

**VOIMAHARJOITTELUJAKSON JA SEN JÄLKEISEN HARJOITTELUVAUON  
VAIKUTUS RAVITSEMUKSEEN JA KEHONKOOSTUMUKSEEN**

Mikko Jokinen

Valmennus- ja testausoppi

Pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2024

## TIIVISTELMÄ

Jokinen, M. 2023. 10 viikon harjoitustauon vaikutus kehonkoostumukseen. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, valmennus- ja testausopin pro gradu -tutkielma, 51

Kehonkoostumukseen vaikuttavat ruokailutottumusten lisäksi harjoittelun määrä sekä laatu. Ruokailutottumuksia on tutkittu aikaisemmin paljon esimerkiksi ruokapäiväkirjojen avulla, joilla pystytään arvioimaan ruokailun laatua sekä kokonaisenergian määrää. Laadukkaalla vastusharjoittelulla pystytään myös vaikuttamaan kehonkoostumukseen lihasmassaa lisäämällä. Harjoittelutauoilla on havaittu olevan vaikutusta kehonkoostumukseen sekä lihas- että rasvamassan muutoksissa. Harjoittelutauon pituus vaikuttaa olevan merkittävä tekijä mahdollisten muutosten suuruudessa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten voimaharjoittelun jälkeinen 10 viikon mittainen harjoittelutauko vaikuttaa tutkittavien kehonkoostumukseen

Tutkittavat rekrytoitiin Keski-Suomen alueelta. Tutkittavat olivat 18–40-vuotiaita perusterveitä miehiä ja naisia. Tutkimukseen osallistui yhteensä 44 tutkittavaa. Tutkimus kesti yhteensä 34 viikkoa. Harjoittelutauon ympärille ohjelmoitiin 10 viikon mittaiset ohjatut harjoittelujaksot. Tutkittavilta kerättiin 4 päivän mittaiset ruokapäiväkirjat 4 kertaa tutkimuksen aikana. Ruokapäiväkirjat kerättiin 10 viikon välein toisistaan. Ensimmäinen ruokapäiväkirjakeräys tehtiin viikolla 0 ja viimeinen keräys tehtiin viikolla 30. Ruokapäiväkirjat analysoitiin terveyden ja hyvinvointilaitoksen ylläpitämän elintarvikkeiden koostumuspankin Finelin avulla. Lisäksi tutkittavien kehonkoostumusten muutoksia arvioitiin paastotilassa Inbody-laitteella tehdyillä mittauksilla. Mittaukset tehtiin ruokapäiväkirjojen keräysten yhteydessä yhteensä 4 kertaa tutkimuksen aikana.

Kehonkoostumusmittauksissa löydettiin tässä tutkimuksessa tilastollisesti merkitseviä muutoksia harjoitusjaksoilla, kun muutoksia verrattiin lähtötilanteeseen. Rasvaprosentti kasvoi 0,5% tutkimuksen aikana (24.4-24.9%) Rasvaprosentin muutos oli tilastollisesti merkitsevä 2. harjoittelujakson mittauksessa  $0.440 \pm 0.184\%$  ( $p=0.016$ ). Rasvaton massa kasvoi tutkimuksen aikana 2.21kg. Rasvaton massa kasvoi merkitsevästi jo ensimmäisen treenijakson jälkeen  $0.640 \pm 0.340$  ( $p=.016$ ) ja erittäin merkitsevästi toisen treenijakson jälkeen  $2.21 \pm 0.380$  ( $p=.001$ ).

Tutkimuksen keskeisimpiä löydöksiä oli, ettei ruokailutottumuksissa tai energiaravintoaineiden määrissä löydetty tilastollisesti merkitsevää eroa missään mitatussa muuttujassa (kokonaisenergia, proteiini, hiilihydraatti, rasva, kuitu). Tutkimustulos oli hypoteesin vastainen. Osittain tulos saattaa selittyä sillä, että harjoitus- ja lepojaksot olivat liian lyhyitä merkittävien erojen havaitsemiseksi ruokailutottumusten muuttumisen osalta. Näyttäisi siltä, että 10 viikon lepojako, jota ympäröivät kontrolloidut 10 viikon mittaiset harjoitusjaksot, ei vaikuta merkitsevästi kehonkoostumukseen.

Asiasanat: Kehonkoostumus, ruokapäiväkirja, rasvamassa, lihasmassa

## ABSTRACT

Jokinen, M. Changes in body composition after 10 weeks of training break. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis in coaching and testing, 51 pp.

Main factors in changes of body composition are frequency and quality of training and eating habits. Eating habits have been studied a lot in recent past. Food diaries are common way to measure and estimate eating habits, daily total energy intake and nutrition quality. Properly organized resistance training can also affect to body composition by increasing muscle mass and reducing fat mass. Studies have commonly shown that training breaks can significantly affect to amount of muscle mass and fat mass. Length of training break seems to be the most important factor in changes of body composition. Aim of this study was to clarify effect of 10-week training break to body composition.

Participants were Untrained, healthy woman and man aged 18-40 years from Central Finland region. The final sample consisted of 44 participants. Length of the study was 34 weeks. All trainings were organized under supervision. Training break was surrounded by 10-week training periods which were controlled by professional coaches. Food diaries were collected 4 times and duration of each food diary collection was 4 days. Time between each collection was 10 weeks. First food diary was collected at week 0 and 4. food diary was collected at week 30. Food diaries were analyzed by Finnish national food data base Finelli. Changes in body composition were estimated with Inbody measurements. Participants were fasted before Inbody Measurements. In together there were 4 Inbody measurements in this study. Inbody data was collected at the same time with food diaries.

This study found significant changes in body composition after both training periods. Body fat percent increased 0,5% (24.4-24.9). Changes in body fat was statistically significant after 2. Training period  $0.440 \pm 0.184\%$  ( $p=0.016$ ). Fat free mass increased in this study 2.21kg. Change in fat free mass was significant after 1. Training period  $0.640 \pm 0.340$  ( $p=.016$ ). After 2. training period changes were very significant ( $p=.001$ ).

The key finding of this study was that no statistically significant difference in eating habits or nutrient intake was found. Statistical differences were not found between energy- protein-, carbohydrate-, fat- or fiber intake. Finding was contradicted by hypothesis. This may be partially explained by too short training break between training periods to find significant differences in eating habits.

Keywords: Body composition, food diary, body fat, muscle mass

## KÄYTETYT LYHENTEET

BF%	body fat, rasvaprocentti
FFM	free fat mass, kehon rasvaton massa
FM	fat mass, rasvamassa
DOMS	delayed onset muscle soreness, viivästynyt lihaskipu
DXA	dual-energy X-ray absorptiometry, kaksiennergisen röntgensäteen absorptiometria
1 RM	one repetition maximum, yhden toiston maksimi
DLW	doubly labelled water, kaksoisleimattu vesi
NEAT	non-exercise activity thermogenesis, arkiaktiivisuus

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1 JOHDANTO	Error!	Bookmark	not	defined.2
1	LIIKUNNAN JA RAVINNON VAIKUTUKSET KEHONKOOSTUMUKSEEN			3
3	PROTEIININ RAKENNE JA VAIKUTUS KEHONKOOSTUMUKSEEN			7
4	HIILIHYDRAATIN RAKENNE JA VAIKUTUS KEHONKOOSTUMUKSEEN			11
5	RASVAN RAKENNE JA VAIKUTUS KEHONKOOSTUMUKSEEN			14
6	RUOKAPÄIVÄKIRJAT			16
6.1	Esitetyt ruokapäiväkirjat			17
6.2	Kuva-avustetut ruokapäiväkirjat			18
7	VASTUSHARJOITTELUN VAIKUTUKSET KEHONKOOSTUMUKSEEN			21
8	TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEESIT			24
9	TUTKIMUSMENETELMÄT			26
9.1	Tutkittavat			26
9.2	Tutkimusasetelma			26
9.3	Poissulkukriteerit			28
9.4	Kuntosaliharjoittelu			28
9.5	Ruokapäiväkirjat			30
9.6	Ruokapäiväkirjojen kirjausohjeet			30
9.7	Kehonkoostumusmittaus			30
9.8	Tilastolliset menetelmät			31
10	TULOKSET			33
10.1	Ruokapäiväkirjat			33
10.2	Kehonkoostumus			34
11	POHDINTA			36
	LÄHTEET			44

## 1 JOHDANTO

Kehonkoostumukseen vaikuttavat pääasiallisesti vastusharjoittelu (Docherty ja Porter 2000, Fogelholm 2000) sekä ruokavalion koostumus (Freedman ym. 2001).

Vastusharjoittelu riittävän suurella ponnistelulla ja riittävän usein kehittää lihasten voimatasoja. Voimatasojen kehityksen on todettu olevan yhtenä oleellisena tekijänä lihassolujen hypertrofian kannalta. Lihasmassan kehittyminen taas muuttaa kehonkoostumusta kasvattamalla lihasten suhteellista osuutta kehossa. Lisääntynyt lihasmassa kasvattaa energiankulutusta ja voi olla osaltaan vaikuttamassa siihen, että rasvamassan osuus kehossa pienenee ja kehonkoostumus muuttuu. (Docherty ja sporter 2000.)

Ruokavaliolla on myös tärkeä vaikutus kehonkoostumukseen ja ihmisen terveyteen. Ruokavalion koostaminen oikein auttaa energiatasapainon saavuttamisessa, mikä on painonhallinnan kulmakivi. Energiatasapaino tarkoittaa sitä, että energian kulutus ja energiansaanti ovat pitkällä aikavälillä samalla tasolla, jolloin rasvamassassa ei juuri tapahdu muutoksia. Energiatasapainon ollessa negatiivinen rasvamassa vähenee. Energiatasapainon ollessa taas positiivinen rasvamassan määrä kehossa kasvaa. (Ilader ym. 2018.)

Ruuan sisältämät ravintoaineet sisältävät eri määrän energiaa. Ruuasta saadun energian kokonaismäärä ja päivittäisen kulutuksen määrä ratkaisee energiatasapainon tilan. Rasva on kaikista makroravinteista energiatihedeltään ylivoimaisesti suurin energiantihedeltään. Yksi gramma rasvaa sisältää 9 kcal energiaa, kun taas yksi gramma hiilihydraattia ja proteiinia sisältää noin 4 kcal energiaa. Alkoholilla on 7 kcal energiaa per 1 gramma. (Ilader ym. 2018.)

Ruokapäiväkirjat ovat yksi tapa, joilla voidaan arvioida ihmisten ruokailutottumuksia ja energiansaantia. Ruokapäiväkirjat ovat myös todettu hyväksi menetelmäksi arvioida ruokailutottumusten suhdetta kehonkoostumukseen. (Andersen ym. 2004.) Ruokapäiväkirjojen käytön etuna on se, että niillä pystytään keräämään suurilta ihmismääriltä sellaista tietoa ravitsemuksen tilasta, jota voi olla muilla tavoin vaikea selvittää (Stea ym. 2014). Toisaalta ruokapäiväkirjojen haasteena pidetään sitä, että niiden tarkka analysointi ja kerääminen vaatii paljon resursseja sekä tutkijoilta että tutkittavilta (Borch Myhre ym. 2019). Aliraportointi ruokapäiväkirjoissa nousee yleisenä haasteena tutkimuskirjallisuudessa esille. Aliraportointia havaitaan etenkin ravinnosta saadusta kokonaisenergiämäärässä (Biltoft-Jensen ym. 2009,

Shahar ym. 2016). Tämän takia uusia tarkempia menetelmiä ruokapäiväkirjojen keräämiseen ja näiden analysointiin pyritään kehittämään jatkuvasti (Höchsmann ym. 2005). Myös Harjoittelutauon on todettu vaikuttavan kehonkoostumukseen. Kehonkoostumuksen muutokset ovat ilmenneet harjoittelutauon aikana pääasiallisesti rasvamassan määrän kasvamisena. (Gleason ym. 2018.) Joissain tutkimuksissa on raportoitu myös lihasmassan katoa pitkittyneen harjoittelutauon aikana (Tokmakidis ym. 2009).

Tämän tutkielman tavoitteena oli selvittää, onko kymmenen viikon harjoittelutauolla vaikutusta aloittelevien kuntoilijoiden ruokailutottumuksiin ja tutkia, muuttuuko heidän kehonkoostumuksensa harjoittelutauon aikana.

## 2 LIKUNNAN JA RAVINNON VAIKUTUKSET KEHONKOOSTUMUKSEEN

Kehonkoostumuksen muutokset ja tämän suhde ihmisten terveyteen on ollut pitkään tutkimuksen kohteena. Jeffery ym. (2000) kokosivat systemaattisen kirjallisuuskatsauksen elintapamuutoksiin perustuvien hoito-ohjelmien vaikutuksista tutkittavien kehon massaan. Vähintään vuoden mittaisten seurantatutkimusten keskimääräinen painonpudotus oli 8 kg. (Jeffery ym. 2000.) 1–4 vuotta kestäneissä seurantatutkimuksissa painon lasku oli keskimäärin enää 2–4 kg lähtöpainosta (Douketis ym. 2005).

Poikkileikkaustutkimuksia ja seurantatutkimuksia liikunnan ja ravinnon yhteisvaikutuksista painonhallintaan ja kehonkoostumukseen on saatavilla vähän. Satunnaistettuja tutkimuksia aiheesta on kuitenkin saatavilla runsaasti. Pääasiallisena tutkimuskohteena näissä tutkimuksissa on yleensä päivittäisen kokonaisenergiansaannin ja energiankulutuksen mittaaminen ja näiden vaikutusten arvioiminen kehonkoostumukseen. Ruokavalion laadullisiin muutoksiin, kuten mikro- ja makroravinteiden määrään ja jakautumiseen keskittyviä tutkimuksia on saatavilla vain vähän. Pääasiallisena havaintona liikunnan ja ravinnon yhdistävissä tutkimuksissa on se, että liikunnan yhdistäminen ruokavaliomuutoksiin on todettu olevan tehokkaampi tapa saada aikaan pysyviä haluttuja kehonkoostumusmuutoksia verrattuna pelkästään ravinnolla aikaansaatuihin kehonkoostumusmuutoksiin. (Liikuntalääketiede 2005, 63–66.)

Panin ym. (1997) tutkimukseen osallistui 577 kiinalaista miestä ja naista, joilla oli heikentynyt glukoosin sietokyky. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää aerobisen liikunnan ja ruokavalion muutoksen yhteisvaikutusta kehonkoostumukseen. Tuloksina havaittiin painoindeksin lasku 0,6-1.6 kg/m<sup>2</sup> kuuden vuoden seurantajaksolla. (Pan ym. 1997.)

Stefanick ym. (1998) havaitsivat vuoden mittaisessa seurantatutkimuksessaan, että paino laski tutkittavilla samassa suhteessa sekä ruokavalion muutoksilla että ruokavalion ja liikunnan yhteismuutoksilla. Ryhmällä, jolla lisättiin energiankulutusta liikunnalla ilman ruokavaliomuutoksia ei havaittu merkittäviä muutoksia painossa. Tutkimukseen osallistui 180 45–65-vuotiaasta yhdysvaltalaisista naista ja 190 30–64-vuotiaasta miestä, joilla oli pienentyneet HDL-kolesterolin pitoisuudet sekä kohonneet LDL-kolesterolin pitoisuudet. Tutkimus oli toteutettu ”ad libitum” ruokavaliolla. Tämä tarkoittaa oman mieltymyksen mukaan toteutettua ruokailua, jossa ei pyritä tietoisesti energian saannin rajoittamiseen. Liikuntaryhmän energiansaanti lisääntyi samassa suhteessa liikunnan lisäämän energiankulutuksen mukaan. (Stefanick ym. 1998.)



