusohjelmat sisältävät usein kohtuullisia kuormia ja lyhyitä palautusjaksoja, toisin kuin vaikka voimanoistajilla, jotka harjoittelevat suurilla kuormilla ja pitävät pitkiä palautumistaukoja (Schoenfeld 2010). Fitnessurheilijat pyrkivät voimaharjoittelussaan suureen aineenvaihdunnalliseen stressiin lihaskasvun maksimoimiseksi. Urheilijat tekevät myös isometristä voimaharjoittelua lähinnä poseerausharjoittelun muodossa.

3.2.2 Fitnessurheilijan kestävyysharjoittelu

Kestävyyskunto määritellään elimistön kykyä vastustaa väsymystä fyysisen kuormituksen aikana ja tärkeimpiä siihen vaikuttavia tekijöitä ovat hengitys- ja verenkiertoelimistön kunto, lihasten aineenvaihdunta ja hermoston toiminta. Kestävyysharjoittelu voidaan jakaa peruskestävyyteen, vauhtikestävyyteen ja maksimikestävyyteen. Kestävyysharjoittelu parantaa lihasten aerobista aineenvaihduntaa sekä hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa, millä on positiivisia vaikutuksia paitsi fyysiseen suorituskäyttöön, myös terveyteen. (Keskinen, ym. 2004. 51.)

HIIT-harjoittelulla tarkoitetaan lyhyehkön korkeaintensiteettisen anaerobisen ja matalatehoisen aerobisen harjoittelun intervallityyppistä vuorottelua (Trapp 2008). Harjoittelumuoto on ollut viime vuosina lisääntyneen mielenkiinnon kohteena sen suorituskäyttöä edistävien ja rasvamassaa vähentävien tulosten ansiosta. Trapp ym. (2008) havaitsivat että HIIT-harjoittelu vähensi tutkimusjoukon rasvamassaa noin 11 % enemmän kuin pitkäkestoinen aerobinen harjoittelu siitäkin huolimatta, että HIIT-harjoittelun kesto oli puolet pitkäkestoista harjoitusta lyhyempi. Myös hormonimuuttujissa havaittiin positiivisia tuloksia, sillä esimerkiksi insuliinitasot olivat HIIT-ryhmällä merkitsevästi pitkäkestoista ryhmää alhaisemmat harjoittelujakson jälkeen.

Fitnessurheilijat tekevät aerobista harjoittelua maltillisesti, sillä voima- ja kestävyysharjoittelun yhdistämisen on todettu vähentävän lihaskasvua (Wilson ym. 2012). Aerobinen harjoittelu vähentää kuitenkin rasvamassan määrää (Schoenfeld 2010), joten urheilijat lisäävät usein sitä voimaharjoittelun rinnalle kilpailukauden alkaessa. Tavoitteena on tällöin vähentää elimistön rasvamassan määrää kuitenkin säilyttämällä voimaharjoittelulla saavutetun lihasmassan lähes ennallaan. Helms ym. suosittelivat artikkelissaan (2014) lisäämään aerobista harjoittelua harjoitusohjelmaa vain siinä määrin että optimoidaan rasvamassan väheneminen eikä kehota tekemään harjoittelua paastonneena.

3.3 Fitnessurheilijan painon säätely

Kilpailukauden alkaessa fitnessurheilijat aloittavat kilpailudieetin, jonka tarkoituksena on vähentää elimistön rasvamassan määrää samalla ylläpitäen hypertrofiaharjoittelulla saavutetun lihasmassan. Tämä tehdään ruokavalio- ja harjoitusohjelmamuutosten keinoin. Aerobisen harjoittelun määrää tyypillisesti lisätään voimaharjoittelun määrien pysyessä ennallaan. (Isola 2017.) Aerobisella harjoittelulla pyritään lisäämään energiankulutusta ja vähentämään ennen kaikkea rasvamassan määrää. Kestävyysharjoittelu koostuu sekä pitkäkestoisesta matalaintensiteettisestä aerobisesta harjoittelusta että HIIT-tyyppisestä korkeaintensiteettisestä intervalliharjoittelusta. (Helms, ym. 2014.)

Voimaharjoittelua jatketaan myös kilpailudieetin aikana, sillä tavoitteena on ylläpitää saavutetun lihasmassan määrää ja lepoenergiankulutus mahdollisimman korkeana. Voimaharjoittelun on todettu lisäävään energiankulutusta harjoittelun jälkeen (Haddock ym. 2006) ja lihaksen energiankulutus on rasvakudosta suurempaa. Millerin (2013) ym. katsausartikkelissa todettiin yhteenvetona, että voimaharjoittelun ja energiavajeen yhdistelmä vaikuttaa positiivisemmin kehonkoostumukseen kuin pelkkä energiavaje. Aerobisen harjoittelun ja voimaharjoittelun yhdistelmän positiivisesta vaikutuksesta painonpudotukseen ovat raportoineet mm. Kraemer ym. (1995). Dieetin aikaisen voimaharjoittelun todettiin ehkäisevän lihasmassan menetystä verrattuna pelkkään ruokavaliointerventioon ylipainoisilla koehenkilöillä.

Suuren energiavajeen ongelma on tyypillisesti se, että iso osa painon laskusta aiheutuu rasvattoman massan pienenemisestä. Painonpudotusnopeudeksi suositellaankin siksi maltillista noin 500 gramman viikoittaista pudottamista, jotta energiansaanti pysyy riittävänä lihasmassan ylläpysymiseksi. (Helms ym. 2014.) Jotta laihtuminen jatkuisi, täytyy päivittäinen energiansaanti sopeuttaa saavutettuun painoon. Kevyemmän kehon lepoaineenvaihdunta on pienempi ja sen liikuttelu kuluttaa vähemmän energiaa. Tässäkin on havaittu suurta yksilöllistä vaihtelua, sillä yksilöiden väliset aineenvaihdunnan adaptaatiot vaihtelevat. (Hall ym. 2012.) Fitnessurheilijan painonpudotus on onnistuneimmillaan silloin, kun rasvamassaa saadaan pudotettua toivottu määrä lihasmassan siitä kärsimättä. Tämä

onnistuu parhaiten voimaharjoittelun, maltillisen energiavajeen ja laadukkaan proteiinipitoisen ruokavalion yhdistelmällä (Isola 2017).

4 RUOKAHALUN HORMONAALINEN SÄÄTELYJÄRJESTELMÄ

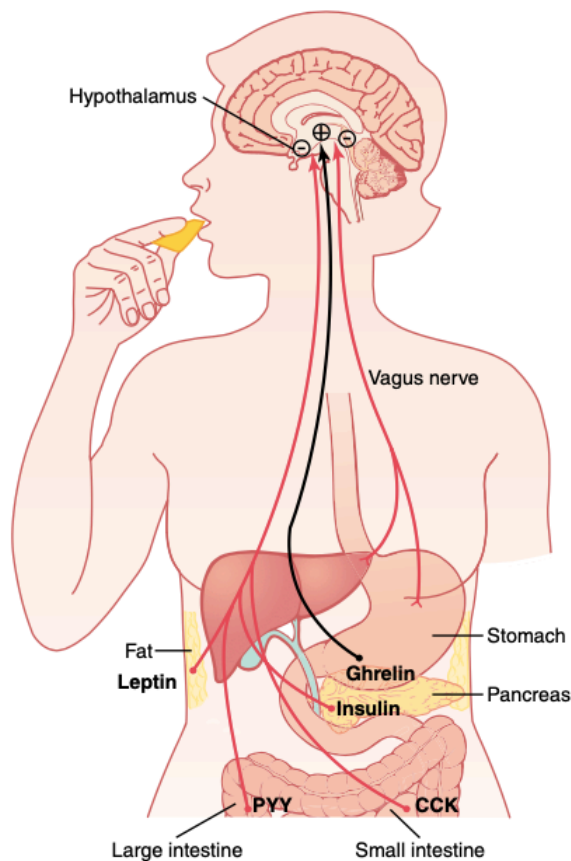
Elimistö tarvitsee kaikkiin toimintoihinsa energiaa, jota saadaan ravinnon hiilihydraateista, proteiineista ja rasvasta. Ylimääräinen energia varastoidaan mm. rasvakudokseen, maksaan ja lihaksiin myöhempää käyttöä varten. Riittävä ja monipuolinen ravinnonsaanti on tärkeää terveyden ja hyvinvoinnin kannalta, mutta mikäli ravinnonsaanti toistuvasti ylittää energiankulutuksen, rasvamassan määrä kasvaa ja ihminen lihoo. (Guyton ym. 2004. 865.)

Klassisen ihmisfysiologisen käsityksen mukaan ihmisen elimistö pyrkii kaikissa toiminnoissaan tasapainotilaan, homeostaasiin (Guyton ym. 2004. 3-9). Energiavaje horjuttaa tätä tasapainotilaa aikaansaaden nälän tunteen ja energiantarpeen täytyttyä ruokailun myötä nälän tunne ja ruokahalu väliaikaisesti sammuvat. Uusimmat tutkimukset paitsi tukevat tätä teoriaa, osoittavat myös, että ruokahalun säätelyprosessi on monimutkaisempi kuin aikaisemmin on luultu (Vineet ym. 2018, Sternson ym. 2017).

Keskushermosto saa ruokahalua koskevaa informaatiota muualta elimistöstä usean mekanismin kautta, joista tärkeimpiä ovat rasvakudoksesta, ruuansulatuskanavasta ja haimasta tulevat signaalit (Stanley ym. 2005). Ne voidaan karkeasti jaotella lyhytaikaiseen ja pitkäaikaiseen säätelyjärjestelmään. Nopeaa vastetta kuvaa esimerkiksi greliinihormonin pitoisuus verenkierrrossa, joka nousee, kun mahalaukku on tyhjä ja laskee nopeasti aterian jälkeen. Pitkäaikaisemmasta säätelystä esimerkkinä on rasvakudoksen erittämä kylläisyyden tunnetta lisäävä leptiini, jonka pitoisuus verenkierrrossa kasvaa rasvakudoksen lisääntymisen myötä. Verenkierrrossa kiertävät hormonit pystyvät ylittämään veri-aivoesteen ja vaikuttamaan siten ruokahalua ja kylläisyyttä aistivilla aivoalueilla. (Guyton ym. 2004. 868-872.)