Fogelholmin ym. (2000) tutkimukseen osallistui 74 ylipainoista suomalaista naista, jotka olivat premenopausaalivaiheessa. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää painon muutosten eroja kahden eri kävelyryhmän ja verrokkiryhmän välillä kahden vuoden seurantajakson aikana. Tuloksia verrattiin tilanteeseen, jossa tutkittavat olivat tehneet 6 kuukauden mittaisen kontrolloidun painonpudotusjakson ruokavaliota muuttamalla tai liikuntamäärää lisäämällä. Tätä seurasi jakso, jonka aikana havainnoitiin liikunta- ja ruokailutottumusten muutosten yhteyttä kehonkoostumukseen. Kaikki naiset tekivät tutkimuksen alussa 12 viikon mittaisen painonpudotusjakson, joka toteutettiin rajoittamalla energiansaantia ruokavalion muutoksella. Tämän jälkeen tutkittavat jaettiin sattumanvaraisesti ryhmiin. Kävelyryhmät lisäsivät kävelyä 4,2 kJ tai 8,4 kJ vastaavan määrän viikossa. Kolmas ryhmä toimi verrokkiryhmänä, jonka energiansaantia rajoitettiin pelkästään ruokavaliolla. 6 kuukauden tutkimusjakson jälkeen kävelyryhmien paino oli 2,6–2,7 kg matalampi verrattuna ruokavalioryhmään. 2 vuoden seurantajakson jälkeen kävelyryhmä, joka lisäsi energiankulutustaan 4,2 kJ/vk oli pudottanut painoa keskimäärin 3,5 kg enemmän verrattuna kontrolliryhmään. Ryhmässä, jossa kävelyä lisättiin 8,4 kJ viikossa ei havaittu 2 vuoden jälkeen merkittävää eroa painon muutoksessa verrattuna kontrolliryhmään. Tutkimuksessa havaittiin, että ryhmällä, joka käveli viikossa enemmän energiankulutuksen täyttämiseksi, oli hankaluuksia ylläpitää liikuntatottumuksiaan 6 kuukauden mittaisen kontrolloidun harjoitusjakson jälkeen. (Fogelholm ym. 2000.)

Borg ym. (2002) tekivät samankaltaisen kehonkoostumustutkimuksen kuin Fogelholm ym. (2000). Tutkimukseen osallistui 68 30–55-vuotiasta ylipainoista suomalaista miestä. Kaikki miehen toteuttivat aluksi 12 viikon ajan vähäenergistä ruokavaliota. Tämän jälkeen heidät jaettiin sattumanvaraisesti kahteen ryhmään. Ensimmäinen ryhmä jatkoi ruokavalion noudattamista yhdistettynä kuntosaliharjoitteluun ja kontrolliryhmä jatkoi pelkästään ruokavalion noudattamista. 6 kuukauden mittaisen seurantajakson jälkeen kontrolliryhmän ja kuntosaliharjoitteluryhmän välillä ei ollut merkittävää eroa painon muutoksessa. Ruokavalioryhmän rasvamassa kasvoi kuitenkin seurantajakson aikana 2,2 kg, kun taas kuntosaliryhmän rasvamassa nousu samassa ajassa 0,6 kg. Tässäkin tutkimuksessa tehtiin havaintona se, että kuntoilun jatkaminen seurantajakson jälkeen toteutui tutkittavilla suhteellisen huonosti. Huomioitavaa on myös se, että tutkittavista 22 keskeytti tutkimuksen. Tutkittavia oli tutkimuksen alussa 90. (Borg. ym. 2002.)

Nicklaksen ym. (2004) tutkimuksen tulokset osoittavat osittain ristiriitaista tulosta kehonkoostumusta ja liikuntaa mittaavien tutkimusten parissa. Tässä tutkimuksessa tutkittavat

jaettiin neljään eri ryhmään. Ryhmät olivat ruokavalioryhmä, liikuntaryhmä, ruokavalion ja liikunnan yhdistävä ryhmä sekä kontrolliryhmä. 1,5 vuoden seurantajakson jälkeen paino oli laskenut enemmän ruokavalioryhmällä (12,8 kg) verrattuna ruokavalion ja liikunnan yhdistäneeseen ryhmään, jolla paino laski 8,2 kg. Tutkimustulokset ottivat toisaalta huomioon lähinnä kehon massan muutoksen eivätkä niinkään kehonkoostumuksen muutosta. Tutkimukseen osallistui 316 60-vuotiasta ja tätä vanhempaa yhdysvaltalaisista. (Nicklas ym. 2004.)

Woo ym. (2004) tutkivat pelkän ruokavalion sekä ruokavalion ja liikunnan yhdistämisen eroja ylipainoisilla 9–12-vuotiailla lapsilla. Paino ei pudonnut merkitsevästi kummassakaan ryhmässä. Toisaalta niiden lasten rasvaprosentti laski, jotka yhdistivät ruokavalioon aerobisen harjoittelun ja kuntosaliharjoittelun. Woo ym. (2004) huomauttavat, että vain 19 lasta halusi jatkaa ohjeistetun liikunnan tekemistä 6 viikon interventiojakson jälkeen. Loput lapsista jatkoivat ruokavalioryhmässä 1 vuoden mittaisen seurantajakson ajan. Tutkimuksessa nostettiin esille myös, että tutkittavan ikäisten lapsien paino nousee normaalisti biologisen kasvun takia. (Woo ym. 2004.)

Ruokavalion koostumus vaikuttaa suuresti siihen, minkälaisia muutoksia kehonkoostumuksessa tapahtuu. Freedmanin ym. (2011) katsauksen mukaan paras tulos rasvamassan vähenemisessä saavutettiin ruokavaliolla, joka koostui 20-30 E% rasvasta, 55-60 E% hiilihydraatista sekä 15-20% proteiinista. Tällainen ruokavalio edisti rasvamassan vähenemisen lisäksi parhaiten terveyttä monipuolisuutensa takia. Katsauksessa todetaan, että kehonkoostumuksellisia muutoksia saadaan kuitenkin aikaan hyvin erilaisilla ruokavaliolla. Rasvamassan vähenemisen kannalta oleellista on, että energiansaanti on pienempää kuin energian kulutus. Kaikki ruokavaliot eivät kuitenkaan ole terveysvaikutuksiltaan saman arvoisia. (Freedman ym 2011.) Yleensä tutkimuksissa käytetyt vähäenergisien ruokavalion energiamäärät ovat olleet noin 5,0–6,3MJ/vrk (1200-1500 kcal/vrk). Toinen yleinen tapa kehonkoostumuksen muutoksen mittaamiseen tutkimuksissa on ollut vähentää päivittäistä energiansaantia 2,1–4,2 MJ/vrk (500-1000Kcal). Tämän suuruisella energiavajeella tutkittavien paino on pienentynyt keskimäärin 3–11% (4-12kg) 4-36 kuukauden aikana. (Glenn ym. 1997, Mulrov ym. 2000.)

Rollsin ym. (2005) mukaan kehon koostumuksen muutoksiin vaikuttavat ruokavaliossa erityisesti annosten energiatiheys sekä annoskoko. Suuresta energiatihedystä sekä tähän

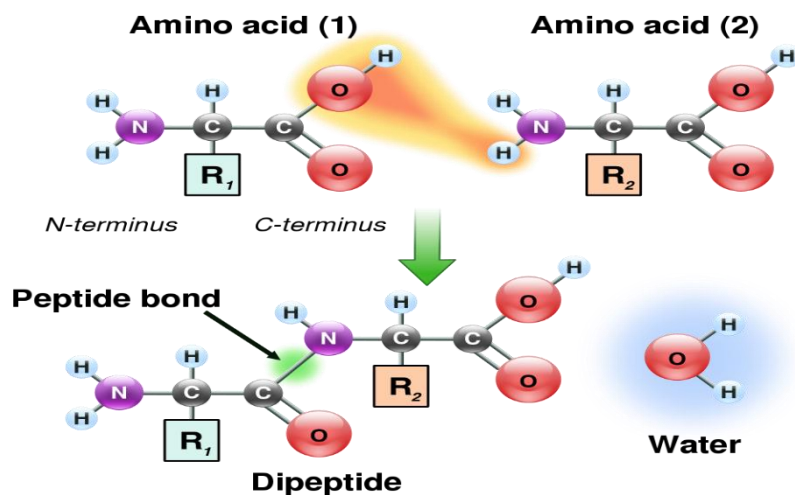
suhteutetusta pienemmästä annosten koosta aiheutuu helposti yli tarpeen syömistä. Tämä johtaa lihomiseen. Pienemmän energiantiheyden ruuat yhdistyvät taas suurempaan annoskokoon ja kylläisyyden tunteeseen, joka helpottaa painon hallintaa. (Rolls ym. 2005.)

Näiden lisäksi ruokavalion sisällöllä saavutettuun kehon koostumukseen vaikuttaa proteiinin, rasvan sekä kuidun määrä (Rolls ym. 2005). Prentice ja Jebb (2003) havaitsivat, että useammat pikaruuat ja ruokien suurentuneet annoskoot lisäävät alttiutta lihomiselle. Myös Pereira ym. (2005) totesivat, että ruuat kuten pizza, hampurilaiset ja ranskalaiset altistavat lihavuudelle. Selitys tälle vaikuttaa löytyvän vastaavien ruokien suuresta energiantiheydestä (noin 100kj/100g). Tämä on moninkertainen määrä ruokien suositeltuun energiantiheyteen (noin 525kj/100g). (Pereira ym. 2005.) Energiatiheyden vähentämiseksi suositellaan esimerkiksi runsaasti rasvaa ja sokeria sisältävien ruokien välttämistä sekä kuitupitoisten ruokien suosimista. Ruokajuomaksi ehdotetaan vettä. (Pereira ym. 2005.)

### 3 PROTEIININ RAKENNE JA VAIKUTUS KEHONKOOSTUMUKSEEN

Proteiini on tärkeä makroravinne, jonka tehtävänä on muodostaa kehossa uusia kudoksia, kuten lihaskudoksia ja sidekudoksia. Iho, luusto ja sisäelimet sekä veressä olevat proteiinit kuuluvat elimistön suurimpiin proteiinikeskittymiin. Proteiineilla on elimistössä myös monia muita tärkeitä tehtäviä, esimerkiksi nestetasapainon säätelyssä (solukalvojen elektrolyyttipumput, veren albumiini), erilaisissa kuljetustehtävissä (esimerkiksi hemoglobiini ja ferritiini), vasta-aineina toimimisessa (immunoglobuliinit) ja hormoneina toimimisessa (esimerkiksi kasvuhormoni ja insuliini). Proteiinit toimivat myös entsyymeinä kehon kemiallisissa prosesseissa. (Ilander ym. 2018, 193.)

Proteiinit koostuvat peptidisidoksilla toisiinsa liittyneistä aminohapoista (kuva 1). Proteiinit muodostuvat pitkistä aminohappoketjuista eli polypeptideistä, jotka sisältävät jopa tuhansia aminohappoja. Ihmisen keho taas sisältää kymmeniä tuhansia erilaisia proteiineja. Aminohapot ovat orgaanisia happoja, jotka koostuvat typpipitoisesta aminoryhmästä, karboksyylihapporyhmästä sekä sivuketjusta. Yhteensä ihmiskehossa on 20 erilaista aminohappoa. Aminohapot luokitellaan välttämättömiin ja ei välttämättömiin aminohappoihin. Välttämättömiä aminohappoja on 8. Keho ei pysty valmistamaan näitä itse, joten ne on saatava ravinnosta. Loput 12 aminohappoa keho pystyy valmistamaan itse muista lähtöaineista. (Ilander ym. 2018, 194.)



KUVA 1. Aminohappojen liittyminen dipeptideiksi. (Biology crash course 2022)

Yksi proteiinin tärkeistä tehtävistä on lihasproteiinin muodostus. Lihasproteiinia rakennetaan ja hajotetaan kehossa jatkuvasti. Aminohapot toimivat lihasproteiinin rakennusaineena ja anabolisena säätelytekijänä. Ruuasta saadun proteiinin avulla lihasproteiinitaso nousee positiiviseksi eli lihasproteiinia syntyy suuremmalla nopeudella kuin sitä hajotetaan. Tämä johtaa siihen, että kehon on mahdollista muodostaa uutta lihaskudosta ja lisätä näin elimistön lihasmassaa. Kehoa kuormittava vastusharjoittelu saa aikaan lihassolujen mikroaurioita. Positiivisen lihasproteiinitason saavuttaminen edistää mikroaurioiden korjaamista ja uusien proteiinirakenteiden luomista. Tämä luo edellytykset lihasmassan kasvamiselle. (Ilander ym. 2018, 194–195.)

Elimistön normaalin toiminnan edellytysten luomisen lisäksi riittävällä proteiinin saannilla vaikuttaisi olevan muitakin suotuisia vaikutuksia elimistöön. Einstein ym. (2002) kertovat proteiinilla olevan tehokas kyky säädellä nälän tunnetta ja pitää yllä kylläisyyttä verrattuna muihin makroravintoaineisiin. Tämä edellyttää, että makroravinteiden sisältämiä kokonaisenergiämääriä verrataan keskenään. Tämän esitetään olevan yksi tekijä, jonka takia ruokavalion proteiinin määrän olisi suotuisaa olla n. 15–25% energiansaannista. Ruokavalion korkea proteiinin määrä voi helpottaa esimerkiksi painon pudottamisessa, ruokavalion noudattamisessa ja nälän säätelyssä. Toisaalta Einstein ym. (2002) muistuttavat, että yli 25% päivittäisen energiansaannin ylittävästä proteiinin saannin vaikutuksesta terveyteen ei ole riittävästi tutkimusnäyttöä pitkiltä tutkimusjaksoilta. (Einstein ym. 2002.)

Riittävällä proteiinin saannilla on todettu olevan positiivinen vaikutus painonhallintaan ja rasvamassan määrään (Einstein ym. 2002). Proteiinin lisäyksellä on todettu olevan suora vaikutus myös kehon lihasmassaan. Proteiinin vaikutusta lihasmassan määrään voidaan tehostaa aktiivisella vastusharjoittelulla. Näin todettiin Morton ym. proteiinia käsittelevässä meta-analyysikatsauksessa, jossa tutkittiin proteiinilisän vaikutusta kehonkoostumukseen, lihasmassaan sekä voimantuottoon. (Morton ym. 2020.) Tämä aihealue on jo aiemmin laajasti tutkittu kokonaisuus, mutta aiheesta on löydetty aikaisemmin osittain ristiriitaista näyttöä. Reidyn ym. 2016 kokoamassa kirjallisuuskatsauksessa arvioitiin proteiinilisän ja/tai aminohappolisän vaikutusta lihasmassaan yhdistettynä vastusharjoitteluun. Havaintona oli se, että tutkimusten tuloksissa oli paljon hajontaa. Proteiinilisällä/aminohappolisällä havaittiin kuitenkin pieni tilastollinen merkitsevyys lihaskasvun kanssa. Tuloksissa korostettiin kuitenkin sitä, että aihe vaatisi lisää tutkimusta ristiriitaisen näyttönsä takia. Yhtenä ongelmakohtana Reidyn ym. (2016) tutkimuksessa pidettiin vähäistä standardointia eri

kehonkostumusmittareiden käytössä. Esimerkiksi vain harvassa tutkimuksessa oli kerrottu yleisimmin kehonkoostumusmittarina käytetyn DXA-skannauksen standardoinnista. Toisaalta on hyvä muistaa, että testi ei osaa ottaa huomioon tarkasti kehon lihasmassan määrää, sillä mittaus ei ota huomioon esimerkiksi mahdollista sisäelinten massan tai viskeraalirasvan muutosta. Tämän takia kehon rasvattoman massan osuus olisi syytä jakaa eri kehon segmentteihin. (Reidy ym. 2016.)

Robert W. Mortonin ym. (2020) uudessa meta-analyysissä selvisi, että proteiinilisä kasvatti lihasmassan lisäksi merkittävästi myös voimantuottoa, kun tämä yhdistettiin vastusharjoitteluun. Tämä löydös on linjassa aikaisemmin Germakin ym. (2012) koostaman meta-analyysin kanssa. Kyseinen meta-analyysi on suurin julkaistu tutkimuskokonaisuus proteiinilisan vaikutuksesta voimantuottoon sekä kehon rasvattoman massan määrään. Kokonaisuus sisältää tutkimusdatan yhteensä 22 tutkimuksesta ja 680 tutkittavasta. (Germak ym. 2012.)

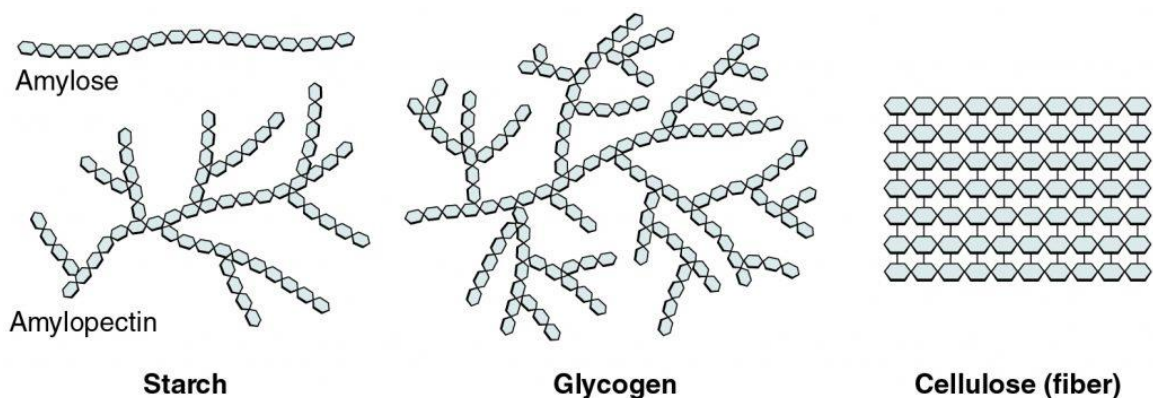
Morton ym. (2020) eivät kuitenkaan havainneet proteiinista olevan ylimääräistä hyötyä lihasmassan tai voiman lisäyksessä, kun sen päivittäinen saanti ylitti 1,6 g/kg rajan. Meta-analyysissä kerättiin dataa yhteensä 49 eri tutkimuksesta. Tutkittavia oli yhteensä 1863. Tutkimuksessa havaittiin, että vastusharjoittelua aiemmin tehneet koehenkilöt hyötyivät enemmän ylimääräisestä proteiinista verrattuna harjoittelemattomiin. Toisena havaintona oli se, että kehon rasvattoman massan määrän nousu vasteena proteiinille ja vastusharjoittelulle oli vähäisempää ikääntyneillä henkilöillä. Mortonin ym. (2020) meta-analyysiin hyväksyttiin mukaan tutkimukset, joiden kesto oli vähintään 6 viikkoa ( $13 \pm 8$  viikkoa) ja joissa tutkittavat tekivät vastusharjoittelua vähintään kaksi kertaa viikossa ( $3 \pm 1$  päivää/viikossa). Vastusharjoittelu sisälsi 1-14 liikettä harjoittelukertaa kohden ( $7 \pm 3$  liike/harjoitus). Tehtyjen liikkeiden sarjojen määrä vaihteli 1 ja 12 välillä ( $4 \pm 2$  sarjaa/liike) ja toistojen määrä 3-25 välillä ( $9 \pm 4$  toistoa/sarja).

Energiavaje ei ollut hyväksytty muuttuja meta-analyysiin sisällytetyissä tutkimuksissa ja vain ihmisillä tehdyt tutkimukset hyväksyttiin kokonaisuuteen. Tutkimusten tuli olla myös kirjoitettu englanniksi. Tutkimuksissa ylimääräisenä nautitun proteiinin vaihteluväli oli aikuisilla 4 g-106 g päivässä:  $36 \pm 30$  g/päivässä; nuoret:  $42 \pm 32$  g/päivässä; ikääntyneet:  $20 \pm 18$  g/päivässä). (Morton ym. 2020.)

Bray ym. (2012) tutkivat RCT- tutkimuksessaan proteiinin saannin vaikutusta painon nousuun, kehonkoostumukseen sekä energian kulutukseen 18–35-vuotiailla. Tutkittavien painoindeksi vaihteli 19 ja 30 välillä. Tutkittavat oli jaettu kolmeen eri ryhmään, jotka olivat matalan proteiinin saannin ryhmä, normaalin proteiinin saannin ryhmä sekä korkean proteiinin saannin ryhmä. Matalan proteiinin saannin ryhmän makroravinnepitoisuus oli 6 % proteiineja, 52 % rasvaa ja 42 % hiilihydraatteja. Normaalin proteiinin saannin ryhmän makroravinnepitoisuus oli 15 % proteiinia, 44 % rasvaa sekä 41 % hiilihydraattia. Korkean proteiinin saannin ryhmässä makroravinnepitoisuus taas oli 26 % proteiinia, 33 % rasvaa ja 41 % hiilihydraattia. Ryhmien välinen hiilihydraatin määrä sekä kokonaisenergiansaanti oli vakioitu. Tutkittavien tuli syödä päivittäin noin 40 % (945 kcal) yli päivittäisen energian tarpeen. Tutkimustuloksista tehtiin havainto, että matalan proteiinin saannin ryhmällä oli 8 viikon tutkimusjakson aikana vähiten painon nousua (3,16 kg). Normaalin proteiinin saannin ryhmällä havaittiin 6,05 kg painon nousu ja korkean proteiinin saannin ryhmällä 6,51 kg painon nousu. Toisaalta huomionarvoista oli se, että kummankin korkeamman proteiinin saannin ryhmän painon nousu koostui huomattavasta kehon rasvattoman massan noususta (2,87 kg ja 3,18 kg). Näiden ryhmien lepoinnenvaihdunta kasvoi 160-227 kcal verrattuna matalan proteiinin saannin ryhmään. Tuloksissa nostettiin myös esille, että rasvamassa lisääntyi samassa suhteessa kaikilla ryhmillä. Lopussa huomautettiinkin, että kontrolloiduissa olosuhteissa ylimääräisen energian määrä ratkaisee rasvamassan kerääntymisen määrän. Makroravinnepitoisuudella, kuten proteiinin määrää säätelemällä, pystytään vaikuttamaan kuitenkin kehon koostumukseen. (Bray ym. 2012.)

#### 4 HIILIHYDRAATIN RAKENNE JA VAIKUTUS KEHONKOOSTUMUKSEEN

Hiilihydraatit muodostuvat suureksi osin sokereista ja tärkkelyksestä. Sokerit rakentuvat monosakkarideista ja disakkarideista. Monosakkaridit rakentuvat yhdestä monomeeristä ja disakkaridit taas kahdesta monomeeristä. Monosakkarideja ovat esimerkiksi glukoosi, fruktoosi ja galaktoosi. Disakkarideihin kuuluu esimerkiksi tuttu pöytäsookeri eli sakkaroosi sekä laktoosina tunnettu maitosokeri. Kasveihin, kuten juureksiin, palkokasveihin ja viljoihin varastoitunutta hiilihydraattia kutsutaan tärkkelykseksi. Polysakkaridit muodostuvat taas, kun useat monosakkaridit liittyvät yhteen. Polysakkaridien ryhmään kuuluu Tärkkelys, glykogeni sekä kuitu. (kuva 2). Polysakkaridit ovat hiilihydraatteja, jotka koostuvat yli 10 monomeeristä. Hiilihydraatteihin lukeutuvat myös sokerialkoholit eli niin sanotut FODMAP-hiilihydraatit, joita ovat mm. ksylitoli, sorbitoli, maltitoli ja mannitoli. (Ilander ym. 2018, 135–138.)



KUVA 2. Erilaiset polysakkaridit ja näiden rakenne (Biology crash course 2022).

Ihmisen lihakset ja maksa varastoivat hiilihydraattia. Tätä energiavarastoa kutsutaan glykogeeniksi. Glykogenea käytetään energiana etenkin sykettä korkeaksi nostavassa liikunnassa. (Ilander ym. 2018, 137.) Suurin osa hiilihydraatista varastoidaan kehon lihaksiin. Lihaksen glykogeenivarastot ovat keskimäärin 80-kiloisella miehellä yhteensä noin 500 g. Tästä noin 400 g koostuu lihasglykogeenistä. Loput, noin 90-110 g hiilihydraatista, varastoidaan maksan glykogeenivarastoihin. Vain erittäin pieni osa hiilihydraatista on varastoitunut verenkiertoon (noin 2-3g). (McArdle ym. 2013, 12.)

Hiilihydraatilla on tärkeä rooli metabolian sekä urheilusuorituksen säätelyssä. Se osallistuu muun muassa proteiineja säästävään mekanismiin, keskushermoston toiminnan turvaamiseen sekä toimii energian lähteenä fyysisessä ponnistelussa. Hiilihydraattien proteiinia säästävällä



mekanismeilla on tärkeä rooli kehon rasvattoman kudoksen ylläpidossa. Kun kehossa on tarjolla vain niukasti hiilihydraattia, kehon proteiinin tarve korostuu. Tämä johtuu siitä, että proteiinia käytetään vain vähän energiaksi olosuhteissa, joissa hiilihydraattia on saatavilla runsaasti. Mikäli hiilihydraatin saatavuus kehossa on niukkaa, alkaa keho syntetisoida glukoosia aminohapoista. Aivot käyttävät normaaleissa olosuhteissa energianlähteenään lähes poikkeuksetta veren glukoosia. (McArdle ym. 2013, 14–15.)

Cribb ja Hayes (2006) kertovat hiilihydraattisäntä nauttimisella vastusharjoittelun yhteydessä olevan tärkeä rooli lihasglykokeenin säilymisen ja työkapasiteetin kannalta. Tällä näyttää olevan positiivinen vaikutus palautumisen nopeuteen ja mahdolliseen voiman sekä lihasmassan kehittymiseen. (Gibb ja Hayes 2006.) Harjoittelun kestoja muutettaessa myös hiilihydraattivalmisteen sisältöön tulisi keskittyä tarkemmin. Mitä pidemmästä ja kovatehoisemmasta harjoittelusta on kyse, sitä suurempaan rooliin hiilihydraatti energianlähteenä ja lisäravinteena nousee. Jentens ym. (2006) havaitsivat, että hiilihydraattisäntä, joka sisälsi yhdistelmän glukoosia, fruktoosia ja sakkaroosia paransi 20-55 % valmisteen imeytyvyyttä ja saatavuutta kehossa. Hiilihydraattivarastojen täyteydellä on iso vaikutus suorituksen tehon kannalta, joka voi pitkällä aikavälillä näkyä parantuneena kehonkoostumuksena lihasmassan mahdollisen kehittymisen osalta. Yleisimmin urheilussa hiilihydraattivalmisteenä käytetty maltodekstriini voidaan sekoittaa esimerkiksi eri lähteestä tulevan glukoosivalmisteen tai fruktoosin kanssa imeytyvyyden parantamiseksi. (Coombes ja Hamilton 2000.)

Ravinnon sisältämät hiilihydraatit sisältävät myös terveydelle välttämätöntä kuitua. Ravintokuidut rakentuvat pitkäketjuisista polymeereistä, jotka taas muodostuvat sokereista ja muista yhdisteistä, kuten fenoleista. Kuidut eivät pilkkoudu elimistössä, sillä ihmiskehon entsyymit eivät pysty pilkkomaan niitä. Kuiduilla on kuitenkin merkittävä rooli terveyden ja kehon toiminnan kannalta. Kuituja saadaan ravinnon mukana kasvikunnan tuotteista, kuten viljoista, kasviksista ja hedelmistä. Kuidut hidastavat ruokamassan sulamista vatsalaukussa sekä hiilihydraattien imeytymisnopeutta. Ravintokuidut myös pienentävät ruuan energiatiheyttä. Kuidut voidaan jaotella liukoisiin ja liukenemattomiin kuituihin. Kummallakin näistä on omat vaikutuksensa kehon toiminnassa. (Ilander ym. 2018, 185–188.) Liukoisten kuitujen tärkeimpiä terveyshyötyjä ovat metabolisen oireyhtymän riskin vähentäminen, kolesterolipitoisuuden pienentäminen, sydän ja verisuonitautien ehkäisy (Theuwissen ja Mensink 2008) sekä verenpaineen alentaminen (Andersson ym. 2009). Liukoiset kuidut on

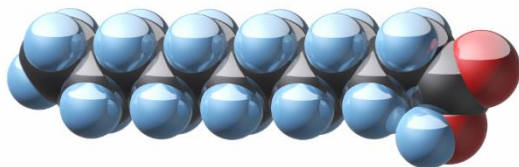
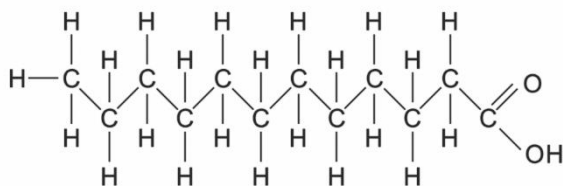
myös yhdistetty laihtumiseen niiden aikaansaaman kylläisyyden tunteen sekä ravinnon hitaamman imeytymisen takia (Wanders ym. 2011). Ravintokuituja tulisi saada ravinnosta niiden terveyshyötyjen takia noin 3 g/MJ tai 12 g/1000kcal (VRN 2014, taulukko 5.12.).

Liukenemattomien ravintokuitujen terveyshyötyjä ovat muun muassa sepelvaltimotaudin sekä aivoinfarktin riskin pieneneminen (Threapleton ym. 2013) ja tyypin 2 diabeteksen ehkäisy (Yao ym. 2014). Kuituihin lukeutuvien prebioottien tunnetaan myös vaikuttavan myönteisesti lihavuuden ja metabolisten sairauksien ehkäisyssä (Parnell ja Reimer 2012).

Kuidun lisäämistä ruokavalioon suosittelevat myös Liu ym. (2003), joiden mukaan kuitu pitää hyvin yllä kylläisyyden tunnetta. Suurentunut kylläisyyden tunne taas johtaa yleensä vähentyneeseen syömiseen ja pienempään energian saantiin. Pienentynyt energiansaanti johtaa rasvamassan vähenemiseen, mikäli tämän avulla saavutetaan energiavaje. (Liu ym. 2003.)

## 5 RASVAN RAKENNE JA VAIKUTUS KEHONKOOSTUMUKSEEN

Rasvojen saanti on yksi terveellisen ruokavalion kulmakiviä. Toisaalta rasvojen laatu eroaa paljon terveysvaikutuksiltaan toisistaan, minkä takia ei ole yhden tekevää, minkälaista rasvaa ravinnosta saadaan. Rasvojen tehtävänä kehossa on muun muassa hormonien rakennus sekä osallisuus hermoston ja geenien toiminnassa, immuunivasteen kehittämisessä sekä immuunitoiminnan ylläpitämisessä. Rasvat koostuvat 90–95 % triglyserideistä. Triglyseridimolekyylit rakentuu glyseolityimestä, johon kiinnittyy kolme rasvahappomolekyylit (kuva 3). Triglyseridin lisäksi rasvat koostuvat fosfolipideistä sekä steroleista, kuten kolesterolista. Rasvahapot eroavat toisistaan hiiliketjun pituuden perusteella. Rasvahapot jaetaan hiiliketjun rakenteen mukaan tyydyttyneisiin, yksittäistyydyttymättömiin sekä monitydyttymättömiin rasvahappoihin. (Ilander ym. 2018, 230.) Näitä kutsutaan kansankielisesti joko koviksi tyydyttyneiksi rasvoiksi tai pehmeiksi tyydyttymättömiksi rasvoiksi. Osaa rasvahapoista kutsutaan välttämättömiksi rasvahapoiksi, sillä keho ei pysty itse tuottamaan niitä. Nämä ovat alfa-linoliinihappo (ALA) ja linolihappo (LA). Näiden riittävä saanti ruokavaliosta on muun muassa hormonivasteen toiminnan, tulehdusreaktioiden säätelyn sekä sisäelinten toiminnan kannalta oleellisessa roolissa. Tämän takia näiden riittävä saanti ruokavaliosta on välttämätöntä. Rasva varastoidaan kehossa rasvakudokseen, josta sitä pystytään hyödyntämään energiana elimistön tarvitsemiin prosesseihin. Rasvan suuren energiatihedyyden ja tehokkaan varastoinnin takia keholla on saatavilla aina suuri määrä energiaa pitkäksi aikaa. Energiavaraston suuruus on laskettavissa kehon rasvaprosentista. (Ilander ym. 2018.)