Keskushermoston tasolla ruokahalun säätely voidaan jakaa kolmeen mekanismiin, jotka toimivat osittain yhtäaikaisesti. Sternsonin ym. review-artikkelissa vuodelta 2017 ruokahalun sentraaliset säätelymekanismit jaettiin ruuan etsimiseen tähtääviin mekanismeihin (AGRP-neuronit, agouti-related protein), mielihyvän ja maittavuuden tunnetta käsitteleviin mekanismeihin (LH-neuronit, lateraalinen hypothalamus) sekä täyteen ja kylläisyyden tunteen mekanismeihin (PBN^{CGRP}-neuronit, calcitonin gene-related peptide

parabrachiaalisessa tumakkeessa). Nämä neuronit vastaavat hormonien välittämiin viesteihin aivoissa (Guyton ym. 2004. 868.) Keskeisin nälän ja ruokahalun aistimiseen ja säätelyyn liittyvä aivoalue on hypothalamus, erityisesti sen lateraalinen ja ventromediaalinen tumake (Guyton ym. 2004. 867.) Lateraalinen tumake aistii nälkää ja sen keinotekoinen stimulointi saa kohteen syömään ylenmäärin ruokaa. Ventromediaalinen tumake aistii erityisesti kylläisyyttä ja sen aktivoituessa ihminen aistii mielihyvää ja kylläisyyden tunnetta. (Guyton ym. 2004. 867-868.) Muita ruokahalun säätelyyn osallistuvia aivoalueita ovat mm. prefrontaalinen korteksi, talamus sekä aivosaaari (Insular Cortex) (Vineet ym. 2018). Sentraalisista mekanismeista iso osa on saatu tutkimusten avulla selvitettyä, mutta paljon on vielä selvittämättä ja niistä riittää tutkimusaiheita pitkälle tulevaisuuteen.



KUVA 1. Ruokahalun hormonaalinen säätelyjärjestelmä. Mahalaukusta erittyvä greliini lisää nälän tunnetta erityisesti paaston yhteydessä. Rasvakudoksesta erittyvä leptiini hillitsee nälkää ja sen vaikutus lisääntyy rasvakudoksen määrän lisääntyessä.

4.1 Leptiini

Leptiini on peptidihormoni, jota erittyy verenkiertoon rasvakudoksen adiposyyteistä eli rasvasoluista. Rasvakudoksen massan lisääntyessä leptiiniä erittyy enemmän ja mikäli massa pienenee, erittyy leptiiniä vähemmän. (Guyton ym. 2004. 871.) Leptiini kulkeutuu veri-aivoesteen läpi hypotalamukseen, jossa se inhiboi ruokahalua lisääviä mekanismeja (Tortora ym. 2006. 979). Leptiinin määrän lisääntyminen lisää siis kylläisyyden tunnetta ja vähentää ruokahalua. Pitoisuuden lasku hypotalamuksessa vapauttaa neuropeptidi Y:tä, joka stimuloi ruokahalun lisääntymistä (Tortora ym. 2006. 979).

Ylipainon ollessa jatkuvasti yleistävä kansainvälinen ongelma, on mielenkiinto leptiiniä kohtaan luonnollisesti myös suurta. Vaikka leptiinipitoisuus veressä nousee samassa suhteessa rasvamassan määrän kanssa, se ei voimakkaasti ylipainoisilla kuitenkaan tarkoita koettua kylläisyyttä (Schluz ym. 2011). Tätä ilmiötä on selitetty nk. leptiiniresistenssillä, jossa solujen signaalointireitit hypotalamuksessa ovat häiriintyneet (Schluz ym. 2011). Schulzin tutkimusryhmä testasi tutkimuksessaan intranasaalisen leptiinisuihkeen vaikutuksia normaali- ja ylipainoisilla rotilla ja tulokset olivat ylipainon suhteen positiiviset. Sovellutukset ihmisille on hyväksytty ainakin USA:ssa ja Japanissa (Farr ym. 2015.) Leptiiniresistenssi on ilmiönä huonosti tunnettu ja selittää osin ristiriitaiset tulokset leptiinin käytöstä ylipainon hoidossa. Zhao ym. totesivat artikkelissaan elimistön reagoivan erityisesti leptiinitason muutokseen eikä niinkään sen pysyvään pitoisuuteen verenkierrossa (Zhao ym. 2019). Harvinaisen geenimutaation seurauksena on ihmisillä havaittu täydellistä leptiininpuutostilaa, jolloin leptiinikorvaushoito on hyvin perusteltua (Gruzdeva ym. 2019). Naisilla leptiinitasot ovat miehiä korkeammat, oli rasvakudosta kuinka paljon tahansa (Jéquier 2002).

4.2 Greliini

Greliini on pääasiassa mahalaukun limakalvolta erittyvä peptidihormoni, joka on ainoa tunnettu ruokahalua lisäävä hormoni (Cummings 2006, Wren ym. 2001). Se lisää myös mahalaukun tyhjentymistä ja ruokahalua stimuloimalla aikaansaa elimistöön anabolisen tilan. Veren greliinipitoisuus nousee paaston aikana ja putoaa nopeasti aterian jälkeen, kun

kylläisyys on saavutettu. (Guyton ym. 2004. 870.) Greliinin on koeasetelmissa todettu lisäävän ruokahalua ja syödyn ruuan määrää, vaikka kaikki aisteihin ja emootioihin liittyvät vihjeet, kuten tuoksut, kellonaika ja ruuan näkeminen, on suljettu pois (Cummings ym. 2004). Normaalista suurempina annoksina se lisää täten myös ylipainon esiintyvyyttä.

Greliiniä esiintyy elimistössä mm. asyloituneessa ja asyloimattomassa muodossa, joista vain asyloituneella greliinillä on havaittu aineenvaihdunnallista aktiiviteettia (Broglia ym. 2003). Siksi sitä kutsutaan toisinaan myös ”aktiiviseksi greliiniksi”. Seerumin kokonaisgreliinipitoisuus korreloi hyvin asyloidun greliinin pitoisuuden kanssa, vaikka asyloidun greliinin osuus kokonaispitoisuudesta on n. 3,2-8,4% (Marzullo ym. 2004). Asyloimattoman greliinin merkitys on todennettu esimerkiksi luuytimen adipogeesissä, insuliiniherkkyyden säätelyssä ja solujen apoptoosia vähentävänä tekijänä (Pöykkö 2005. 22-23).

Seerumin greliinipitoisuus on matalimmillaan noin tunnin kuluttua aterian päättymisestä ja kohoaa jälleen mahalaukun tyhjentymässä. Lapsilla ja ylipainoisilla henkilöillä ei kuitenkaan esiinny vastaavaa greliinitason aterianjälkeistä laskua ja ylipainoisilla veren greliinitaso on jatkuvasti matalampi (Pöykkö 2005. 25). Sukupuolten välisistä eroista greliinipitoisuuksissa on saatu ristiriitaisia tuloksia. Heikkoa näyttöä on havaittu sen puolesta, että greliinitasot olisivat naisilla miehiä korkeampia ja myös kuukautiskierron vaiheella on tähän merkitystä (Barkan ym. 2003). Seerumin greliinitasojen tiedetään nousevan kehon painon laskiessa alipainoiseksi (BMI<18,5) ja esimerkiksi anorexia nervosa -potilailla tasojen todettiin palautuvan painon noustessa normaalipainon puolelle (Otto ym. 2001).

4.3 Painonpudotuksen vaikutus ruokahalun säätelyyn

Kehonkoostumuksen muuttuessa painonvaihtelun myötä myös seerumin hormonipitoisuuksissa voidaan olettaa tapahtuvan muutoksia. Teoriassa esimerkiksi leptiinipitoisuuden tulisi vähentyä rasvamassan vähenemisen myötä. Hormonipitoisuuksien

muutoksia on tutkittu erityisesti ylipainoisten henkilöiden dieettien yhteydessä, onhan aihe myös kansanterveydellisistä syistä merkityksellinen.

Sumitran ym. (2011) todensivat tutkimuksessaan mm. merkittävän leptiini- ja peptidi-YY-tason laskun ylipainoisten laihduttua keskimäärin n. 13,5% painostaan. Vastaavasti greliinitaso nousi painonpudotuksen myötä. Nämä muutokset eivät palautuneet vuoden seurantajakson aikana, millä saattaa olla merkitystä saavutetun painon ylläpysymisessä. Vastaavanlaisia tuloksia oli havainnut myös Hayes ym. (2006) tutkimuksessa, jossa havainnoitiin vähähiilihydraattisen ruokavalion vaikutuksia hormonaalisiin muuttujiin. Painonpudotus ja saavutetun painon ylläpito tehtiin South Beach-dieetin keinoin. Cummings ym. (2002) tutkivat greliinitasojen muutoksia ruokavalioon perustuvan dieetin sekä vatsalaukun ohitusleikkauksen jälkeen. He totesivat plasman greliinipitoisuuden nousevan dieetin jälkeen, mikä on yhteneväistä useiden muiden tutkimustulosten kanssa. Vatsalaukun ohitusleikatuilla henkilöillä greliinitasot jäivät pysyvästi viitearvojen alapuolelle muuttuneesta anatomiasta johtuen.

Normaalipainoisten henkilöiden painonpudotuksen vaikutuksista on saatavilla hyvin niukalti tutkimusdataa. Hulmi ym. (2017) tutkivat naisfitnessurheilijoita kilpailudieetillä ja palautumisjaksolla kilpailun jälkeen. Tässä tutkimuksessa seerumin leptiinitaso laski kilpailijoilla suhteessa kontrolleihin dieetin aikana, mutta palautui palautumisjaksolla lähtötasolle. Vastaavaa informaatiota olisi hyvä saada myös miehiä koskien, koskettaahan painon säätely paitsi useita urheilulajeja niin myös tavallisten kuntoilijoiden terveyttä ja hyvinvointia.

5 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESEIT

1. Onko fitnesskilpailudieetillä vaikutusta ruokahalua säätelevien leptiini- ja greliinihormonien pitoisuuksiin?

Hypoteesi: Leptiini- ja greliinihormonien pitoisuudet seerumissa muuttuvat dieetin aikana.

Hypoteesin perustelut: Kehonkoostumuksen muutoksilla on tutkimusten mukaan vaikutusta ruokahalun hormonaaliseen säätelyyn. Tutkimuksissa leptiinitasot ovat laskeneet rasvakudoksen vähenemisen myötä ja greliinitasot kohonneet ruokamäärien säännöstelystä johtuen. (Morante ym. 2020, Otto B, ym. 2001, Cummings D. ym. 2002.)

2. Palautuvatko mahdolliset muutokset leptiini- ja greliinipitoisuuksissa palautumisvaiheen aikana lähtötasolle?

Hypoteesi: Muutokset leptiini- ja greliinipitoisuuksissa palautuvat palautumisjaksolla lähelle lähtötasoa.

Hypoteesin perustelut: Rossow'n ym. tapaustutkimuksessa vuodelta 2013 kehonrakentajamiehen leptiini- ja greliinipitoisuudet muuttuivat merkitsevästi kilpailudieetin aikana ja palautuivat kuuden viikon kuluessa lähes samalle tasolle kuin olivat olleet kuusi viikkoa ennen kilpailua. Myös Hulmin ym. naisfitnessurheilijoita koskevassa tutkimuksessa (2017) leptiinitaso palautui lähes lähtötasolle seurantajakson aikana.

3. Korreloiko kilpailudieetin aikainen muutos kehonkoostumuksessa ruokahalua säätelevien hormonien muutoksen kanssa?

Hypoteesi: Kehon rasvapitoisuuden laskiessa leptiinin määrä laskee ja greliinin nousee.

Hypoteesin perustelut: Seerumin leptiinipitoisuuden on todettu korreloivan rasvakudoksen määrän kanssa (Guyton ym. 2004, Schluz ym. 2011), sillä leptiiniä erittyy elimistön rasvakudoksen adiposyyteistä. Seerumin greliinipitoisuuden on havaittu lisääntyvän painonpudotuksen myötä (Cummings D. ym. 2002, Sumitran ym. 2011), kun painonpudotus on tehty ruokavalion avulla.

4. Onko mahdollisissa leptiini- ja greliinitasojen muutoksissa tai niiden palautumisessa eroa miesten ja naisten välillä?

Hypoteesi: Sekä muutoksissa että niiden palautumisessa on sukupuolten välisiä eroja.

Hypoteesin perustelut: Leptiinipitoisuuksissa on todettu huomattavia eroja sukupuolten välillä naisten arvojen ollessa selvästi miesten arvoja korkeammat (Jéquier 2002). Määrät eivät korreloi henkilön painon kanssa vaan antropometristen mittausten, kuten vyötärönympäryksen, lantio-vyötärösuhteen tai rasvakuodoksen määrän kanssa (Jéquier ym. 1999.).

6 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

Tämä tutkimus on osa isompaa *Kehonrakennus- ja fitnesslajien kilpailemisen vaikutus kehon koostumukseen, hermolihaskäytännön suorituskykyyn, fysiologisiin ja psyykkisiin tekijöihin* -tutkimusta, joka toteutettiin käytännössä vuosien 2019 ja 2020 aikana. Tutkittavat rekrytoitiin Jyväskylän yliopiston ja Suomen Fitnessurheilu ry:n tiedotuskanavien ja sosiaalisen median kautta. Kaikille tutkimukseen mukaan haluaville lähetettiin kyselylomake, jonka perusteella arvottiin tutkimukseen osallistujat. Tutkimukseen valikoituneille lähetettiin tiedote asiasta sekä pyyntö saapua alkumittauksiin tietynä ajankohtana. Vasta alkumittaukset suorittaneet tutkittavat laskettiin mukaan tutkimukseen.

Tutkimukseen osallistuvilta vaadittiin vähintään kahden vuoden säännöllinen kuntosaliharjoittelukokemus. Heiltä edellytettiin saapumista kolmeen eri mittaustapahtumaan Jyväskylän yliopiston Liikuntabiologian laboratoriolle ja toimimaan mittauksia edeltävästi annettujen valmistautumisohjeiden mukaan. Tutkittavat raportoivat kirjallisesti ruokavalio- ja harjoitusohjelmistaan koko tutkimuksen keston ajan. Tutkittavien tuli olla perusterveitä, omata terveelliset elämäntavat ja heidän tuli olla 18-40-vuotiaita. Heillä ei saanut olla lääkitystä vaativaa masennusta, muuta psyykkistä sairautta eikä edeltävän vuoden aikana diagnosoitua syömishäiriötä. Kilpailuun osallistuvilta tutkittavilta edellytettiin voimassa olevaa Suomen Fitnessurheilu ry:n kilpailulisenssiä sekä antidopingsopimusta. Kilpailudieetti sai alkaa aikaisintaan samalla viikolla alkumittausten kanssa.

6.1 Tutkittavat

Tutkimukseen valikoituneet olivat mittausten alkaessa 22-40-vuotiaita miehiä ja naisia ja heidän taustamuuttujansa on esitetty taulukossa 1. Keväällä 2020 vallinneen koronavirusepidemian vuoksi kaikkien tutkittavien loppumittauksia ei pystytty järjestämään. Kaikki kolme mittauskertaa läpikäyneitä kilpailijoita oli 7 miestä ja 8 naista. Kuudelle kilpailuryhmän miehelle ja neljälle kilpailuryhmän naiselle ei voitu suorittaa loppumittauksia

vallitsevan tilanteen vuoksi. Kolme mittauskertaa suorittaneita kontrolliryhmäläisiä oli 8 miestä ja 6 naista. Kahden miehen ja viiden naisen loppumittaukset jäivät epidemiatilanteen vuoksi tekemättä. Tutkimuksen kesken jättäneitä oli 4 kilpailijaa ja 9 kontrollihenkilöä.

TAULUKKO 1. Tutkittavien taustamuuttujat.

Taustamuuttujat	Miehet			Naiset		
	Kilpailijat	Kontrollit	P-arvo ¹	Kilpailijat	Kontrollit	p-arvo ¹
Ikä (vuosi)	28,6 (±5,9)	31 (±4,6)	0,34	28,1 (±4,6)	27,9 (±5,7)	0,81
Pituus (cm)	180,3	179,4	0,46	168,1	165,4	0,12
Paino (kg)	91,1 (±9,6)	85,3 (±5,8)	0,07	69,1 (±7,3)	63,6 (±5,4)	0,01

¹ Ryhmien väliset erot testattu riippuvien otosten t-testillä. Arvot ovat keskiarvoja ja suluissa keskihajonta

6.2 Tutkimusasetelma

Tutkimukseen sisältyi kolme mittauskertaa Jyväskylässä sekä useita kotona täytettäviä kyselylomakkeita mm. ravitsemusta ja terveyttä koskien. Mittauspäivät olivat rakenteeltaan joka kerralla samanlaisia. Tutkittavat saapuivat paastonneena verinäytteenottoon ja jatkoivat siitä InBody- ja DXA-kehonkoostumusmittauksiin. Näitä seurasi useita aineenvaihduntaan ja suorituskykyyn liittyviä mittauspisteitä ja välissä tutkittavat saivat nauttia proteiinipitoista aamupalaa. Yli 50 kilometrin päässä asuvat tutkittavat majoittuivat hotellissa Jyväskylässä, josta heidät noudettiin autolla laboratoriolle. Fyysistä aktiivisuutta toivottiin aamulla vältettävän.

Ensimmäinen mittauskerta toteutettiin ennen kuin kilpailijat aloittivat dieetin huhtikuussa 2019. Toinen mittaus ajoittui syys- ja lokakuulle 2019, Fitness Expo-tapahtumassa pidettyjen fitnessurheilun SM-kilpailujen yhteyteen ja loppumittaukset palautumisvaiheeseen maaliskuulle 2020.

6.3 Verinäytteet

Tutkittavilta otettiin paastoverinäytteet kyynärvarren laskimosta Liikuntabiologian laitoksen laboratoriossa. Näytteenotto tapahtui ensimmäisenä tutkittavan saavuttua paikalle ja sijoittui jokaisella kerralla klo 7-9 välille. Näytteenottoon tuli saapua 10 tuntia paastonneena. Aamulla sai juoda alle 5 dl vettä, mutta kofeiinia ja nikotiinia tuli välttää. Edeltävänä päivänä ei saanut nauttia alkoholia ja kovasta fyysisestä treenaamisesta tuli pidättäytyä kaksi vuorokautta ennen tutkimusta.

Verinäytteen ottamisen suoritti koulutettu näytteenottaja, joka huolehti myös näytteiden käsittelystä ja analysoinnista. Näytteet sentrifugoitiin ja pakastettiin heti niiden ottamisen jälkeen, kun seerumi oli hyytynyt. Leptiini- ja greliinipitoisuudet mitattiin seerumista Dynex Technologiesin DS2 automaattisella ELISA-laitteella käyttäen BioVendorin kittejä (leptiini: Human Leptin ELISA, greliini: Human Unacylated Ghrelin Express ELISA).

6.4 Kehonkoostumuksen mittaaminen

Tutkittavien kehonkoostumusta mitattiin DXA (Dual X-Ray Absorptiometry) -laitteella (Lunar Prodigy Advance, GE Medical Systems -Lunar, Madison WI USA). DXA on kehonkoostumusta mittaava laite, jonka toiminta perustuu röntgensäteiden vaimenemiseen niiden läpäistessä erilaisia kudoksia (Stepherd ym. 2017). DXA-mittaukset suoritettiin aamulla verinäytteenoton jälkeen aamupaastossa. Mitattavaa henkilöä pyydettiin riisuutumaan alusvaatteille ja korut, kellot sekä silmälasit poistettiin. Mittauksen ajan tutkittava makasi selinmakuulla mittausalustan päällä ja mittausasento oli vakioitu. Mittausasento on nähtävillä kuvassa 2. Osa isokokoisimmista miestutkittavista ei mahtunut kokonaan mittausalustalla olevalle mittausalueelle, joten kaikki koehenkilöt mitattiin siten, että vasen ylä- ja alaraaja jätettiin mittausalueen ulkopuolelle. DXA-laitteen ohjelma ekstrapoloi kuvista puuttuvien raajojen arvot kuvassa näkyvien raajojen avulla. Mittauksen kesto oli noin 6-10 minuuttia henkilön koosta riippuen. Tämän ajan tutkittavan tuli maata paikoillaan puhumatta ja liikkumatta. Tulosten käsittelyvaiheessa kaikki kuvat tarkastettiin, ettei mikään ruumiinosa jäisi tarpeettomasti mittausalueen ulkopuolelle.



KUVA 2. Tutkittava DXA-mittauksessa. (Kuva: Heidi Sompa)

Kehonkoostumusta mitattiin myös InBody770-bioimpedanssilaitteella (kuva 3), joka perustuu kehonkoostumuksen arvioimiseen elimistön sähkönjohtavuuden mittaamisella. Tutkittava seiso i mittausantureiden päällä ja piti kiinni elektrodeista. Vaatteiden paino oli minimoitu riisuutumalla alusvaatteille ja metalliesineet (kello, korut ym.) oli poistettu. Jalkapohjat puhdistettiin desinfiointiaineella ennen mittausalustalle astumista. InBody-mittauksen kesto oli noin 2 minuuttia ja laite antoi automaattisesti toimintaohjeet tutkittavalle. Tulokset tulostuivat paperille, jonka tutkittava sai ottaa itselleen.