Lauric acid (C<sub>12</sub>H<sub>24</sub>O<sub>2</sub>)

### Fatty Acids

KUVA 3. Rasvahappojen rakentuminen (Biology crash course 2022).

Astrupin ym. (2000) 16 tutkimuksesta koostetun katsausartikkelin mukaan ruokavalion rasvan määrän vähentäminen laski tutkittavien painoa noin 3 kg 2-12 kuukauden aikana. Katsausartikkelissa todetaan, että rasvan vähentäminen vaikuttaa painon laskuun ilman tutkittavien tietoista energian vähentämistä. (Astrup ym 2000.) Toisaalta Pirozzo ym. (2005) totesivat, ettei erittäin vähärasvaisesta ruokavaliosta ollut hyötyä painon hallinnassa. Erittäin vähärasvaiseksi ruokavalioksi laskettiin kaikki alle 20 E% tai 20–30 g/vrk rasvaa sisältävät ruokavaliot. Erittäin vähärasvaisen ruokavalion pitkäaikaisvaikutukset terveyteen eivät myöskään ole täysin selvillä, minkä takia sitä ei suositella käytettäväksi pitkiksi ajanjaksoiksi kerrallaan. (Pirozzo ym. 2005.)

## 6 RUOKAPÄIVÄKIRJAT

Ravinnosta saadun energian mittaaminen on oleellista, jotta ruokavalion vaikutusta terveyteen ja kehon koostumukseen voidaan tutkia. Ruokailujen kirjaaminen on käytännöllinen tapa mitata energian saantia ravinnosta. Sarlio-Lähteenkorva ym. (2009) mukaan seurantalomakkeen hyödyntäminen ruokailujen energiamäärän arvioinnissa helpottaa kehonkoostumuksessa tapahtuvien pitkäaikaisten muutosten seuraamista. Seurantalomakkeen avulla pystytään myös arvioimaan energiaravintoaineiden määrää ja suhdetta toisiinsa. Näiden arvioimisen tarkkuutta parantaa annostaulukon hyödyntäminen ruokailujen yhteydessä. (Sarlio-Lähteenkorva ym. 2009.) Helpoin ja kustannustehokkain tapa seurata kehon painon sekä kehonkoostumuksen muutoksia on säännöllinen painon mittaaminen sekä antropometriset mittaukset kuten olkavarren ympärysmittan mittaaminen. Nämä mittaustavat sopivat hyvin ruokapäiväkirjojen ja muiden energiansaannin arvioimiseen käytettyjen menetelmien tueksi. (Ahmed ja Haboubi 2010.)

Ruokapäiväkirjat ovat yksi yleisesti käytetyistä menetelmistä, joiden avulla pystytään arvioimaan ravinnosta saadun energian määrää. Ruokapäiväkirjat ovat yleisesti käytetty menetelmä energian saannin laskemiseen ja energian kulutuksen luotettavuuden arvioimiseen. Ruokapäiväkirjoja pidetään yleisesti riittävän luotettavana menetelmänä ravinnon energiamäärän arvioimisessa. Biloft-Jensen ym. (2009) muistuttavat tutkimuksessaan, että yhtenä ruokapäiväkirjojen haasteena niiden luotettavuuden suhteen voidaan pitää energian saannin aliraportointia. Aliraportointi tapahtuu usein tiedostamattomasti, mutta haasteena on myös tutkittavien kokemattomuus ruokamäärien arvioinnissa, mikä lisää virheen mahdollisuutta. Energiamäärän aliraportointi vaikuttaa olevan yleistä erilaisissa ravitsemustutkimuksissa kaikissa ikäryhmissä.

Biloft-Jensen ym. (2009) havaitsivat tutkimuksessaan, että energiansaannin aliraportointia tapahtui tutkittavien aikuisten koehenkilöiden parissa (Biloft-Jensen ym. 2009). Energian saannin aliraportointi havaittiin myös yleiseksi haasteeksi Forrestalin (2011) lasten syömiskäyttäytymistä seuraavassa kirjallisuuskatsauksessa (Forrestal 2011). Myös iäkkäiden henkilöiden ravitsemusta tutkittaessa havaittiin aliraportointia energiansaannissa (Shahar ym. 2010). On myös havaittu, että aliraportointia tapahtuu huomattavasti enemmän henkilöillä, joilla on korkea rasvaprosentti verrattuna normaalipainoisiin tutkittaviin (Knudsen ym. 2011).

Riittävän hyviä ruokailutottumuksia voidaan pitää oleellisena tekijänä kehonkoostumuksen sekä terveen ja hyvinvoivan kehon kannalta. Vaikka ruokapäiväkirjat ovatkin yleisesti käytetty menetelmä ruokailutottumusten ja energiansaannin arvioimiseksi, on niillä kuitenkin muitakin käytön rajoitteita kuin tutkittavien energianmäärän aliraportointi. Muita rajoittavia tekijöitä ruokapäiväkirjojen käytössä energiansaannin arviointiin on esimerkiksi niiden vaatimat suuret ajalliset resurssit tutkijoilta. Ruokapäiväkirjojen tekeminen riittävällä tarkkuudella on myös osoittautunut haastavaksi kokemattomilla tutkittavilla. (Biltoft-Jensen ym. 2009.)

Tutkittavien aikaresurssit sekä riittävän tarkkuuden saaminen ruokapäiväkirjoihin on tärkeimpiä syitä sille, miksi ruokapäiväkirjojen täyttämiseen ja niiden arvioimiseen on käytetty tutkimuksessa niin monenlaisia malleja. Rajoittavista tekijöistä huolimatta ruokapäiväkirjoja pidetään kuitenkin tehokkaana tapana kerätä tietoa ihmisten ruokailutottumuksista. (Biltoft-Jensen ym. 2009.)

## **6.1 Esitötetyt ruokapäiväkirjat**

Esitötetyt ruokapäiväkirjat ovat yleisimmin käytössä oleva tapa arvioida energiansaantia ravitsemustutkimuksissa. Esitötetyt ruokapäiväkirjat eroavat toisistaan yleisimmin lähinnä datan keräämisen kestoiltaan. Andersen ym. (2004) vertailivat lasten ruokailutottumuksia käsittelevässä tutkimuksessaan 4 päivän mittaisia ruokapäiväkirjoja 7 päivän mittaisiin esitötettyihin ruokapäiväkirjoihin. Tarkoituksena oli arvioida eri ruokapäiväkirjamallien tarkkuutta energian saannin arvioimisessa. Tutkimusten tuloksia verrattiin AntiReg-liikemonitorista saatuun energian kulutuksen arvioon. Tutkimustuloksena oli se, että laskennallinen energiansaanti oli 34 % pienempi kuin arvioitu todellinen energian kulutus 4 päivän ruokapäiväkirjoissa. 7 päivän ruokapäiväkirjoissa laskennallisen energiansaannin ero energian kulutukseen oli 24 %. Tutkijat huomauttavat kuitenkin, että tuloksissa oli merkittävää vaihtelua tarkkuudessa tutkittavien kesken. (Andersen ym. 2004.) Tutkimustulokset olivat linjassa myös Forrestalin ym. (2011) tutkimuksen kanssa. Tähän tutkimukseen sisällytettiin yhteensä 28 eri ravitsemustutkimuksen tulokset. Yhdeksän näistä tutkimuksista oli tehty esitötettyjä ruokapäiväkirjoja hyödyntäen. Ruokapäiväkirjat olivat kestoiltaan 7–14 vuorokautta ja niissä oli arvioitu energiansaantia joko ruokia punnitsemalla tai ruokamääriä sanallisesti arvioimalla. Energiansaannin vaihteluväli oli viidessä tutkimuksessa 54 % ja 89 % välillä suhteessa mitattuun energian kulutukseen. Toisaalta neljässä 24 tuntia kestävässä ravitsemustutkimuksessa havaittiin, että energiansaanti oli joko yhtä suuri kuin energian

kulutus tai hieman yliporitoitu. Näissä tutkimuksissa energiansaanti oli 95 %-110 % energiankulutuksesta. (Forrestal ym. 2011.)

Stea ym. (2014) arvioivat tutkimuksessaan 60–80-vuotiaiden miesten energiansaannin arvioinnin tarkkuutta ruokapäiväkirjoja hyödyntämällä. Ruokapäiväkirjat olivat kestoltaan neljä vuorokautta. Energian kulutus oli arvioitu tässä tutkimuksessa SenseWear Pro3 -käsipannalla saman ajanjakson ajan. Tutkimustuloksena havaittiin, että energiansaanti oli 17–18% alhaisempi kuin mitattu energiankulutus. Tutkimuksen pohdinnassa nostettiin esille esitetyt ruokapäiväkirjojen hyvä soveltuvuus energiansaannin arvioimiseen iäkkäillä normaalipainoisilla miehillä. Myös tässä tutkimuksessa havaittiin ruokapäiväkirjojen huonompi soveltuvuus ylipainoisille koehenkilöille heikomman tarkkuuden takia. (Stea ym. 2014.)

Borch Myhre ym. (2018) vertailivat norjalaisilla aikuisilla tehdyssä tutkimuksessaan 7 päivän mittaisia esitetyt ruokapäiväkirjoja ruokapäiväkirjoihin, joissa oli käytetty menetelmänä ruokien punnitsemista. Toisena tutkimuksen kohteena oli raportoidun energiansaannin erot ryhmien välillä sekä mahdollinen aliraportointi. Esitetyt ruokapäiväkirjoja käyttävät tutkittavat pyydettiin täyttämään valmiiseen pdf-muotoon luotua ruokapäiväkirjapohjaa. Seitsemän vuorokauden jälkeen tutkittavat siirtyivät syömään aterioita, joiden sisältö oli punnittu seuraavan seitsemän vuorokauden ajaksi. Tutkimuksen päätöksensä oli, ettei ryhmien välillä ollut merkittävää eroa energiansaannissa. Joitain eroja havaittiin makroravintoaineiden jakautumisessa ja mikroravintoaineiden monipuolisuudessa tutkimusjakson aikana. Tutkimustulosten mukaan esitetyt ruokapäiväkirjat voivat olla hyvä vaihtoehto energiansaannin arvioimiseksi tutkittavilla. Ruoka-aineiden tarkka punnitseminen vaatii huomattavasti enemmän aikaa tutkittavilta, minkä takia sitä voi olla haastava toteuttaa tarkasti pitkiä aikoja. (Borch Myhre ym. 2018.)

## **6.2 Kuva-avustetut ruokapäiväkirjat**

Kuva-avustetut ruokapäiväkirjat ovat nostaneet suosiotaan viimeaikaisessa ravitsemustutkimuksessa. Yhtenä tekijänä tähän vaikuttaa olevan perinteisten, omaan raportointiin perustuvien ruokapäiväkirjojen rajoittavat tekijät. Yleisimpiä rajoitteita omaan raporttiin perustuvissa ruokapäiväkirjoissa ovat muun muassa tiedostamaton ruokien

aliraportointi ja tiedostamaton aliraportointi ruoka-aineissa, jotka yhdistetään mielikuvissa epäterveelliseen ruokavalioon, kuten korkean rasva- tai sokeripitoisuuden ruoka-aineet. Yksi virhelähde perinteisissä ruokapäiväkirjoissa on terveelliseksi miellettyjen ruoka-aineiden yliportointi. Tällaisia ovat esimerkiksi kasvikset ja hedelmät. Myös ruoka-annosten koon arviointiin yhdistyy kokemattomilla tutkittavilla huomattava virheen mahdollisuus. Ruokapäiväkirjat, joissa raportointia on avustettu erilaisilla kuvilla annoksista, voivat mahdollistaa kokeneiden tutkittavien käytössä paremman tarkkuuden tulosten arvioinnissa. (Basiotis ym 1987.) Goris ym. (2000) havaitsivat samankaltaisuutta tuloksissaan verratessaan kuva-avustettuja ruokapäiväkirjoja perinteisiin omaan raportointiin perustuviin ruokapäiväkirjoihin. Samalla tutkimuksessa huomattiin, että ruokapäiväkirjoja täyttävillä koehenkilöillä oli taipumusta painon putoamiseen. (Goris ym. 2000.)

Höchsmann ym. (2005) havaitsivat kuva-avustettujen ruokapäiväkirjojen ylittävän tarkkuudessaan usealla osa-alueella energian saannin arvioinnin verrattuna perinteisiin ruokapäiväkirjoihin. Kirjallisuuskatsaus kävi läpi 278 kirjallisuusartikkelia ravitsemukseen liittyen. 47 artikkelia ja 12 erilaista metodia kuva-avusteisten ruokapäiväkirjojen käytöstä energiansaannin arvioimiseen saavuttivat tutkimuksen laatuvaatimuksen. Kuva-avusteisten ruokapäiväkirjojen tekemiseen hyödynnettiin digitaalisia videokameroita, älypuhelimia ja muita laitteita taltioimaan mahdollisimman helposti ja tehokkaasti tutkittavien ruoka-ainevalintoja. Tämän menetelmän avulla pystyi myös arvioimaan ruokailusta yli jääneen ruokahävikin määrän. Valokuvat punnituista ruuista toimivat tutkimuksessa vertailukohtana kuva-avustettujen ruokapäiväkirjojen analysoinnissa. Valokuvat ruoka-annoksista lähetettiin arvioitaviksi taholle United States Department of Agriculture's (USDA) Food and Nutrient Database for Dietary Studies (FNDDS). Myöhemmin kokeneet tutkijat analysoivat kuvat tietokoneohjelman avulla, jolla pystyttiin arvioimaan ruuan kokonaismäärää, ruokahävikkiä sekä energiansaantia. Tutkimuksessa havaittiin merkittävä korrelaatio kuva-avustettujen ruokapäiväkirjojen sekä punnittujen ruokien energiansaannin välillä ( $r=0.92$ ). Pohdinnassa Höchsmann ym. (2005) muistuttavat, että kuva-avustetuissa ruokapäiväkirjoissa on myös haasteensa ja mahdollisuus virhearviointeihin. Aiheesta on saatavilla vain rajallinen määrä tutkimusta, mikä myös vaikuttaa osaltaan näiden metodien luotettavuuteen. (Höchsmann ym. 2005.)

Martin ym. (2012) tutkivat kuva-avustettujen ruokapäiväkirjojen avulla päivittäistä energian saantia RFPM-metodin avulla (Remote Food Photography Method). Tässä menetelmässä



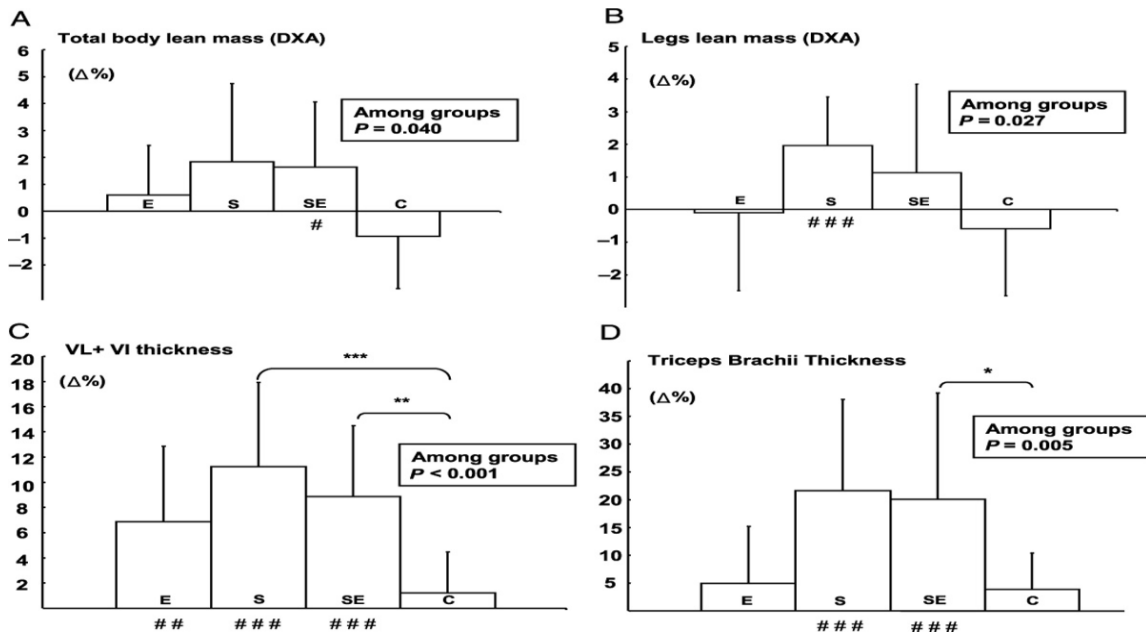
tutkittavat ottivat syödyistä annoksistaan älypuhelimella kuvia, jotka lähetettiin tutkijoille arvioitavaksi heti, kun mahdollista. Tutkittavat jaettiin kahteen ryhmään. Ensimmäinen ryhmä (N=24) käytti tavanomaista ruokapäiväkirjaa energian määrän arvioimiseen. Toinen ryhmä (N=16) käytti RFPM-metodia energiansaannin arviointiin. Aluksi kaikki tutkittavat tekivät kuuden päivän ajalta energiansaannin arvion hyödyntäen DLW-menetelmää. Tämän jälkeen tutkittavat mittasivat energiansaantiaan 6 päivää RFPM-menetelmän avulla. Tutkimustuloksissa osoitettiin, että kyseisellä menetelmällä arvioitu päivittäisen energiansaanti arvioitiin noin 270 kcal pienemmäksi verrattuna DLW-menetelmällä mitattuun energiansaantiin. (Martin ym. 2012.)

## 7 VASTUSHARJOITTELUN VAIKUTUS KEHONKOOSTUMUKSEEN

Vastusharjoittelulla on todettu olevan kehon terveyden ja suorituskyvyn osalta suotuisia vaikutuksia. Suorituskyvyn muutokset tapahtuvat linjassa kehonkoostumusten muutosten kanssa. Kehonkoostumuksen muutokset tapahtuvat pääasiallisesti lihaksen poikkipinta-alan kasvaessa sekä rasvamassan määrän muuttuessa. (Westcott 2012.) Lihaksen poikkipinta-alan kasvaminen ja kehon rasvattoman massan kasvu on hidas prosessi. Westcott ym. (2009) havaitsivat 10 viikon mittaisen ohjatun vastusharjoittelujakson kasvattavan kehon rasvattoman massan määrää keskimäärin 1,35 kg. (Westcott ym. 2009.)

Vastusharjoittelulla pyritään yleensä lisäämään kehon rasvattoman massan määrää ja vähentämään rasvamassaa. Kehonkoostumuksen muutosten kannalta on oleellista, miten vastusharjoittelu on toteutettu. Häkkinen ym. (2002) esimerkiksi havaitsivat raskaan vastusharjoittelun olevan erityisen tehokas tapa lisätä ikääntyneiden miesten sekä naisten rasvattoman massan määrää. (Häkkinen ym. 2002.) Korkean työmäärän vastusharjoittelu näyttää myös johtavan huomattavasti parempiin muutoksiin kehonkoostumuksellisesti verrattuna korkean intensiteetin ja matalan työmäärän harjoitusohjelmiin (Kraemer ym. 2000).

Sillanpää ym. (2008) taas tutkivat miten 21 viikon mittainen voimaharjoittelu vaikutti kehonkoostumukseen verrattuna kestävyysharjoitteluun tai voima- ja kestävyysharjoittelun yhdistelmään. Kehon rasvaton massa kasvoi merkittävästi voimaharjoitteluryhmässä verrattuna kestävyysharjoitteluryhmään. Voimaharjoittelu yhdistettynä kestävyysharjoitteluun lisäsi myös tutkittavien rasvatonta massaa sekä vähensi rasvamassaa verrattuna ryhmään, joka teki pelkästään kestävyysharjoittelua. Tuloksissa havaittiin myös vyötärön ympärysmittan kaventuneen keskimäärin 2,9 cm voimaharjoitteluryhmällä. Kestävyysharjoitteluryhmällä muutokset eivät olleet merkittäviä. (Sillanpää ym. 2008.)



KUVA 4. Kehon rasvaton massa (A), jalkojen rasvaton massa (B) muutokset 21-viikon harjoittelujakson aikana E = kestävyys, S = voima, SE = yhdistetty voima- ja kestävyysryhmä, ja C = kontrolliryhmä. # # #  $P < 0.001$ , #  $P < 0.05$  merkittävä muutos ryhmien välillä viikolta 0 viikkoon 21. (Sillanpää ym. 2008.)

Sigal ym. (2014) havaitsivat samankaltaisia tuloksia vastusharjoittelulla. Myös heidän tutkimuksessaan vastusharjoittelu kasvatti tehokkaammin kehon rasvatonta massaa ja vähensi rasvamassaa ja painoindeksiä, kun sitä verrattiin kestävyysharjoittelun aikaansaamiin muutoksiin. Myös vyötärön ympärysmitta kapeni tehokkaammin vastusharjoitteluryhmällä. (Sigal ym. 2014.)

## 7.2 Harjoittelutauon vaikutus kehonkoostumukseen

Harjoittelutauolla on todettu olevan vaikutusta kehonkoostumuksen muutoksiin. Iso osa tutkimuksista keskittyy tutkimaan lihasmassassa ja voimaominaisuuksissa tapahtuvia muutoksia. Tokmakidis ym. (2009) selvittivät 12 viikon mittaisen harjoittelutauon vaikutusta lihasmassaan ja voimaan ikääntyneillä tutkittavilla. Harjoitustaukoa edelsi 12 viikon mittainen korkean tai kohtalaisen intensiteetin harjoittelujakso. Kummankin ryhmän lihasmassa ja voimaominaisuudet pienenevät harjoittelutauon aikana. Kummassakin ryhmässä lihasmassan määrä oli kuitenkin korkeampi verrattuna lähtötasoon. Korkealla intensiteetillä harjoitelleella ryhmällä lihasmassan ja voiman väheneminen oli voimakkaampaa verrattuna kohtalaisen

intensiteetin ryhmään. Toisaalta voiman ja lihasmassan kasvu harjoittelujakson aikana oli ollut suurempaa. Tulokset olivat tällä ryhmällä lähtötasoa paremmat. (Tokmakidis ym. 2009.)

Glensen ym. (2018) tutkimukseen osallistui yliopistotasolla pelaavia kokeneita rugby pelaajia (n=14). Pelaajat pitivät harjoittelukauden yhteydessä 4 viikon mittaisen harjoittelutauon. Tauon tarkoituksena oli seurata rugby pelaajien liikkumis- ja ruokailutottumuksia aikataulutetun harjoittelujakson ulkopuolella. Harjoittelutauon jälkeen mitattiin pelaajien suorituskykyä ja kehonkoostumuksen muutoksia. Pelaajien suorituskyky parani kaikilla testatuilla osa-alueilla. Toisaalta pelaajien rasvaprosentti nousi noin 2,5 %, joka tarkoitti pelaajilla keskimäärin 19,3% suhteellista nousua heidän rasvaprosenttissaan. Kehon massan muutos oli 1 % eikä tulos ollut merkitsevä. Pelaajien täyttämien aktiivisuuspäiväkirjojen mukaan he harrastivat säännöllisesti liikuntaa useita kertoja viikossa ilman harjoitteluohjelmaa. Toisaalta pelaajien täyttämien ruokapäiväkirjojen mukaan heidän ruokailutottumuksensa huononivat merkittävästi harjoittelutauon aikana. Tutkimuksessa todetaan, että ravitsemusneuvonta voisi olla pelaajille tarpeen pidempien harjoittelutaukojen aikana. (Glensen ym. 2018.)

Chen ym. (2005) muistuttavat myös, että painon tarkkailu ei ole aina hyvä tapa arvioida kehon terveyttä eikä se välttämättä sovellu alkavan ylipainon havaitsemiseen. He tutkivat nuorilla normaalipainoisilla naistanssijoilla (n=16) 8 viikon mittaisen harjoittelutauon vaikutusta kehonkoostumukseen ja insuliiniherkkyyteen. Harjoittelutauolla ei ollut vaikutusta kehon painoindeksiin, mutta kehon rasvaprosentti kasvoi. Rasvaprosentin nousu heijastui mittauksissa myös vyötärön levenemiseen. Tutkimukseen ei liittynyt erillistä ravitsemusohjausta tai ravitsemuksen seurantaa. (Chen ym. 2005.)

Kemmler ym. (2021) tutkivat ikääntyvien lihaviin 72-91-vuotiaiden miesten kehonkoostumuksen muutoksia (n=43) 18 kuukauden mittaisen yhtämittaisen harjoittelujakson jälkeen. Tätä seurasi 6 kuukauden seurantajakso, jonka aikana tutkittavat saivat liikkua ilman ohjausta tavanomaiseen tapansa. Kehonkoostumuksen muutokset arvioitiin DXA-mittauksella. Harjoittelujakso nosti huomattavasti vanhusten rasvattoman massan määrää sekä vähensi keskivartalon rasvamassan määrää. Harjoittelutauko taas vähensi kehon rasvattoman massan määrää (p=0.001) ja nosti rasvamassan määrää (p=0.003). Myös keskivartalon rasvamassan määrä kasvoi (p=0.059). Toisaalta kaikki harjoittelujakson aikaiset tulokset eivät olleet kadonneet vielä 24 kuukauden jälkeen harjoittelujakson loputtua. (Kemmler ym.2021.)

## 8 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEESIT

Tämän progradu- tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten kymmenen viikon mittainen harjoittelutauko vaikuttaa kehonkoostumukseen voimaharjoittelun aloittaneilla koehenkilöillä. Tämän tutkimuksen tuloksilla lisätään tietoa aiheeseen, jossa löytyy myös osittain ristiriitaista tutkimusnäyttöä. Tämän tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää aloittelevien kuntoilijoiden kanssa, arvioitaessa harjoittelun väliaikaisesta keskeytymisestä seuraavia kehonkoostumuksen muutoksia.

### 1. Tutkimuskysymys:

Havaitaanko tutkittavien ruokailutottumuksissa muutoksia harjoittelutauon ja harjoittelujakson välillä?

*Hypoteesi:*

Ei.

Tutkittavien kehonkoostumuksessa havaitaan todennäköisesti muutoksia harjoittelujakson ja harjoittelutauon välillä muuttuneen vastusharjoittelumäärän takia. Ruokailutottumusten muodostus ja muuttaminen tapahtuu ravitsemustutkimuksissa yleensä selkeällä ravitsemusohjauksella. Tutkimuksissa, joissa ei anneta ravitsemusohjausta, ei yleensä havaita selkeää muutosta ruokailutottumuksissa. Esimerkiksi Chen ym. (2005) eivät havainneet muutoksia ruokailutottumuksissa, kun ravitsemusohjausta ei oltu annettu tutkittaville. Tutkimuksen aikana havaittiin kuitenkin pieniä kehonkoostumuksellisia muutoksia harjoitustauon aikana. (Cen ym. 2005.)

### 2. Tutkimuskysymys:

Havaitaanko tutkittavien kehonkoostumuksessa muutoksia harjoittelutauon ja harjoittelujakson välillä?

*Hypoteesi:*

Kyllä.

Esimerkiksi Glensen ym. (2018) havaitsivat, että tutkittavilla tapahtui kehonkoostumuksessa muutoksia, kun urheilijat pitivät neljän viikon mittaisen harjoittelutauon (Glensen ym. 2018). Myös Chen ym. (2005) havaitsivat, että harjoittelutauko saattaa vaikuttaa jonkin verran kehonkoostumukseen, vaikka kehon painoindeksi pysyisikin samana (Chen ym. 2005). Toisaalta vaikuttaa siltä, että pidentynyt harjoittelutauko vähentää harjoittelujakson aikana saavutettuja kehonkoostumuksen muutoksia (Kemmler ym. 2021).

## **9 TUTKIMUSMENETELMÄT**

Tämä pro gradu -tutkielma on toteutettu osana Eeli Halosen ja Aapo Ranttilän väitöskirjaprojektia. Tässä luvussa avataan tarkemmin menetelmiä ja mittauksia, joita käytettiin tämän tutkimuksen tekemiseen. Jyväskylän yliopiston eettinen toimikunta on antanut lausuntonsa ennen tutkimuksen käynnistämistä.

### **9.1 Tutkittavat**

Tutkittavat olivat 18–40-vuotiaita perusterveitä miehiä ja naisia. Tutkittavien tuli täyttää seuraavat kriteerit osallistuakseen tutkimukseen: ei aiempaa säännöllistä voimaharjoittelutaustaa eikä mitään voimaharjoittelua viimeisen 12 kuukauden aikana. Painoindeksin tuli olla välillä 18,5–30 kg/m<sup>2</sup>, tutkittavan tuli olla tupakoimaton eikä meneillään saanut olla tulehduskipulääkitystä. Kestävyysharjoittelutaustaa ei saanut olla viimeisen kuuden kuukauden ajalta (yli kaksi kestävyysharjoitusta viikossa, joiden kesto oli yli 30 min). Tutkittavat eivät saaneet noudattaa erityisruokavaliota, kuten karppausta tai pätkäpaastoa. Tutkittavien tuli myös olla sekasyöjiä. Tutkittavia ohjeistettiin pitämään aktiivisuustasonsa samanlaisena kuin ennen sekä välttämään uusia fyysisesti kuormittavia liikkumismuotoja tutkimuksen aikana.

Tutkittavat rekrytoitiin Keski-Suomen alueelta julkisten Facebook-ryhmien kautta. Hakemuksia tutkimukseen tuli yli 200 henkilöltä. Tutkittavat täyttivät esiseulontalomakkeen, jonka perusteella tutkittavat valittiin tutkimukseen. Tutkimukseen otettiin yhteensä mukaan 55 iältään 18–40-vuotiasta miestä sekä naista.

### **9.2 Tutkimusasetelma**

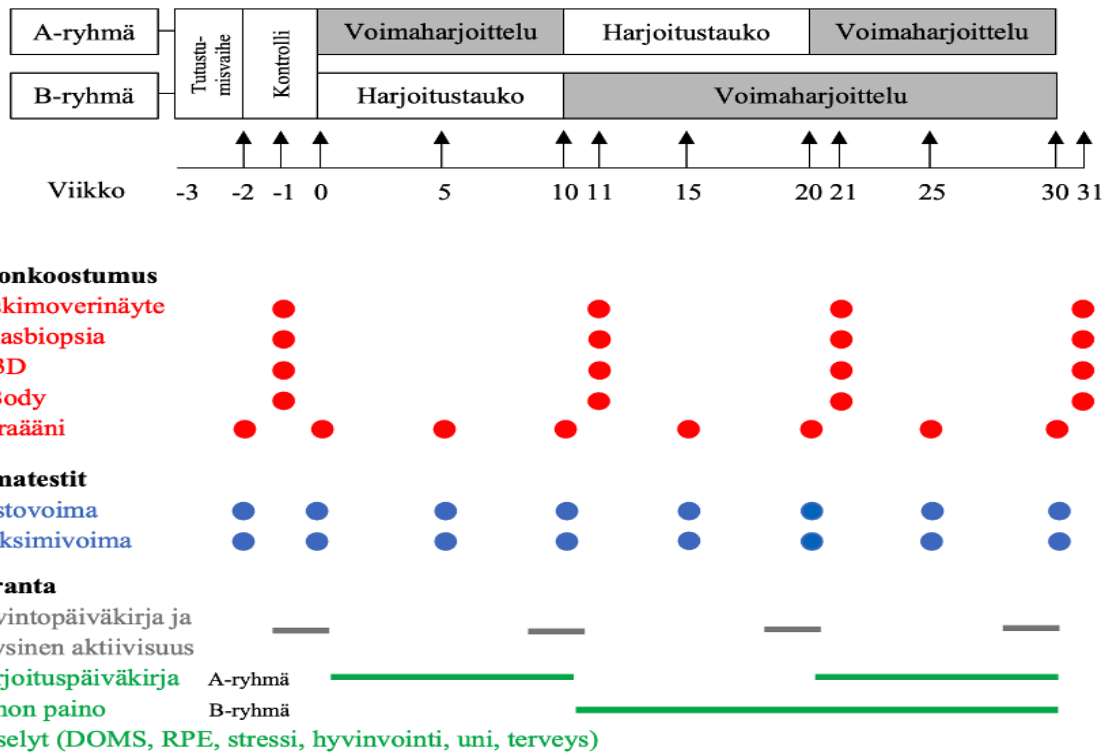
Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää vastusharjoittelun ja ravitsemuksen vaikutusta kehonkoostumukseen ja harjoittelutaun mahdollista vaikutusta kehonkoostumukseen ja ruokailutottumuksiin.