KUVA 3. Tutkittava InBody-mittauksessa. (Kuva: Heidi Sompa)

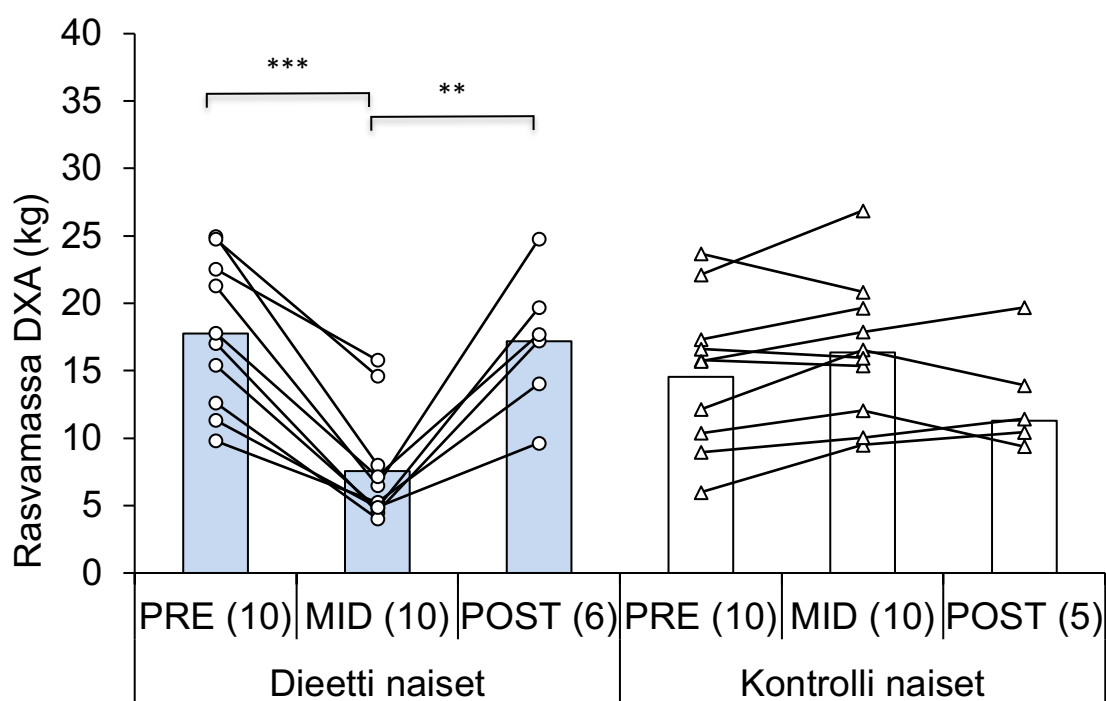
6.5 Tilastolliset menetelmät

Tulosten analysoinnissa käytettiin Microsoft Excel for Mac -taulukkolaskentaohjelmaa (versio 16.43) ja IBM SPSS Statistics -tilastolaskentaohjelmaa (versio 27.0.0). Muuttujien keskiarvot, keskihajonnat ja riippuvien otosten t-testit laskettiin käyttämällä Excel-ohjelmaa. Muihin tilastollisiin analyysiin käytettiin SPSS-ohjelmaa.

7 TULOKSET

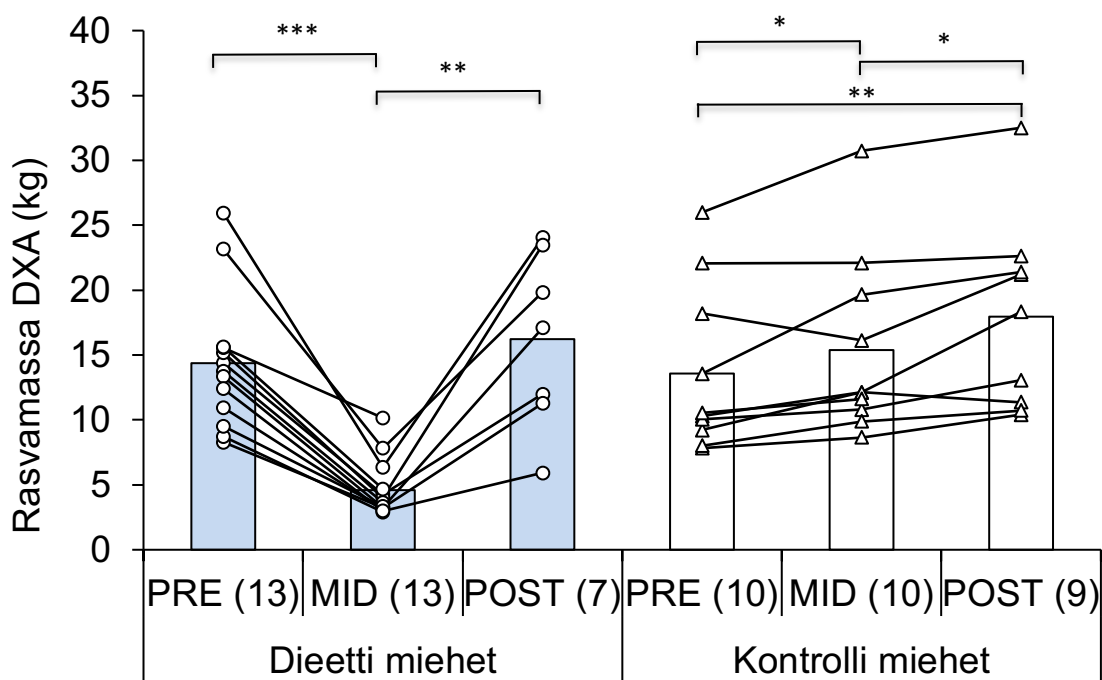
7.1 Kehonkoostumus

Rasvamassa. Sekä mies- että naiskilpailijoiden rasvamassan määrä laski erittäin merkitsevästi kilpailudieetin aikana ($p < 0,001$). Palautumisjakson aikana molempien kilpailijaryhmien rasvamassa palautui lähtötasolle ja väli- ja loppumittausten välillä rasvamassan muutoksessa havaittiin merkitsevä ero ($p < 0,01$). Kontrolliryhmään kuuluneiden miesten rasvamassa sen sijaan kasvoi hieman ($p < 0,05$) sekä alku- ja välimittausten, että väli- ja loppumittausten välillä. Naisten kontrolliryhmässä ei havaittu merkitseviä muutoksia rasvamassan määrässä tutkimuksen aikana, vaikka yksilöllistä vaihtelua toki esiintyi. Kuvissa 4 ja 5 on esitelty rasvamassan määrän muutos tutkimuksen eri mittauspisteissä DXA-mittausta käyttäen.



KUVA 4. Naisten rasvamassan määrän muutokset. Kilpailijaryhmä on esitetty vasemmalla ja kontrolliryhmä oikealla. Sulkeissa otoskoko (n) ja pylvään korkeus on mediaani. Mittaustulokset on testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien

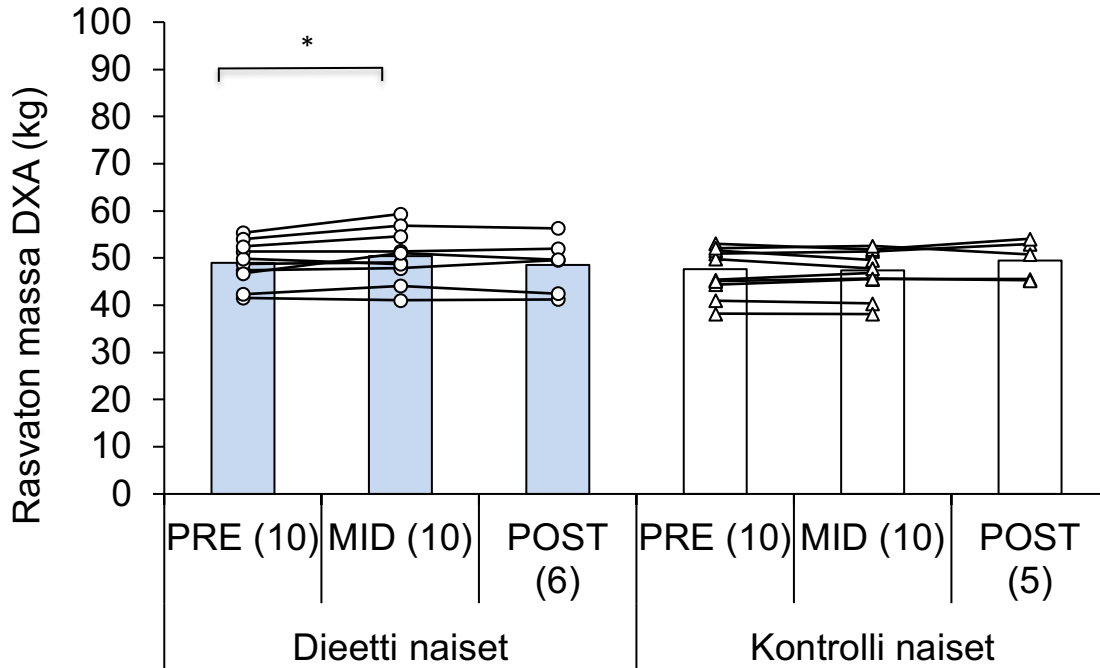
välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ryhmien välillä.