Tutkittavat satunnaistettiin kahteen eri ryhmään. Vastusharjoittelun osalta toinen ryhmä harjoitteli yhtäjaksoisesti 20 viikkoa. Toisen ryhmän harjoittelu taas koostui kahdesta 10 viikon

jaksosta, joiden välissä oli 10 viikon mittainen tauko. Kumpikin ryhmä aloitti tutkimuksen tutustumisjaksolla, jota seurasi kahden viikon mittainen kontrollijakso. Tämän aikana tutkittavat tekivät voiman tasotestejä. Tutkittavilta otettiin myös lihassolu- sekä laskimoverinäytteet. Harjoittelujakson jälkeen tutkittavilta otettiin seuraavan viikon aikana uudelleen lihassolu- sekä laskimoverinäytteet. Kokonaisuudessaan tutkimuksen kesto oli 34 viikkoa.

Ravitsemuksen osalta tutkittaville annettiin suullinen ohjeistus jatkaa ruokailutottumuksiaan samanlaisina kuin aiemmin. Tutkittaville annettiin kirjalliset sekä tarvittaessa suulliset ohjeet ruokapäiväkirjojen täyttämiseen ja palauttamiseen. Ruokapäiväkirjoja kerättiin yhteensä 4 kertaa 4 päivän ajalta tutkimuksen aikana. Ruokapäiväkirjat kerättiin kummaltakin tutkittavalta ryhmältä. Tutkimuksen aikana tutkittaville ei annettu ravitsemusohjausta. Tämän tutkimusprojektin kokonaisuuden rakenne ja aikataulu on havainnollistettu kuvassa 1. Tämän pro gradu -tutkielman tekemiseen käytettiin ravintopäiväkirjan ja fyysisen aktiivisuuden mittauksia sekä InBody mittauksia. Jyväskylän eettinen lautakunta antoi myöntävän lausuntonsa ennen tutkimuksen aloittamista.





KUVA 5. Tutkimussuunnitelma, mittaukset ja niiden ajankohdat.

### 9.3 Poissulkukriteerit

Poissulkukriteereitä tässä tutkimuksessa olivat aikaisempi tai meneillään oleva lääkitys, joka saattaisi vaikuttaa harjoitusadaptaatioon. Ravintolisien käyttö, lukuun ottamatta proteiini- ja hiilihydraattilisiä, vitamiineja, kalaöljytuotteita tai kivennäisaineita, oli kiellettyä. Myös akuutti tai krooninen sairaus, joka vaikuttaisi harjoitteluvasteisiin tai voiman testaamiseen, olivat poissulkukriteereitä.

### 9.4 Kuntosaliharjoittelu

Tutkittavia ohjattiin kuntosaliharjoitteluun tutkimuksen kahden ensimmäisen viikon ajan. Tällä pyrittiin varmistamaan harjoittelun laatu- ja turvallisuus, mahdollisimman turvallinen harjoittelu ja harjoituspäiväkirjan oikeaoppinen täyttäminen. Tutkittavilla oli kuitenkin mahdollisuus saada apua ja ohjeistusta harjoitteluun myös itsenäisen harjoittelun aikana kuntosalilla olevilta tutkijoilta.

Ennen kuntosaliharjoittelun aloittamista tutkittavat tekivät vakioidun lämmittelyn. Tämä sisälsi 3 minuuttia kuntopyöräilyä ja erilaisia harjoitteluun valmistavia kehonpainoliikkeitä (kehonpainokyykky x 10, askelkyykky vuorojaloin x 5+5, polvenhalaus ja varpaille nousu x 5+5, mittarimato x 5 ja lopuksi kolme maksimaalista kevennyshyppyä) Lämmittelyn jälkeen tutkittavat siirtyivät voimaharjoitteluosioon, joka koostui horisontaalisesta jalkaprässistä, polvien ojennuksesta laitteessa, penkkipunnerruksesta Smith-laitteessa, hauiskäännöstä suoralla tangolla ja tuetusta kulmasoudusta laitteessa. Penkkipunnerrusta tehtiin kolme sarjaa. Muita liikkeitä tehtiin neljä sarjaa. Kaikki sarjat pyrittiin tekemään 8–10 toiston alueella niin, että toistoreserviin jäisi 2–3 toistoa. Sarjojen välissä pidettiin 2 minuutin palautukset ja liikkeiden konsentriin vaihe tehtiin maksimaalisella nopeudella. Kuntosaliharjoittelua tehtiin kaksi kertaa viikossa. Kuntosaliharjoittelukertojen välissä tuli olla ainakin 48 tunnin mittainen lepojakso.

Viikon toinen harjoittelukerta toteutettiin muuten saman protokollan mukaisesti kuin viikon ensimmäinen harjoitus, mutta kaikkien liikkeiden viimeinen sarja tehtiin täyteen lihasväsymykseen asti. Viimeisessä sarjassa tehtyjen toistojen määrä määrittä käyttävän kuorman tulevalle harjoitteluviikolle (kuvio 1). Jalkaprässissä ja hauiskäännössä kuorman määrittäminen laskettiin pre-mittausten yhden toiston maksimista. Polven ojennuksessa, penkkipunnerruksessa ja soutu liikkeessä käytettiin 3-5 toiston testiä kuorman arvioimiseen. Helms ym. (2016) kaavan mukaisesti. Smith-penkkipunnerruksessa, horisontaalisessa jalkaprässissä sekä tuetussa kulmasoudussa laitteella käytettiin 70 % kuormia yhden toiston maksimista. Muissa liikkeissä käytettiin 50 % kuormia yhden toiston maksimista.

Repetitions performed	Leg press	Knee extension	Smith machine bench press	Biceps curl	Chest supported seated row
< 5	-7.5	-7.5	-5	-2.5	-5
6–7	-5	-5	-2.5	-1	-2.5
8–10	0	0	0	0	0
11–12	2.5	2.5	2.5	1	2.5
13–15	5	5	5	2.5	5
16–20	7.5	7.5	7.5	3.5	10
> 20	10	10	10	5	15

KUVA 6. Viikottainen kuorman määrittäminen (kg) suoritettujen toistojen mukaan maksimaalisessa sarjassa kaikissa liikkeissä.

## **9.5 Ruokapäiväkirjat**

Tutkittavilta kerättiin ruokapäiväkirjoja tutkimuksen aikana yhteensä neljä kertaa. Kullakin neljällä kerralla tutkittavia ohjeistettiin täyttämään viikon aikana ruokapäiväkirjaa neljän päivän ajalta niin, että näistä peräkkäisiä päiviä olisi 2–4. Yhden päivän tuli olla mielellään viikonlopulta. Yksi päivistä ohjeistettiin olemaan lepopäivä kuntosaliharjoittelusta tai päivä, jolloin tutkittava ei tehnyt kevyttä liikuntaa raskaampaa liikuntasuoritusta. Ruokapäiväkirjojen kirjauspäiväksi ohjeistettiin valitsemaan mahdollisimman tavanomaisia päiviä. Poikkeustilanteita, kuten lomamatkoja ja pyhäpäiviä suositeltiin välttämään kirjauspäiviksi. Ruokapäiväkirjan täyttämisen yhteydessä tutkittavat täyttivät myös harjoitus- ja arkiaktiivisuuspäiväkirjaa. Ruokailutottumukset ohjeistettiin pitämään tutkimuksen aikana mahdollisimman tavanomaisina.

## **9.6 Ruokapäiväkirjojen kirjausohjeet**

Ruokapäiväkirjoihin ohjeistettiin kirjaamaan kaikki, mitä tutkittavat laittoivat suuhunsa. Tämä ohje koski kaikkia syötyjä ruokia, juomia sekä vitamiini- ja ravintoainevalmisteita. Tutkittaville annettiin myös vahva suositus ruokien ja juomien punnitsemiseen. Mikäli tämä ei ollut mahdollista, ohjeistuksena oli kuvata sanallisesti mahdollisimman tarkasti syötyjen ruokien sisältöä sekä määrää. Tutkittavilla oli myös mahdollisuutena liittää ruokapäiväkirjojen yhteyteen kuvia syödyistä ruoka-annoksistaan tukemaan aterioiden sanallista selitystä. Ateriat ohjeistettiin kirjaamaan ylös mahdollisimman nopeasti ruokailun jälkeen, jotta kirjaus olisi mahdollisimman vähän muistin varaista. Ruokapäiväkirjojen kirjaaminen oli mahdollista tehdä sekä digitaalisesti että kirjallisesti. Tutkittaville lähti tarkat kirjalliset ohjeet ruokapäiväkirjojen kirjaamiseen ja valmiit sarakkeet näiden täyttämiseen.

## **9.7 Kehonkoostumusmittaus**

Tutkittavilta mitattiin kehonkoostumus yhteensä 4 kertaa tutkimuksen aikana. Kehonkoostumusmittaukset tehtiin samaan aikaan ruokapäiväkirjojen keräysten yhteydessä.

Biosähköinen impedanssi mitattiin Inbody-laitteella (InBody770 body composition analyzer, Biospace Co. Ltd, Seoul, South Korea). InBody mittauksessa koehenkilöt seisoivat alusvaatteisillaan laitteen jalka-anturien päällä ja pitivät kädensijoista kiinni mittauksen ajan. Mittausanturit puhdistettiin desinfiointiaineella mittauskertojen välissä. Tutkittavat ohjeistettiin saapumaan InBody mittaukseen paastonneina. Paastotilaksi laskettiin, että edellisestä ateriasta ja juomisesta oli kulunut 12 tuntia. Ennen InBody mittausta tutkittavien tuli välttää fyysistä aktiivisuutta, joka nostaisi kehon ydinlämpötilaa.

Inbody720-laitteen kädensijoissa ja jalka-antureissa sijaitsee kahdeksan tetrapolaarista elektrodiä. Mittauksen aikana laite suorittaa 30 impedanssi mittausta kuudella eri taajuudella (1, 5, 50, 250, 500 ja 1000 kHz) Laite suorittaa mittauksen erikseen kehon kaikissa viidessä eri segmentissä (molempien yläraajat, alaraajat sekä keskivartalo). InBody mittauksen tulokset arvioitiin Lookin'body-analysointiohjelmalla. Tämä mittaa kehon massan, kehon solunulkoisen ja sisäisen nestetilavuuden määrän, proteiinin, luukudoksen ja luuttoman kudoksen mineraalien massan, lihasmassan, rasvamassan ja rasvattoman massan, pehmytkudoksen massan ja kehon rasvaprosentin.

## **9.8 Tilastolliset menetelmät**

Tulosten analysoimisessa käytettiin SPSS Statistics 26.0 (International Business Machines Corporation, Armonk, New York, Yhdysvallat) tilastoanalysointiohjelmalla sekä Microsoft Excel 2021 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, Yhdysvallat) versio 16.48 - taulukkolaskentaohjelmaa. Kunkin testikerran aineiston normaalijakautuneisuus tarkastettiin Shapiro-Wilkin-testillä, otoskoon ollessa  $< 50$ . Aineiston katsottiin olevan normaalijakautunut, mikäli testituloksen p-arvo ylitti 0,05 raja-arvon. Ruokapäiväkirjojen tulosten sekä kehonkoostumusmittaustulosten analysointiin käytettiin kaksisuuntaista varianssianalyysiä (Multiway ANOVA) Bonferronin korjauksella, mikäli tulokset olivat normaalijakautuneita. Mikäli tulokset eivät olleet normaalijakautuneita, käytettiin analysointiin Friedmanin testiä. Muutosprosenttien vertailussa käytettiin kahden riippuvan otoksen T-testiä, mikäli vertailtavat muuttujat olivat normaalijakautuneita. Mikäli muuttujat eivät olleet normaalijakautuneita, vertailuun käytettiin Wilcoxon merkittävien sijalukujen testiä.

Muuttujista normaalijakautuneita olivat kehon rasvattoman massan määrä lepojakson ja 2. harjoittelujakson aikana sekä rasvaprosentin muutos 2. harjoittelujakson aikana.

Tulosten tilastollisesti merkitseviksi raja-arvoiksi määritettiin  $p < .05$  = tilastollisesti merkitsevä;  $p < .01$  = tilastollisesti hyvin merkitsevä ja  $p < .001$  = tilastollisesti erittäin merkitsevä. Kaikki tulokset on ilmoitettu ryhmän keskiarvona  $\pm$  keskihajontana.

## 10 TULOKSET

### 10.1 Ruokapäiväkirjat

Ruokapäiväkirjojen tuloksissa ei havaittu tässä tutkimuksessa missään muuttujassa tilastollisesti merkitseviä eroja ( $p < .05$ ), kun tuloksia verrattiin lähtötilanteeseen. Ravintoaineiden keskimääräinen hajonta ensimmäisen ja viimeisen mittauksen välillä olivat: energia (kj) ( $1643 \pm 1253$ ), rasva ( $11.6 \pm 8.5$ ), proteiini ( $22.2 \pm 18.1$ ), hiilihydraatti ( $44.1 \pm 41.5$ ) ja kuitu ( $2.0 \pm 2.0$ ). Ravintoaineiden muutokset eivät myöskään korreloineet kehonkoostumuksessa mitattujen muutosten kanssa. Mittaustulokset on esitelty tarkemmin taulukossa 1. Kaikissa mittausjaksoissa ravintoaineiden vaihteluväli ja keskihajonta olivat niin suuria, ettei näiden osalta voitu tehdä luotettavia johtopäätelmiä.

TAULUKKO 1. Nuorten (26–45-v.) ja varttuneiden (46–65-v.) työntekijöiden liikunnan harrastaminen.

Liikuntamuoto	Treeni 1		Lepo 1		Treeni 2	
	Muutos	p-arvo	Muutos	p-arvo	Muutos	p-arvo
Energia (Kj)	$1856 \pm 1358$	.193	$1707 \pm 1259$	.197	$1366 \pm 1143$	.252
Rasva	$12.4 \pm 8.6$	.171	$10.2 \pm 9.2$	.288	$11.8 \pm 7.8$	.155
Proteiini	$22.1 \pm 17.7$	.232	$24.6 \pm 16.8$	.164	$20.0 \pm 7.2$	.264
Hiilihydraatti	$53.7 \pm 45.8$	.26	$47.5 \pm 41$	.261	$31.2 \pm 38.$	.424
Kuitu	$2.1 \pm 1.8$	.246	$3.2 \pm 2.4$	0.197	$.85 \pm 1.9$	.668

\* =  $p < .01$  † =  $p < .001$

TAULUKKO 2. Kehonkoostumusmittausten muutokset suhteessa lähtötilanteeseen. Mittauksissa käytetty toistettujen mittausten varianssianalyysitestistä.