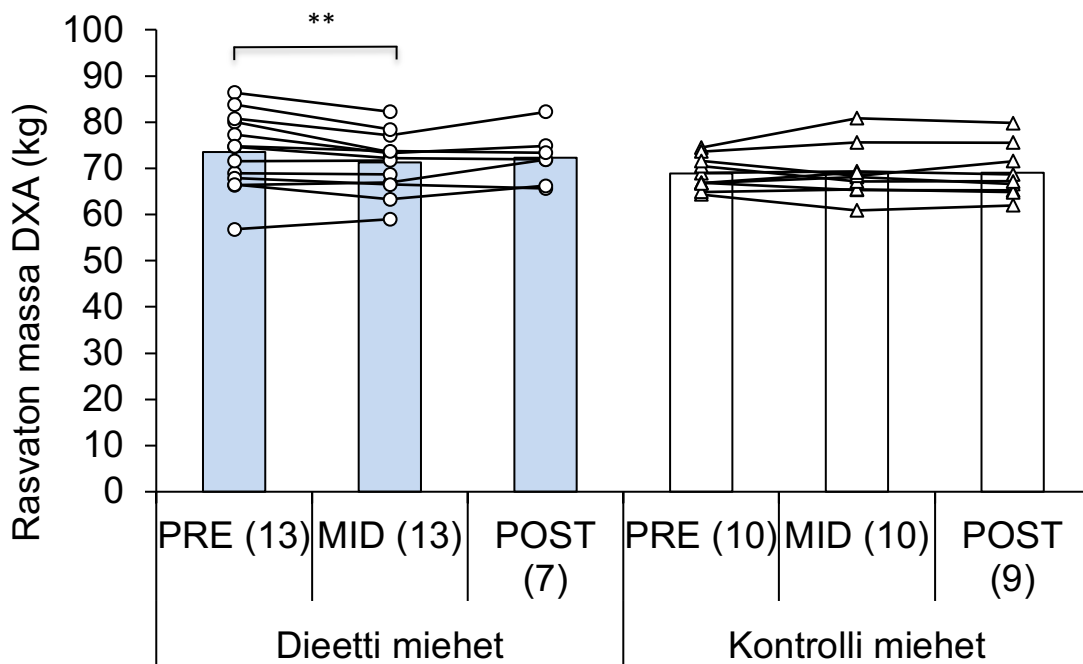
KUVA 5. Miesten rasvamassan määrän muutokset. Kilpailijaryhmä on esitetty vasemmalla ja kontrolliryhmä oikealla. Sulkeissa otoskoko (n) ja pylvään korkeus on mediaani. Mittaustulokset on testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ryhmien välillä.

Rasvaton kehonpaino. Mieskilpailijoiden rasvaton kehonpaino laski merkitsevästi ($p < 0,01$) kilpailudieetin aikana. Naiskilpailijoiden rasvattoman kehonpainon havaittiin puolestaan nousseen merkitsevästi ($p < 0,05$) alku- ja välimittausten välisenä aikana. Kontrolliryhmien rasvattomassa kehonpainossa ei havaittu merkitseviä muutoksia tutkimuksen aikana. Kuvissa

6 ja 7 on esitetty rasvattoman kehonpainon (lean body mass) määrä tutkimuksen eri mittauspisteissä DXA:lla mitattuna.



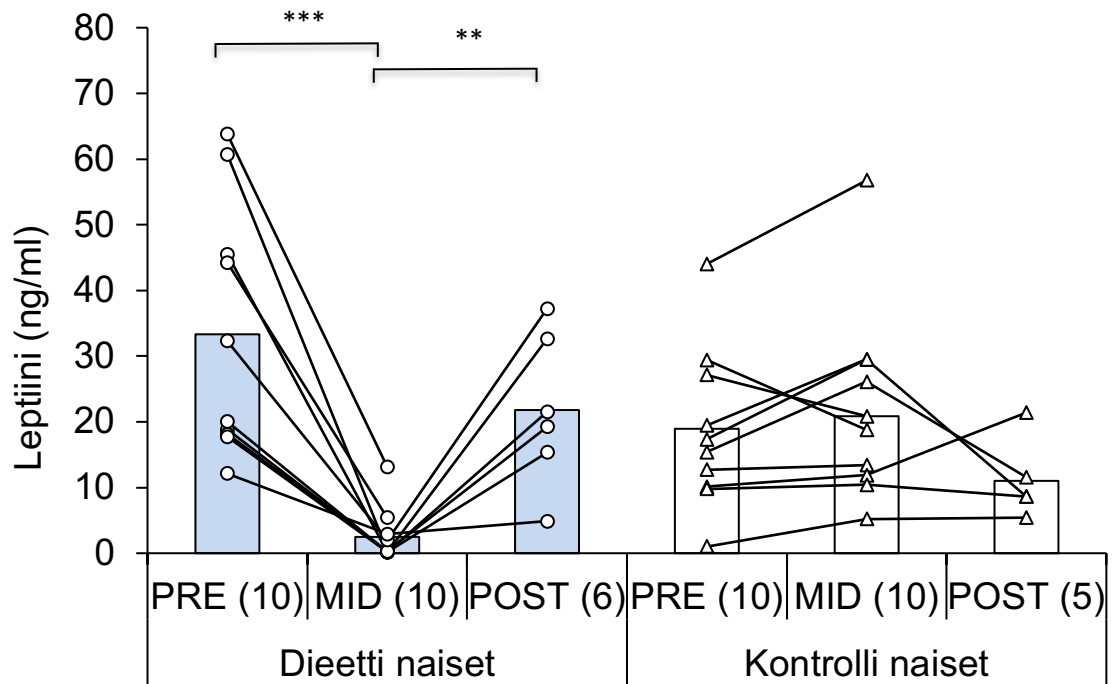
KUVA 6. Naisten rasvattoman kehonpainon muutokset. Kilpailijaryhmä on esitetty vasemmalla ja kontrolliryhmä oikealla. Sulkeissa otoskoko (n) ja pylvään korkeus on mediaani. Mittaustulokset on testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ryhmien välillä.



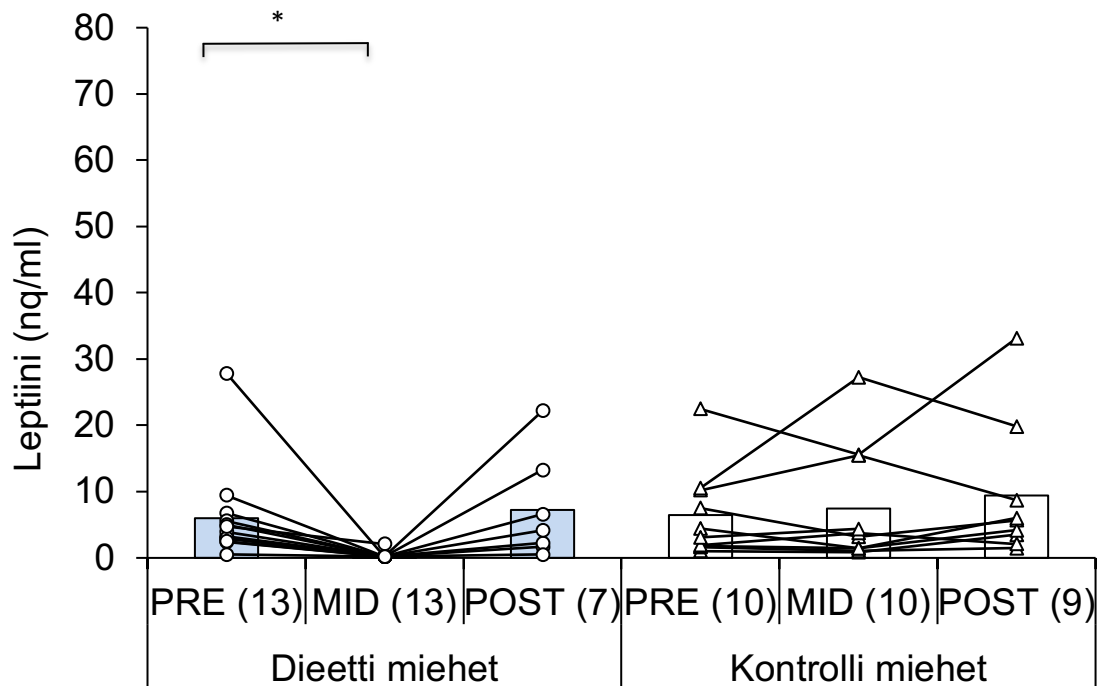
KUVA 7. Miesten rasvattoman kehonpainon muutokset. Kilpailijaryhmä on esitetty vasemmalla ja kontrolliryhmä oikealla. Sulkeissa otoskoko (n) ja pylvään korkeus on mediaani. Mittaustulokset on testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien välillä t-testillä (Holm-Bonferronin korjauskerroin). * $p < 0,05$ tilastollisesti merkitsevä ero; ** $p < 0,01$ tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä; *** $p < 0,001$ tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ryhmien välillä.

7.2 Ruokahalua säätelevät hormonit

Leptiini. Kilpailuryhmän naisilla seerumin leptiinitasot laskivat erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$) dieetin aikana ja kohosivat palautumisvaiheessa merkitsevästi ($p < 0,01$). Alku- ja loppumittausten välillä kilpailijanaisten seerumin leptiinitasoissa ei havaittu merkitsevää eroa. Kilpailijamiesten leptiinitaso laski merkitsevästi kilpailudieetin aikana ($p < 0,05$). Kummassakaan kontrolliryhmissä merkitseviä muutoksia ei havaittu. Kuvissa 8 ja 9 on esitelty leptiinihormonin pitoisuudet seerumissa tutkimuksen eri vaiheissa.

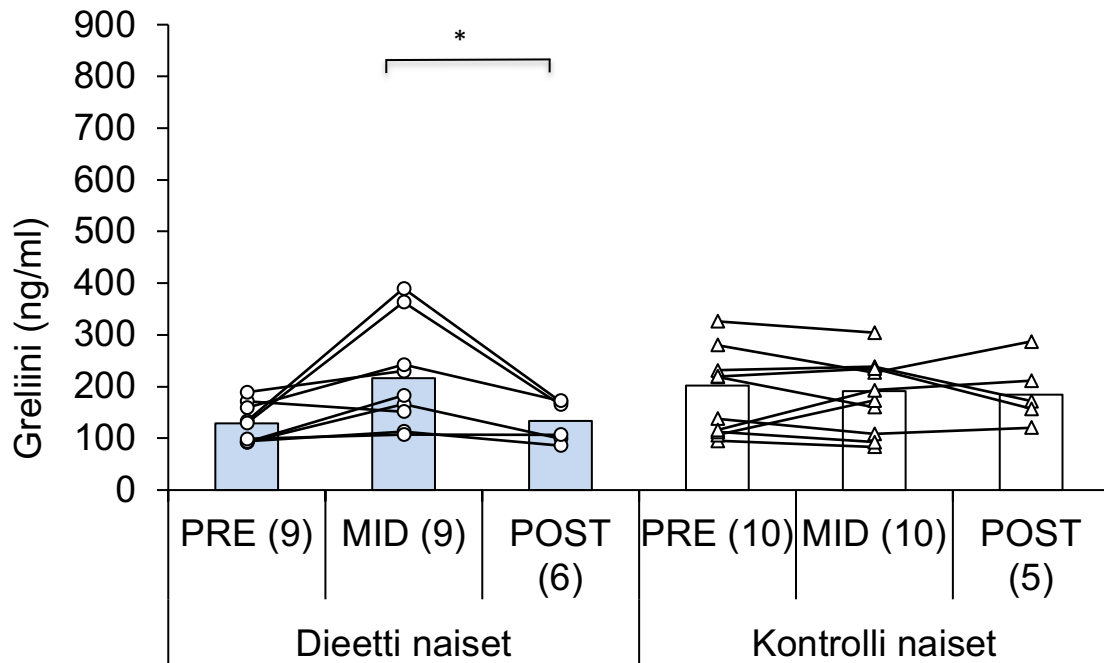


KUVA 8. Leptiinihormonin pitoisuuden muutokset seerumissa naisilla. Kilpailijaryhmä on esitetty vasemmalla ja kontrolliryhmä oikealla. Sulkeissa otoskoko (n) ja pylvään korkeus on mediaani. Mittaustulokset on testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutosprosentit ryhmien välillä t-testillä (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.

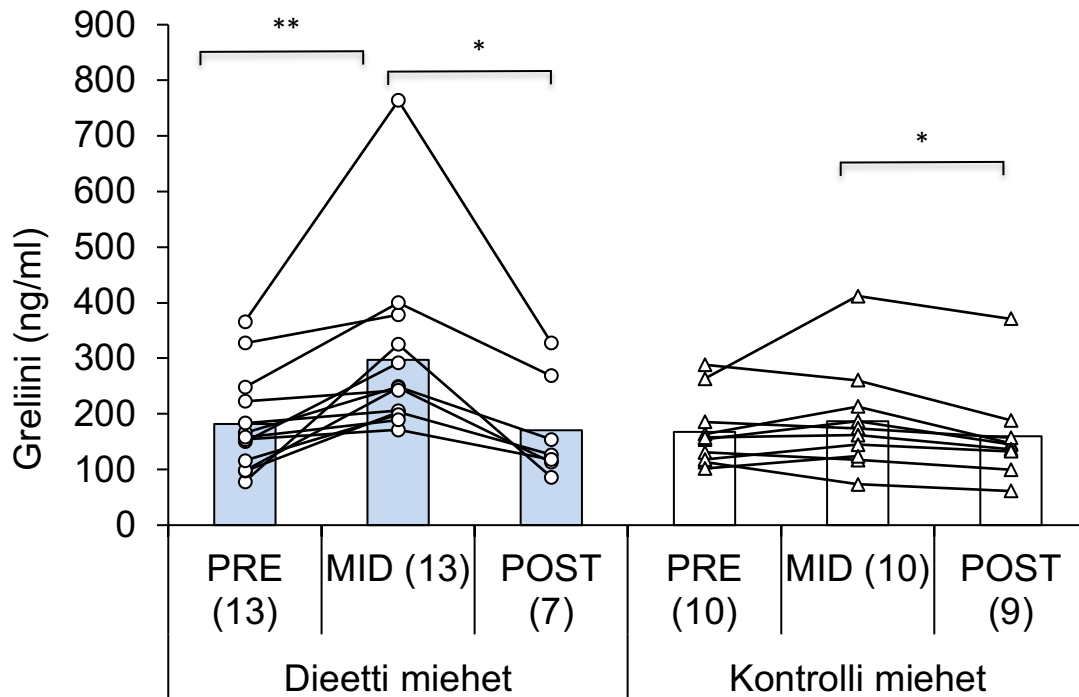


KUVA 9. Leptiinihormonin pitoisuuden muutokset seerumissa miehillä. Kilpailijaryhmä on esitetty vasemmalla ja kontrolliryhmä oikealla. Sulkeissa otoskoko (n) ja pylvään korkeus on mediaani. Mittaustulokset on testattu toistomittausten varianssianalyysillä ja muutospersentit ryhmien välillä t-testillä (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.

Greliini. Sekä kilpailevilla miehillä että naisilla havaittiin merkitseviä muutoksia seerumin greliinipitoisuuksissa tutkimuksen aikana. Naisten greliinitaso nousi dieetin aikana ($p < 0,05$) ja laski palautumisvaiheessa ($p < 0,05$). Myös mieskilpailijoiden greliinitaso nousi merkitsevästi ($p < 0,01$) alku- ja välimittauksen välisenä aikana ja laski palautumisvaiheen aikana ($p < 0,05$). Kummassakaan kilpailuryhmässä ei havaittu merkitsevää muutosta alku- ja loppumittausten välillä. Myös mieskontrolliryhmän seerumin greliinitaso laski merkitsevästi väli- ja loppumittausten välillä. Naiskontrolliryhmässä ei havaittu muutoksia. Kuvissa 10 ja 11 on esitelty tutkittavien greliinitasot tutkimuksen kolmessa mittauspisteessä.



KUVA 10. Greliinihormonin pitoisuuden muutokset seerumissa naisilla. Kilpailijaryhmä on esitetty vasemmalla ja kontrolliryhmä oikealla. Sulkeissa otoskoko (n) ja pylvään korkeus on mediaani. Mittaustulokset on 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.



KUVA 11. Grelinihormonin pitoisuuden muutokset seerumissa naisilla. Kilpailijaryhmä on esitetty vasemmalla ja kontrolliryhmä oikealla. Sulkeissa otoskoko (n) ja pylvään korkeus on mediaani. Mittaustulokset on 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.

7.3 Yhteydet kehonkoostumuksen muutoksen ja hormonaalisten muutosten välillä

Korrelaatiot muuttujien välillä tutkittiin käyttämällä Pearsonin korrelaatiokerrointa. Merkitsevä yhteys löydettiin kilpailijaryhmän miesten rasvamassan vähenemisen ja seerumin leptiinitason muutoksen väliltä. Muita korrelaatioita kehonkoostumuksen muutosten ja hormonaalisten muutosten välillä ei havaittu. Korrelaatiomatriisit nais- ja mieskilpailijoiden osalta on esitelty taulukoissa 2 ja 3.

TAULUKKO 2. Kilpailijamiesten kehonkoostumuksen muutosten ja hormonaalisten muutosten korrelaatiokertoimet ja niiden merkitsevyytasot laskettuna Pearsonin korrelaatiokertoimella. * = $p < 0,05$ ja ** = $p < 0,01$.

		Correlations							
		rasvamassa_muutos_PRE_MID	rasvamassa_muutos_MID_POST	rasvatonmassa_muutos_PRE_MID	rasvatonmassa_muutos_MID_POST	leptiini_muutos_PRE_MID	leptiini_muutos_MID_POST	grelliini_muutos_PRE_MID	grelliini_muutos_MID_POST
rasvamassa_muutos_PRE_MID	Pearson Correlation	1	-.669	-.264	.051	.568*	.135	-.362	.199
	Sig. (2-tailed)		.070	.384	.904	.043	.773	.224	.669
	N	13	8	13	8	13	7	13	7
rasvamassa_muutos_MID_POST	Pearson Correlation	-.669	1	.703	-.209	-.196	.165	-.044	.388
	Sig. (2-tailed)	.070		.052	.619	.642	.724	.918	.390
	N	8	8	8	8	8	7	8	7
rasvatonmassa_muutos_PRE_MID	Pearson Correlation	-.264	.703	1	-.054	-.067	.293	.008	.489
	Sig. (2-tailed)	.384	.052		.900	.827	.524	.980	.265
	N	13	8	13	8	13	7	13	7
rasvatonmassa_muutos_MID_POST	Pearson Correlation	.051	-.209	-.054	1	.359	-.385	.370	-.335
	Sig. (2-tailed)	.904	.619	.900		.382	.394	.367	.463
	N	8	8	8	8	8	7	8	7
leptiini_muutos_PRE_MID	Pearson Correlation	.568*	-.196	-.067	.359	1	.346	-.184	-.077
	Sig. (2-tailed)	.043	.642	.827	.382		.447	.548	.870
	N	13	8	13	8	13	7	13	7
leptiini_muutos_MID_POST	Pearson Correlation	.135	.165	.293	-.385	.346	1	-.519	.374
	Sig. (2-tailed)	.773	.724	.524	.394	.447		.232	.409
	N	7	7	7	7	7	7	7	7
grelliini_muutos_PRE_MID	Pearson Correlation	-.362	-.044	.008	.370	-.184	-.519	1	-.980**
	Sig. (2-tailed)	.224	.918	.980	.367	.548	.232		.000
	N	13	8	13	8	13	7	13	7
grelliini_muutos_MID_POST	Pearson Correlation	.199	.388	.489	-.335	-.077	.374	-.980**	1
	Sig. (2-tailed)	.669	.390	.265	.463	.870	.409	.000	
	N	7	7	7	7	7	7	7	7

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

TAULUKKO 3. Kilpailijanaisten kehonkoostumuksen muutosten ja hormonaalisten muutosten korrelaatiokertoimet ja niiden merkitsevyytasot laskettuna Pearsonin korrelaatiokertoimella. * = $p < 0,05$ ja ** = $p < 0,01$.