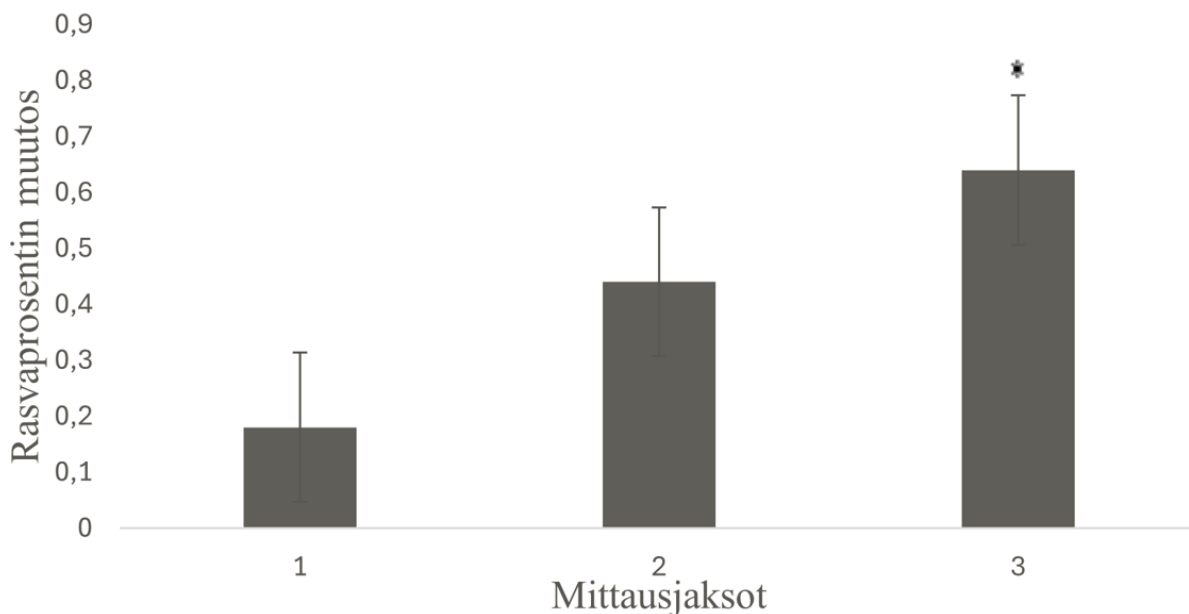
Liikuntamuoto	Rasvamassa		Rasvaton massa	
	Muutos	p-arvo	Muutos	p-arvo
Treeni 1	$.80 \pm 0,127$	.178	$.640 \pm 0,340$	.081
Lepo 1	$.440 \pm 0,184$	.031	$1,31 \pm 0,416$	.007*
Treeni 2	$.667 \pm 0,243$	.016*	$2,21 \pm 0,380$	.001†

\* =  $p < .01$  † =  $p < .001$

## 10.2 Kehonkoostumus

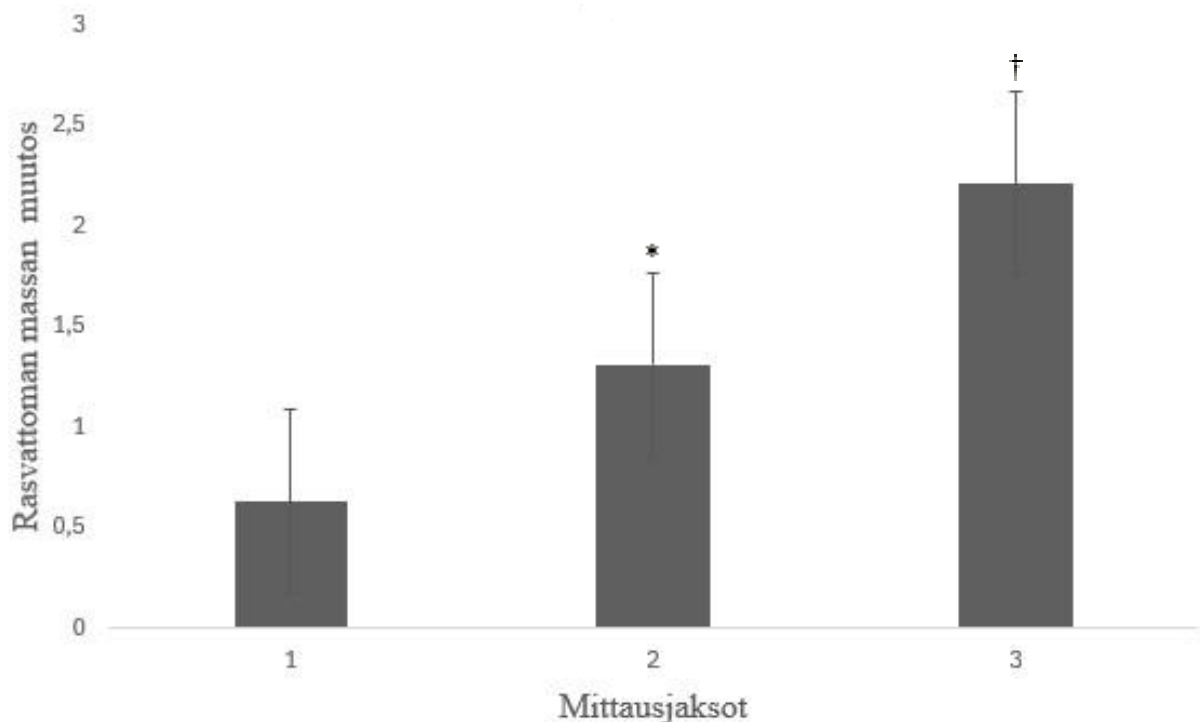
Sekä rasvamassan ( $p < .001$ ) että kehon rasvattoman massan ( $p < 0.001$ ) määrä kehittyi tutkimusjakson aikana tilastollisesti merkitsevästi lähtötasoon nähden. Rasvamassan määrä kasvoi keskimäärin  $.636 \pm .185$  prosenttia lähtötasoon nähden. Kehon rasvattoman massan määrä kasvoi keskimäärin  $1,387 \pm .379$  kiloa lähtötasoon nähden. Molempien muuttujien tarkat keskihajonnat on esitetty taulukossa 2.

Rasvaprosentissa havaittiin tilastollisesti merkitsevä muutos lähtötilanteen 24,4% ja ensimmäisen lepojaksen 24,7% ( $p=.031$ ) sekä lähtötilanteen ja toisen treenijakson jälkeisen mittauksen välillä 24,9% ( $p=.016$ ). Kehon rasvaprosentti kasvoi yhteensä 0,5% verrattuna lähtötilanteeseen. 1. treenijakson jälkeisessä mittauksessa rasvaprosentin muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p=.178$ ). Vaikka rasvaprosentin muutoksissa ei havaittu tilastollista merkitsevyyttä lähtötason ja ensimmäisen treenijakson välillä, havaittiin tälläkin välillä pientä rasvaprosentin nousua. Rasvaprosentin muutokset suhteessa lähtötilanteeseen on esitetty kuvassa 7.



KUVA 7. Rasvaprosentin (BF%) muutokset treenijaksojen ja lepojaksen välillä. Mittauksissa käytetty toistettujen mittausten varianssianalyysitestiä. \* =  $p < .01$  † =  $p < .001$

Kehon rasvaton massa (FFM) kasvoi tutkimusjakson aikana yhteensä 2,21 kg. Kehon rasvattoman massan muutos oli tilastollisesti merkitsevä 1. lepojakson mittauksen jälkeen ( $p=.016$ ) ja erittäin merkitsevä 2. treenijakson jälkeen ( $p=.001$ ). Kehon rasvattoman massan muutokset eivät olleet merkitseviä 1. treenijakson jälkeen. ( $p=.081$ ). Kehon rasvattomassa massassa havaittiin kasvua koko tutkimusjakson ajan, vaikka tulokset eivät olleet kaikkien jaksoiden välillä merkitseviä. Kehon rasvattoman massan muutokset on esitetty kuvassa 8.



KUVA 8. Kehon rasvattoman massan muutokset treenijaksojen ja lepojakson välillä. Mittauksissa käytetty toistettujen mittausten varianssianalyysitestiä. \* =  $p < .01$  † =  $p < .001$



## 11 POHDINTA

Tämän tutkimuksen päätuloksena voidaan todeta, ettei saadussa energianmäärässä rasvan, hiilihydraatin, proteiinin ja kuidun saannissa ollut merkitseviä tilastollisia eroja koko tutkimusjakson aikana. Tässä tutkimuksessa ei havaittu muutoksia ruokailutottumuksissa, kuten ruoka-aineiden määrissä tai laadussa. Toisaalta kehonkoostumusmittausten osalta mittausten välillä löydettiin tilastollisesti merkittäviä muutoksia. Huomion arvoista on myös se, että kehon rasvaprosentti nousi hieman kaikkien mittaussjaksojen aikana. Tulos ei ollut kuitenkaan tilastollisesti erittäin merkitsevä. Rasvaprosentin lievällä nousulla on voinut olla kuitenkin positiivinen vaikutus kehon rasvattoman massan määrän kasvamisessa, jossa havaittiin tilastollisesti merkittäviä muutoksia.

Suurempi energian riittävyys kehossa antaa myös lihasmassan kehittymiselle paremmat olosuhteet. Tämän takia rasvaprosentin lievä nousu voi osittain olla vaikuttamassa suurempaan lihasmassan määrään. Suurempi energian satavuus ravinnosta saattaa myös vaikuttaa tutkittavien vireystasoon harjoittelukertojen aikana. Tämä taas voi johtaa suurempaan intensiteettiin yksittäisissä harjoituksissa. Tämä kumuloituu tutkimuksessa pidemmällä aikavälillä, johtaen suurempaan lihaskudoksen muodostumiseen.

Rasvaprosentin tai kehon rasvattoman massan määrän muutokset eivät korreloineet tutkimuksen ruokavaliomuutosten kanssa. Ruokavalion kaikissa mitatuissa muuttujissa hajonta syödyissä määrissä oli niin suuri, että korrelaatiota tai tilastollista merkitsevyyttä ei voitu havaita. Suuremmalla koehenkilömäärällä myös ruokavalion muutoksissa olisi saatettu havaita tilastollista merkitsevyyttä mittaussjaksojen välillä. Yksittäisten tutkittavien ruokailutottumuksissa oli mittauskertojen välillä niin suuri hajonta, että pienellä tutkimusjoukolla merkittävien tulosten havaitseminen ruokailutottumuksissa ei toteutunut. Toisaalta merkittäviä muutoksia havaittiin tutkimuksessa kuitenkin rasvattoman massan kasvussa. Tämän perusteella voidaan todeta, että ruokailutottumusten suuresta hajonnasta huolimatta tutkittavien ruokavalio on tukenut lihaskasvua, kun tähän yhdistettiin säännöllistä vastusharjoittelua.

Lepojaksojen ja harjoittelujaksojen välillä havaittiin pieniä eroja, mutta muutokset eivät kuitenkaan saavuttaneet tilastollista merkitsevyyttä. Huomionarvoista tutkimuksessa on se, että tutkittavilla, jotka täyttivät ja palauttivat ruokapäiväkirjat koko tutkimusjakson ajan, oli tasaisena pysyvät ruokailutottumukset ja rutiinit ruokailuiden ympärillä. Vaikuttaa siltä, että

tutkittavilla, joilla oli toimivat rutiinit ruokailujen toteuttamiseen, oli vaivattomampaa täyttää ruokapäiväkirjoja ja pysyä mukana tutkimuksen rytmissä ja ruokapäiväkirjojen täyttämässä. Kaikki ruokapäiväkirjat ohjeiden mukaan täyttäneet tutkittavat muuttivat ruokailutottumuksiaan tutkimuksen aikana vain hyvin vähän, eivätkä harjoittelutauot aiheuttaneet merkittäviä muutoksia ruokailussa verrattuna harjoittelujaksoihin. Toisaalta tutkittavien jotka palauttivat vain osan ruokapäiväkirjoista, vaikuttivat muuttuvan reilusti olosuhteiden muuttuessa harjoittelujaksojen ja lepojaksojen välillä. Huomionarvoista on myös se, että tällaisten koehenkilöiden päivittäisessä energiansaannissa, makroravinteiden suhteissa toisiinsa ja yleisissä ruokailutottumuksissa oli huomattavaa vaihtelua. Tämä on yksi tekijä, jonka vuoksi tilastollisia merkitsevyyksiä ei löydetty tutkimusjakson aikana. Tämän tutkimuksen tuloksissa otettiin huomioon pelkästään ne tutkittavat, jotka palauttivat kaikki ruokapäiväkirjat tutkimusjakson ajalta. Tämä saattaa osaltaan vaikuttaa siihen, minkälaiset ruokailurutiinit omaavat koehenkilöt lopulta päätyivät vertailuun keskenään.

Ruokapäiväkirjojen yhtenä yleisesti tunnettuna haasteena on tutkittavien aliraportoiminen. Tämä haaste korostuu etenkin ylipainoisen väestön parissa (Biltoft-Jensen ym. 2009; Forrestalin 2011; Shahar ym. 2010). Tässä tutkimuksessa oli mukana kaiken kokoisia, vähän liikkuvia tutkittavia. Tällä ryhmällä on aiemman tutkimustiedon valossa taipumusta huomattavaan aliraportointiin. Tämä on saattanut olla merkittävä vaikuttava tekijä tutkimuksen tulosten osalta. Aliraportointia ylipainoisilla henkilöillä on todettu etenkin sellaisten ruoka-aineiden osalta, johon liitetään yleisessä ajattelussa terveyttä heikentäviä vaikutuksia. Tämä näkyy tulosten osalta siinä, että kaikista energiatiheimpiä ruoka-aineita aliraportoidaan herkimmin. Tällaisia ruoka-aineita ovat esimerkiksi herkut, makeiset ja energiapitoiset juomat. Tämä voi olla merkittävänä virhelähteenä myös tämän tutkimuksen tuloksissa. Vaikka tutkimuksen aikana ruokailutottumukset olisivatkin muuttuneet esimerkiksi yksittäisten ruoka-ainevalintojen osalta, ei tämä välttämättä näy kokonaisenergiansaannissa aliraportoinnin takia. Terveellisemmäksi koettuja ruoka-aineita kirjataan ruokapäiväkirjoihin paljon herkemmin ylös, joka luo epäsuhtaa todellisten syötyjen energiamäärien suhteen. Myös se on ruokapäiväkirjoja täyttäessä virhelähteenä huomionarvoista, että sellaiset tutkittavat, joiden ruokailutottumukset vaihtelevat kaikista eniten joutuvat käyttämään päiväkirjojen kirjaamiseen eniten aikaa. Tämä voi vaikuttaa osaltaan siihen, että tutkittavat eivät jaksa kirjata kaikkea syömäänsä ravintoa ruokapäiväkirjoissa. On myös mahdollista, että tutkittavat jättävät joitain ruoka-aineita tai kokonaisia ruokailukertoja syömättä ruokapäiväkirjojen mittaussjakson aikana, jotta kirjaustyöhön käytettävää aikaa saataisiin pienemmäksi. Tämä voi vääristää huomattavasti

yleistä kuvaa tutkittavan syömiskäyttäytymistä, johon ruokapäiväkirjojen avulla pyritään saamaan mahdollisimman tarkka käsitys.

Yksi ratkaisumalli näiden virhelähteiden vähentämiseksi olisi voinut olla esimerkiksi käyttää perinteisten ruokapäiväkirjojen lisäksi muita menetelmiä, joilla olisi mitattu syötyjä energiamääriä. Yksi tähän mahdollisesti käytetty menetelmä olisi voinut olla melko yleisesti tutkimuksissa käytetty DLW (doubly labeled water) mittaus, jonka avulla pystytään arvioimaan tarkemmin tutkittavien energiankulutusta (Shahar ym. 2010). Tarkempi päivittäisen energiankulutuksen mittaus voisi olla tärkeää informaatiota tutkijoille arvioitaessa kehon koostumuksessa tapahtuvien muutosten syitä. Muita apuvälineitä tähän voisi olla esimerkiksi erilaisten aktiivisuusmonitoreiden hyödyntäminen tutkimuksessa. DLW (Kaksoisleimattu vesi) menetelmä, pidetään kultaisena standardina arvioitaessa energiankulutusta epäsuoralla kalorimetrialla. Haasteena tämän tutkimuksen kannalta DLW menetelmän käytössä on sen vaatimat kustannukset. On myös huomioitavaa, että tarkkakaan kuva energian kulutuksesta ei kerro syödyn energian määrästä, jota tutkimuksessa mitattiin. Menetelmän avulla voitaisiin kuitenkin tutkia sitä, onko tutkittavien energiansaanti linjassa mitattuun energiankulutukseen ja kehonkoostumuksessa tapahtuviin muutoksiin.