		Correlations							
		rasvamassa_muutos_PRE_MID	rasvamassa_muutos_MID_POST	rasvatonmassa_muutos_PRE_MID	rasvatonmassa_muutos_MID_POST	leptiini_muutos_PRE_MID	leptiini_muutos_MID_POST	greliini_muutos_PRE_MID	greliini_muutos_MID_POST
rasvamassa_muutos_PRE_MID	Pearson Correlation	1	-.105	-.578	.019	.152	-.624	-.112	-.189
	Sig. (2-tailed)		.843	.062	.972	.656	.185	.743	.720
	N	11	6	11	6	11	6	11	6
rasvamassa_muutos_MID_POST	Pearson Correlation	-.105	1	.350	-.726	.234	.662	-.363	.312
	Sig. (2-tailed)	.843		.497	.102	.655	.152	.479	.547
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
rasvatonmassa_muutos_PRE_MID	Pearson Correlation	-.578	.350	1	-.536	-.230	.564	.217	.577
	Sig. (2-tailed)	.062	.497		.273	.497	.244	.522	.230
	N	11	6	11	6	11	6	11	6
rasvatonmassa_muutos_MID_POST	Pearson Correlation	.019	-.726	-.536	1	-.238	-.430	.604	-.568
	Sig. (2-tailed)	.972	.102	.273		.650	.395	.204	.240
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
leptiini_muutos_PRE_MID	Pearson Correlation	.152	.234	-.230	-.238	1	-.228	-.016	.587
	Sig. (2-tailed)	.656	.655	.497	.650		.663	.962	.221
	N	11	6	11	6	11	6	11	6
leptiini_muutos_MID_POST	Pearson Correlation	-.624	.662	.564	-.430	-.228	1	.079	-.111
	Sig. (2-tailed)	.185	.152	.244	.395	.663		.881	.833
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
greliini_muutos_PRE_MID	Pearson Correlation	-.112	-.363	.217	.604	-.016	.079	1	-.998**
	Sig. (2-tailed)	.743	.479	.522	.204	.962	.881		.000
	N	11	6	11	6	11	6	11	6
greliini_muutos_MID_POST	Pearson Correlation	-.189	.312	.577	-.568	.587	-.111	-.998**	1
	Sig. (2-tailed)	.720	.547	.230	.240	.221	.833	.000	
	N	6	6	6	6	6	6	6	6

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

8 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko fitnesskilpailuun valmistavilla ruokavalio- ja aktiivisuusmuutoksilla vaikutusta ruokahalua säätelevien leptiini- ja greliinihormonien pitoisuuksiin. Lisäksi tarkasteltiin mahdollisten muutosten palautumista palautumisvaiheen aikana sekä vertailtiin mahdollisia sukupuolten välisiä eroja. Sekä leptiini- että greliinipitoisuudet muuttuivat merkitsevästi kilpailudieetin aikana ja palautuivat lähtötasolle 20 viikon palautumisjakson aikana. Merkitsevä korrelaatio löydettiin kilpailijaryhmän miesten rasvamassan vähenemisen ja seerumin leptiinitason muutoksen väliltä. Muita korrelaatioita kehonkoostumuksen muutosten ja hormonaalisten muutosten välillä ei havaittu.

8.1 Muutokset kehonkoostumuksessa

Alkumittausten jälkeen koeryhmäläiset aloittivat kilpailudieetin, jossa tarkoituksena oli vähentää kehon rasvamassan määrää ja samanaikaisesti ylläpitää saavutettua lihasmassaa. Kontrolliryhmää ohjeistettiin jatkamaan liikuntaa oman harjoitusohjelman mukaisesti ja välttämään tietoista painonpudotusta ruokavaliotaan muuttamalla. Sekä kilpailuryhmän miehillä että naisilla paino laski dieetin aikana ja palautui lähelle lähtötasoa palautumisvaiheen lopussa. Muutos painossa johtui erityisesti rasvamassan voimakkaasta vähenemisestä kilpailudieetin aikana. Naisten kilpailuryhmä onnistui jopa lisäämään hieman rasvattoman massan määrää dieetin aikana samalla kun rasvamassa laski. Mieskilpailijoilla dieetti laski myös rasvattoman massan määrää rasvamassan vähenemisen lisäksi.

Myös kontrolliryhmässä tapahtui pieniä muutoksia tutkittavien kehonkoostumuksessa. Miesten rasvamassan määrä lisääntyi tutkimuksen edetessä mutta rasvattomassa massassa vastaavia muutoksia ei havaittu. Naisten kontrolliryhmässä merkitseviä muutoksia ei tutkimuksen aikana havaittu, joten kehonkoostumus pysyi tutkimuksen aikana kohtalaisen muuttumattomana. Tutkimusjoukko oli tässä tapauksessa pieni, joten yksittäisten henkilöiden muutokset aineistossa korostuvat. Mikäli kyseessä olisi ollut suurempi joukko tutkittavia, olisivat yksittäisen henkilön tulokset voineet vaikuttaa kokonaistuloksiin vähemmän.

Tutkimuksen loppuvaiheessa keväällä 2020 koronavirusepidemia oli levinnyt koko Suomeen ja saattoi osaltaan vaikuttaa tutkittavien harjoittelurutiineihin. Epidemian vuoksi osa loppumittauksista jäi tekemättä, joten myös otoskoko pieneni loppua kohden.

8.2 Muutokset ruokahalua säätelevissä hormoneissa

Leptiini. Pääasiassa rasvakudoksesta erittyvä leptiini aikaansaa kylläisyyden tunnetta inhiboimalla hypotalamuksessa ruokahalua lisääviä mekanismeja (Tortora ym. 2006. 979). Kilpailudieetin myötä tutkittavien rasvamassan määrä laski selvästi ja näin ollen havaittiin myös leptiinitasojen merkitsevä lasku dieetin aikana. Samansuuntaisia tuloksia on saatu useissa painonpudotusta koskevissa tutkimuksissa (Francisco ym. 2018, Farr ym. 2015, Morante ym. 2020). Tässä tutkimuksessa naiskilpailijoiden leptiinitasojen absoluuttiset muutokset olivat miehiä suuremmat, mikä saattaa osittain selittyä kehon suuremmalla rasvamassan määrällä.

Greliini. Pääasiassa mahalaukun limakalvoilta erittyvä greliini lisää nälän tunnetta mahalaukun tyhjentyessä ja toimii näin ruokahalun nopean säätelyn mekanismina (Cummings 2006, Wren ym. 2001). Tässä tutkimuksessa sekä kilpailijaryhmän miesten että naisten seerumin greliinipitoisuus nousi dieetin myötä ja palautui lähtötason tuntumaan palautumisjakson aikana. Tämä oli oletettava muutos myös aiemman tutkimusnäytön perusteella (Klok ym. 2006, Cummings 2002 ja 2006). Mieskilpailijoiden muutokset olivat naiskilpailijoita suuremmat erityisesti greliinin nousun osalta. Mikäli tutkittavien subjektiivista näläntunnetta olisi mitattu jakson aikana, olisivat mies- ja naiskilpailijoiden tuntemukset mahdollisesti poikenneet toisistaan. Kontrolliryhmän miehillä havaittiin myös greliinitasojen muutoksia väli- ja loppumittausten välillä. Myös heidän kehonkoostumuksessaan havaittiin muutoksia erityisesti rasvamassan määrän suhteen, joten jotain muutoksia esimerkiksi ruokavaliosta tai harjoittelusta on saatettu tutkimuksen aikana tehdä. On kuitenkin hyvä muistaa, että seerumin greliinipitoisuus on herkkä muutoksille syömiskäyttäytymisen mukaan, sillä sen pitoisuus vaihtelee vuorokauden aikanakin mahalaukun täyttymisen ja tyhjenemisen syklissä (Guyton 2004, 848). Myös henkilön iällä,

painoindeksillä, sukupuolella ja kasvuhormonin, glukoosin sekä insuliinin pitoisuuksilla on vaikutusta sen esiintymiseen verenkierrossa (Klok 2006).

Yhteydet kehonkoostumuksen muutosten ja hormonaalisten muutosten välillä. Kirjallisuutta ja edeltäviä tutkimuksia tarkasteltaessa voisi olettaa kehonkoostumuksen muutosten ja hormonaalisten muutosten korreloivan voimakkaasti keskenään, mutta tässä tutkimuksessa vain mieskilpailijoiden rasvamassan määrän ja leptiinipitoisuuden väliltä löydettiin merkitsevä yhteys. Hypoteesin suuntaisia tuloksia oli havaittavissa, mutta pieni otoskoko oli haaste tilastollisessa testaamisessa ja muita merkitseviä korrelaatioita ei havaittu. Joidenkin yksittäisten tutkittavien kohdalla yhteyksiä voitiin nähdä. Reilun 20 viikon mittainen palautumisjakso näytti tämän tutkimuksen valossa olevan riittävä sekä rasvamassan määrän että leptiini- ja greliinihormonien pitoituuksien palautumiseen lähtötasolle.

8.3 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet

Tällä tutkimuksella voidaan katsoa olevan useita vahvuuksia. Yksi niistä on sen pitkä kesto, kaikkiaan lähes vuoden ajan. Painonpudotustutkimuksia on tehty laajalti mutta ne ovat keskimäärin kestoaltaan lyhyempiä eivätkä usein sisällä jatkoseurantaa, kuten tämän tutkimuksen palautumisjaksoa. Tutkittavat olivat myös lähtökohtaisesti hyväkuntoisia aikuisia, joilla ei ollut rasvamassaa terveydelle haitallisen suuria määriä. Valtaosassa aiempia julkaisuja tutkittavat ovat olleet voimakkaasti ylipainoisia, mikä on kohderyhmänä myös erittäin merkityksellinen. Tämän tutkimuksen taustalla vaikutti vuosien 2015-2016 aikana Jyväskylän Yliopistossa toteutettu naisfitnessurheilijoita koskeva laaja tutkimusprojekti. Tämä tutkimus toteutettiin samanlaisin periaattein kuin edellinen, mutta mitattavia muuttujia oli enemmän ja edellisen tutkimuksen heikkouksia oli pystytty parantamaan. Hormonaalisia muuttujia tutkittiin enemmän, samoin lepoenergiankulutusta ja fyysistä aktiivisuutta. Tutkittavissa oli mukana sekä miehiä että naisia. Osallistujat olivat erittäin motivoituneita ja laajinsä puitteissa tottuneita pitämään kirjaa ravinto- ja liikuntatottumuksistaan. Tutkimuksen anti antoi tutkittaville lisää informaatiota omasta suorituskyvystään ja elimistönsä toiminnasta.

Vaikka tutkimus olikin laajin miehiä ja naisia vertaillut fysiologinen fitnessurheilututkimus, voidaan heikkoutena mainita pieneksi jäänyt otoskoko sekä kilpailijoiden että kontrolliryhmäläisten osalta varsinkin loppumittauksissa. Tähän oli osittain syynä maailmanlaajuisesti pandemiaksi levinnyt Covid-19-epidemia esti osan tämän tutkimuksen loppumittauksista ja puuttuva data heikensi tulosten luotettavuutta. Tutkimuksen eri syistä keskeyttäneitä oli myös verrattain monta. Tutkimuksen aloitti 58 henkilöä ja kaikki kolme mittauskertaa kävi läpi 29 tutkittavaa. Kuitenkin 47:n tutkittavan tuloksia voitiin hyödyntää analysoinnissa alku- ja välimittausten osalta. Vaikka tutkimusjoukko oli pieni, tarkat esivalintakriteerit lisäävät tulosten yleistettävyyttä perusjoukossa.

8.4 Johtopäätökset ja käytännön sovellutukset

Fitnesskilpailudieetti ja fyysisen aktiivisuuden lisääntyminen vaikuttavat paitsi kehonkoostumukseen, myös ruokahalun hormonaaliseen säätelyyn sekä miehillä että naisilla. Muutokset näyttävät palautuneen 20 viikossa mutta yksilöllistä variaatiota oli havaittavissa. Tämä on tärkeää ottaa huomioon erityisesti, jos urheilija haluaa aloittaa nopeasti uuden dieetin seuraavia kilpailuja varten. Palautumisaika kannattaa pitää riittävän pitkänä sekä fyysisen että psyykkisen terveyden vuoksi.

Jatkossa olisi kiinnostavaa toteuttaa vastaavanlainen tutkimus isommalla tutkimusjoukolla siten, että tutkittavien subjektiivista nälän kokemusta seurattaisiin rinnakkain hormonimuuttujien kanssa. Tällöin voisi havainnoida esimerkiksi korreloivatko nälän voimakkuus ja hormonaalisten muutosten suuruus keskenään. Mikäli seuranta olisi mahdollista toteuttaa useammin, voisi rasvakudoksen palautumista ja leptiinin pitoisuutta seurata rinnakkain. Mielestäni aihetta on hyvä pohtia myös tavallisen aktiivikuntoilijan näkökulmasta – ohjaavathan mm. sosiaalisen median ihanteet jatkuvasti kohti vahvarakenteista ja niukkarasvaista vartalotyyppejä. Äärimmäinen kehonkoostumuksen muokkaus harvoin tapahtuu täysin ilman terveydellisiä seuraamuksia.

LÄHTEET

- Cambell, B. ym. 2020. Intermittent Energy Restriction Attenuates the Loss of Fat Free Mass in Resistance Trained Individuals. A Randomized Controlled Trial. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 5, 19.
- Barkan, A.L. ym. 2003. Ghrelin secretion in humans is sexually dimorphic, suppressed by somatostatin, and not affected by the ambient growth hormone levels. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 88: 2180-2184.
- Beelen, M., ym. 2010. Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 20 (6), 515–532.
- Broglio, F. ym. 2003. Non-acylated ghrelin does not possess the pituitary and pancreatic endocrine activity of acylated ghrelin in humans. *Journal of Endocrinological Investigation* Mar;26 (3) :192-6.
- Cummings, D. 2006. Ghrelin and the short- and long-term regulation of appetite and body weight. *Physiology & Behavior* 89, 71–84.
- Cummings, D. ym. 2002. Plasma ghrelin levels after diet-induced weight loss or gastric bypass surgery. *The New England Journal of Medicine*, Vol. 346, No. 2.
- Cummings, D. 2004. Plasma ghrelin levels and hunger scores among humans initiating meals voluntarily in the absence of time- and food-related cues. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism* 287: E297–E304
- Farr, O. ym. 2015. Leptin Applications in 2015: What Have We Learned About Leptin and Obesity? *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*. Oct; 22(5): 353-359.
- Fleck, S. & Kreamer, W. 2014. Designing resistance training programs. 4. painos. *Human Kinetics*.
- Francisco, V. ym. 2018. Obesity, Fat Mass and Immune System: Role for Leptin. *Frontiers in Physiology*. 9: 640.
- Gruzdeva, O. ym. 2019. Leptin resistance: underlying mechanisms and diagnosis. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*. 12: 191–198.
- Guyton, M & Hall, J. 2006. *Textbook of Medical Physiology*. 11. painos. W.B. Saunders Company. USA.

- Haddock, B. L. ym. 2006. Resistance Training Volume and Post Exercise Energy Expenditure. *International Journal of Sports Medicine*. Feb; 27(2): 143-148.
- Hall, K., ym. 2012. Energy balance and its components: implications for body weight regulation. *The American Journal of Clinical Nutrition* 95 (4), 989–994.
- Hayes, M. R. ym. 2006. A Carbohydrate-Restricted Diet Alters Gut Peptides and Adiposity Signals in Men and Women with Metabolic Syndrome. *The Journal of Nutrition and Disease*. 37: 1944–1950.
- Helms, E., Fitschen, P., Aragon, A., Chronin, J. & Schoenfeld, B. 2014. Recommendations for natural bodybuilding contest preparation: resistance and cardiovascular training. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness* 55 (3), 164–178.
- Hulmi, J.J., ym. 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.
- Hulmi, J.J. ym. 2017. The Effects of Intensive Weight Reduction on Body Composition and Serum Hormones on Female Fitness Competitors. *Frontiers in Physiology*. Jan. Vol 7. Art. 689.
- Häkkinen, K. 1990. Voimaharjoittelun perusteet, vaikutusmekanismit, harjoitusmenetelmät ja ohjelmointi. Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Ilander, O. 2018. Liikuntaravitsemus – tehoa, tuloksia ja terveyttä ruuasta. VK-kustannus Oy. Lahti.
- Isola, V. 2017. Fitnessurheilijoiden kehonkoostumus, lihaskoko ja hormonitasapaino kilpailuolotilassa ja palautumisjaksolla. Jyväskylän yliopisto. Liikuntatieteellinen tiedekunta. Pro gradu -tutkielma.
- Iraki, J. ym. 2019. Nutrition Recommendations for Bodybuilders in the Off-Season. *Sports* 7(7), 154.
- Jéquier, E. 2002. Leptin signaling, adiposity and energy balance. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Jun; 967: 379-388.
- Jéquier, E. & Tappy, L. 1999. Regulation of body weight in humans. *Physiological Reviews*. Vol. 79 Iss. 2, s. 451-480.
- Kerksick, C. M., ym. 2018. ISSN exercise & sports nutrition review update: research and recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 15:38.
- Keskinen, K. ym. 2004. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellinen Seura. Tampere.

- Kistler, B., ym. 2014. Case Study: Natural Bodybuilding Contest Preparation. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 24 (6), 694–700.
- Klok, M. D. ym 2006. The role of leptin and ghrelin in the regulation of food intake and body weight in humans: a review. *Obesity Reviews* 1/2007, s. 21-34.
- Kraemer, W., ym. 1995. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of applied physiology* 78 (3), 976–989.
- Kyröläinen, H., ym. 2008. Hormonal responses during a prolonged military field exercise with variable exercise intensity. *European journal of applied physiology* 102 (5), 539–546.
- Marzullo P, ym. 2004. The relationship between active ghrelin levels and human obesity involves alterations in resting energy expenditure. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 89: 936-939.
- Miller, C., ym. 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*, Vol. 8 (Iss. 11).
- Morante, J. J. H. ym. 2020. Moderate Weight Loss Modifies Leptin and Ghrelin Synthesis Rhythms but Not the Subjective Sensations of Appetite in Obesity Patients. *Nutrients*, 12, 916.
- 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.
- Murphy, C. ym. 2015. Considerations for protein intake in managing weight loss in athletes. *European Journal of Sport Science* 25 (1), 21–28.
- Mäennenä, J. ym. 2019. Voimaharjoittelu – Teoriasta parhaisiin käytäntöihin. VK-Kustannus Oy. Lahti.
- Otto B, ym. 2001. Weight gain decreases elevated plasma ghrelin concentrations of patients with anorexia nervosa. *European Journal of Endocrinology* 145: 669-673.
- Pacifico, L. 2009. Acylated and non-acylated ghrelin levels and their associations with insulin resistance in obese and normal weight children with metabolic syndrome. *European Society of Endocrinology*. Vol: 161 (6), 861-870.

- Peos, J.J. ym. 2021. A 1-week diet break improves muscle endurance during an intermittent dieting regime in adult athletes: A pre-specified secondary analysis of the ICECAP trial. *PloS One*. Feb 25;16 (2).
- Poole, C. ym. 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.
- Pöykkö, S. 2005. Ghrelin, metabolic risk factors and carotic artery atherosclerosis. Oulun yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta. Väitöskirja.
- Ratamess, N., ym. 2009. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. Position Stand. *American College of Sports Medicine* 41(3), 687–708.
- Rossow, L. ym. 2013. Natural Bodybuilding Competition Preparation and Recovery: A 12-Month Case Study. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 8 (5), 582–592.
- Saxton, R. A & Sabatini, D. M. 2017. mTOR Signaling in Growth, Metabolism and Disease. *Cell*. Mar 9; 168(6): 960–976.
- Schulz, C. ym. 2011. Intranasal Leptin Reduces Appetite and Induces Weight Loss in Rats with Diet-Induced Obesity (DIO). *Endocrinology*, January 2012, 153(1): 143–153.
- 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. ym. 2016. Effects of Resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine* 46 (11), 1689–1697.
- Stanley, S. ym. 2005. Hormonal regulation of food intake. *Physiological reviews*, 85(4), 1131-1158.
- Stepherd, J. ym. 2017. Body Composition by DXA. *Bone*: November; 104: 101–105.
- Sternson, S. M. & Eiselt, A.-K. 2017. *Annual Review of Physiology*. 79: 401–423.
- SUEK. 2020. Dopingtestitilasto 2018. Suomen urheilun eettinen keskus SUEK ry. Viitattu 23.4.2020. <https://www.suek.fi/dopingtestitilastot>
- Sumitran, P. ym. 2011. Long-term Persistence of Hormonal Adaptations to Weight Loss. *The New England Journal of Medicine*. 365;17. 1597-1604.
- Suomen Fitnessurheilu ry:n kotisivut. Viitattu 23.4.2020. <http://suomenfitnessurheilu.fi/>

- Suonpää, M. 2016. Fitness-kilpailijoiden antropometria ja fyysinen aktiivisuus kilpailudieetillä ja sen jälkeisellä palautumisjaksolla. Jyväskylän yliopisto. Liikuntatieteellinen tiedekunta. Pro gradu -tutkielma.
- Tortora, G. J. & Derrickson, B. 2006. Principles of Anatomy and Physiology. 11. painos. John Wiley & Sons. Inc. USA.
- Trapp, E., ym. 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.
- Vineet, A., ym. 2018. Peripheral and Central Nutrient Sensing Underlying Appetite Regulation. *Trends in Neurosciences*, Vol. 41, No. 8.
- Wilson, J., ym. 2012. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26 (8), 2293–2307.
- Welle, S., ym. 1989. Stimulation of protein turnover by carbohydrate overfeeding in men. *American Journal of Physiology*. 257: 413–417.
- Wren, A.M. ym. 2001. Ghrelin Enhances Appetite and Increases Food Intake in Humans. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 86(12): 5992–5995.
- Zhao, S. ym. 2019. Partial Leptin Reduction as an Insulin Sensitization and Weight Loss Strategy. *Cell Metabolism* 30: 706–719.