Kustannustehokkaampia vaihtoehtoja energiankulutuksen arvioimiseen tutkimuksessa olisi voinut olla esimerkiksi erilaisten aktiivisuusmonitoreiden, kuten urheilukellojen käyttö. Suurimmalla osalla tutkittavista löytyy todennäköisesti aktiivisuutta ja kulutusta mittaava älykello tai älypuhelin. Näiden mittausmenetelmien haasteena tutkimuksessa olisi ollut erot eri laitteiden välillä. Aktiivisuusrannekkeiden mittauksissa on havaittu olevan suurta laitekohtaista vaihtelua. Toisaalta samanlaisen aktiivisuusmonitorin tarjoaminen kaikille tutkittaville tutkimuksen järjestäjiltä ei ollut mahdollinen ratkaisu. On myös hyvä muistaa, että tarkimmissakin aktiivisuusrannekeissa on huomattavia virhelähteitä, jonka takia niistä saatuja tuloksia voitaisiin käyttää vain suuntaa antavina tietoina.

Perinteisten ruokapäiväkirjojen käyttö oli tämän tutkimukset kannalta kuitenkin kustannustehokas ratkaisu, minkä takia ne sopivat tämän tutkimuksen toteuttamiseen. Tässä tutkimuksessa keskityttiin myös lähinnä mittaamaan muutoksia kehonkoostumuksessa ja ruokavaliossa eikä niinkään arvioimaan syitä muutosten takana. Tutkimuksen aikana mahdollisesti muuttuneet liikuntatottumukset tai päivittäisen kokonaiskulutuksen muuttuminen

ovat kuitenkin osaltaan voineet olla vaikuttamassa myös tämän tutkimuksen tuloksiin. Vaikka tutkittavat olisivat pysyneet ohjeistetuissa liikuntamäärissä, niin kokonaisenergiankulutus on kuitenkin voinut muuttua tutkimusjakson aikana esimerkiksi päivittäisen arkiaktiivisuuden muuttuessa. NEAT (non-exercise activity thermogenesis) tarkoittaa sellaisen päivittäisen kulutuksen määrää, joka ei koostu liikunta-aktiivisuudesta päivän aikana. Tällaista voi olla esimerkiksi jääkaapille käveleminen, käsien heiluttaminen puhuessa tai vastaava lisäkulutusta aiheuttava aktiivisuus, joka ei näy päivittäisen aktiivisuuden arvioinnin mittareissa. Tämän määrä voi lisätä energiankulutusta merkittävästi päivittäisellä tasolla. Yksiä suurimpia tekijöitä NEAT:in lisääntymiseen on energian riittävyys sekä parantunut kunto. Tutkittavat kuntoilivat aktiivisesti tutkimuksen aikana, joka voi näkyä myös muun liikkeen kasvamisena. Tämä voi vaikuttaa osaltaan saatuihin tuloksiin etenkin rasvamassan määrän suhteen. Tiedostamattomat muutokset arkiaktiivisuuden määrässä tapahtuvat useimmiten ruokailutottumusten ja kokonaisenergiansaannin muutosten yhteydessä. Tämä ei siis tapahdu tiedostetuilla valinnoilla vaan ennemminkin positiivisena kehänä. Positiivisessa kehässä yksi hyvin arjen jaksamista tukeva asia tukee itsesään uuden positiivisen mallin kehittymistä.

***Heikkoudet ja vahvuudet.*** Vahvuutena tutkimuksessa oli selkeät ohjeistukset tutkittaville. Erityisenä vahvuutena tässä tutkimuksessa oli myös pitkä tutkimusjakso, joka mahdollisti mielenkiintoisen tutkimusasetelman harjoittelujaksojen ja harjoitustauon ympärille. Pitkä tutkimusjakso antoi paremman mahdollisuuden nähdä eroja mittausjaksojen välillä ja havainnoida ihmisten ruokailutottumusten muutoksia ja niiden vaikutusta kehonkoostumukseen pidemmällä aikavälillä.

Tutkimuksen heikkoutena oli haaste saada tutkittavat sitoutumaan paljon työtä vaativaan ruokapäiväkirjojen täyttämiseen sekä rajoitetut analysointimenetelmät ruokapäiväkirjojen purkamisessa. Yhtenä tutkimuksen heikkoutena oli myös selkeästä ohjeistuksesta huolimatta tapahtuneet huolimattomuudet ruokapäiväkirjojen täyttämässä, joiden takia joitain täytettyjä ruokapäiväkirjoja ei voitu hyväksyä lopulliseen tutkimukseen mukaan korjauksista huolimatta.

***Jatkotutkimukset.*** Jatkon kannalta olisi mielenkiintoista tutkia esimerkiksi, miten erilaiset yhdistävät luonteenpiirteet vaikuttavat ruokailutottumusten muodostamiseen ja niissä pysymiseen. Tässä gradutyössä tutkittavien syömiskäyttäytyminen jakautui karkeasti kahteen erilaiseen ryhmään. Osa tutkittavista toteutti ruokailuaan hyvin rutiininomaisesti. Kellonajat

ruokailuissa, ruokailujen sisällöt ja määrät pysyivät koko mittausjakson ajan hyvin samanlaisina. Jopa niin samanlaisina, että eri mittausjaksoilla nähtiin täysin yhteneviä päiviä ruokailuiden osalta. Toinen ryhmä voidaan jakaa intuitiivisesti ruokailuaan toteuttaviin tutkittaviin. Näillä tutkittavilla ruokailujen ajankohdat ja sisällöt vaihtelivat päivittäin rajusti eikä mittausjaksojen välillä näkynyt yhdistäviä tekijöitä. Olisi mielenkiintoista tutkia, miten eri luonteenpiirteet ja toimintamallit vaikuttaisivat kehonkoostumukseen tai ruokailutottumusten mahdollisiin muutoksiin tutkimusjakson aikana. Ryhmien standardointi olisi haastava toteuttaa, mutta tutkimusideana se olisi kiinnostava. Tässä tutkimuksessa vaikutti myös siltä, että rutiininomaisesti ruokailua toteuttaneet tutkittavat palauttivat suuremmalla prosentilla kaikkien mittajaksojen ajalta ruokapäiväkirjat. Voidaan myös pohtia, johtuuko tämä tutkittavien suuremmasta järjestelmällisyydestä muillakin elämän osa-alueilla vai vaikutti palautusprosenttiin tarvittavan työn määrä. Ne tutkittavat, jotka söivät joka päivä intuitiivisesti, joutuivat tekemään myös huomattavasti suuremman työn ruokapäiväkirjojen täyttämässä. Tämä taas näkyi niin, että ensimmäisillä mittausjaksoilla ruokapäiväkirjojen palautusprosentti oli hyvä, mutta tutkimusjakson lopun lähestyttyä palautusprosentti laski huomattavasti lukuisista kyselyistä huolimatta.

Tutkittavilta vaadittava työmäärä tutkimuksen toteuttamiseksi on yksi asioista, joihin olisi syytä kiinnittää huomiota jatkotutkimuksia suunnitellessa. Jokainen tutkittava sitoutui täyttämään tutkimusjakson aikana neljä kertaa neljän päivän ajalta täydelliset ruokapäiväkirjaraportit joko kirjallisena tai sähköisenä versiona. Tällä tavalla toteutettuna vaadittava työmäärä tutkittavilla vaikutti nousseen kohtuuttoman suureksi, mikä näkyi siinä, että 44 tutkittavasta lopulta 16 tutkittavaa pystyi toteuttamaan ohjeet tutkimuksessa annetulla ohjeistuksella. Jatkossa vastaavanlaisessa tutkimuksessa ruokapäiväkirjat voisi koota esimerkiksi täysin sähköisessä muodossa. Tämä helpottaisi monien saatavilla olevien apuvälineiden käyttöä, mikä helpottaisi huomattavasti sekä tutkittavien että tutkijoiden työkuormaa. Yksi merkittävistä apuvälineistä voisi olla kuva-avusteiset ruokapäiväkirjat, jolloin ruokailuista jäisi huomattavasti vähemmän arvailun ja tutkijan päättelyn varaan kirjallisen raportin pohjalta. Kuva-avusteisen ruokapäiväkirjan käyttö lyhentäisi myös aikaväliä toteutuneen ruokailun ja sen kirjaamisen välillä, sillä kuva otettaisiin suoraan ruokailun yhteydessä. Tämä voisi osaltaan vähentää virhemarginaalia kirjauksessa. Kuva-avusteiden ruokapäiväkirjojen lisäksi markkinoilla on useita kehittyneitä tekoälyyn pohjautuvia sovelluksia, jotka voisivat nopeuttaa ja helpottaa kirjaamista huomattavasti. Useissa ruoka-ainesovelluksissa pystyy skannaamaan tuotteiden kaikki ravintoarvot ja tiedot suoraan sähköiseen palveluun älypuhelinia käyttäen. Kaikkien

tutkittavien tiedot päivittyisivät sovellukseen reaaliajassa, jolloin tutkittavat tietäisivät myös suoraan palautettujen ruokapäiväkirjojen määrän. Tulevaisuudessa tekoälyn avulla ruokapäiväkirjojen kirjaaminen ja analysoiminen on mahdollista toteuttaa huomattavasti tehokkaammin ja tarkemmin kuin tässä tutkimuksessa. Pääasiallisena havaintona ruokapäiväkirjojen analysoinnin osalta oli se, että paperisten ruokapäiväkirjojen täyttämisen mahdollisuutta ei tulisi enää myöntää tutkittaville.

Yksi mahdollinen tekijä, joka olisi voinut tehdä tutkimuksen tuloksista luotettavampia, olisi ollut useamman kuin yhden tutkijan hyödyntäminen analysoinnissa. Mikäli kaikki tutkimuksen 44 tutkittavaa olisivat palauttaneet kaikki ruokapäiväkirjansa, niitä olisi ollut tässä työssä analysoitavana 704 kappaletta. Kaikki ruokapäiväkirjamerkinnot kirjattiin Finelin järjestelmän kautta manuaalisesti, mikä mahdollistaa muun muassa inhimilliset näppäilyvirheet. Useassa ruokapäiväkirjassa tutkija joutui myös tekemään tulkintoja ruokailujen sisällöistä puutteellisen kirjauksen vuoksi, mikä lisää työssä virheen mahdollisuutta. Useampi tutkija tällaisessa työssä mahdollistaisi tarkemman ruokapäiväkirjojen tulkitsemisen. Vaikka tutkimuksessa pyrittiin mahdollisimman objektiiviseen arviointiin ruokapäiväkirjojen sisällöistä, on kuitenkin mahdollista, että yhden tutkijan tekemissä päätelmissä on myös epätarkkuutta.

Yksi mielenkiintoinen tutkimuskohde olisi nähdä tuloksia pidemmiltä harjoittelutauoilta ja harjoittelujaksoilta. Vaikka ruokavaliossa olisikin pieniä muutoksia, ei kymmenen viikon mittainen jakso välttämättä näy merkittävänä kehonkoostumuksen muutoksena. Toisaalta aiemmassa tutkimuskirjallisuudessa on havaittu kehonkoostumuksen muutoksia varsinkin rasvamassan osalta, mutta myös kehon rasvattoman massan osalta (Glensen ym. 2018; Chen ym. 2005). Pidempi systemaattinen harjoittelujakso näkyisi todennäköisesti selkeämpinä muutoksina kehonkoostumuksessa. Olisi tutkimisen arvoista nähdä, miten pidempi ohjattu harjoittelujakso ohjaisi tutkittavien syömiskäyttäytymistä ja löydettäisiinkö sen jälkeen muutoksia kehonkoostumuksessa.

**Yhteenveto.** Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia ruokailutottumusten muutoksia harjoitustaukojen ja harjoitusjaksojen välillä sekä mitata muutoksia tutkittavien kehonkoostumuksessa. Tämän tutkimuksen perusteella kehonkoostumuksessa tai ruokailutottumuksissa ei havaittu merkittäviä muutoksia. Tämä tulos on osittain linjassa aikaisempien tutkimusten kanssa.

Kehonkoostumuksessa on havaittu useissa aiemmin tehdyissä tutkimuksissa muutoksia, joiden kanssa tämän tutkimuksen tulokset eivät ole linjassa (Glensen ym. 2018; Kemmler ym. 2021). Toisaalta osassa tutkimuksia ei ole löydetty kehonkoostumuksessa merkittäviä muutoksia tai muutokset ovat olleet hyvin pieniä (Chen ym. 2005).

Yhteenvetona tästä tutkimuksesta voidaan sanoa, että kehonkoostumusmittausten tekemisessä onnistuttiin tutkimuksessa hyvin, sillä suuri osa tutkittavista saatiin käymään kaikissa mittauksissa. Ruokapäiväkirjojen palautus oli tutkittavilla paljon haastavampi kokonaisuus. Nämä tekijät vaikuttavat osaltaan tutkimustuloksiin. Näiden tulosten pohjalta voidaan todeta, että pelkästään perinteisten ruokapäiväkirjojen täyttäminen näin mittavassa tutkimuksessa ei ole luotettavien tutkimustulosten kannalta paras vaihtoehto.

***Käytännön sovellukset.*** Uusia liikuntatottumuksia muodostavat, kuntoilun aloittavat henkilöt pystyvät kehittämään kehon lihasmassaa ilman erillistä kuntoilua tukevaa ruokavaliota tai erillistä ruokavaliio-ohjausta (MoonKi ym.2021). Tämän tutkimuksen hypoteesin vastaisesti ruokailutottumukset eivät muutu merkittävästi, vaikka harjoittelun mahdollisuudet muuttuvat väliaikaisesti. Vaikuttaa siltä, että muodostettuihin ruokavaliotottumuksiin ei tule lyhyellä aikavälillä muutoksia riippumatta siitä, lisääntykö tai vähentykö harjoittelun määrä arjessa. Erillinen ruokavaliio-ohjaus vaikuttaa tämän tutkimuksen perusteella olevan tärkeä osa alue onnistumisessa, mikäli harjoittelujakson tavoitteena on rasvamassan vähentäminen. Tässä tutkimuksessa ruokavaliiossa ei tapahtunut tiedostamattomia muutoksia lyhyellä aikavälillä. Riippumatta siitä, pystyykö tai haluaako harjoittelua vielä aloittaa, on riittävän terveellisen ja energiamäärältään sopivan ruokavaliion muodostaminen tärkeää. Näin opittuja ruokailurutiineja voi helposti jatkaa myös liikuntatavoitteiden mahdollisesti muuttuessa.

Tämän tutkimuksen perusteella on oletettavaa, että maltillinen nousu rasvamassan määrässä tapahtuu, mikäli ruokailuun ei kiinnitä erikseen huomiota, vaikka samalla aloittaisikin uuden kuntoiluharrastuksen. Toisaalta lihasmassan määrä vaikuttaa kasvavan riippumatta siitä, toteutetaanko harjoittelua yhtäjaksoisesti. Lihasmassan voidaan myös olettaa kasvavan, vaikka ruokailuun ei kiinnitetäisi erikseen huomiota, kun kuntoilusuunnitelma on luotu lihasmassan kasvua tukevaksi. Kiinnostavaa tämän tutkimuksen tuloksissa on myös se, että 10 viikon mittainen harjoittelutauko ei mitätöinyt harjoittelujakson aikana saatuja kehonkoostumuksellisia muutoksia, vaan tulokset paranivat läpi koko tutkimusjakson. Vaikka

tiedossa olisikin pidempiaikainen jakso, jonka aikana harjoittelua ei pysty toteuttamaan, on kuntoilun avulla mahdollisuus saavuttaa positiivisia tuloksia lihasmassan kehityksessä



## LÄHTEET

Ahmed, T., Haboubi, N. 2010. Assessment and management of nutrition in older people and its importance to health. *Clinical interventions in aging*. 5: 207-216.

Anderson, L., Pollestad, M., Jacobs jr, D., Lovo, A., Hustvedt, Bo-Egil. 2004. Validation of pre- coded food diary used among 13-year-olds: comparison of energy intake with energy expenditure. Department of nutrition, University of Oslo (2).

Arnarson A, Gudny Geirsdottir O, Ramel A, et al. 2013. Effects of whey proteins and carbohydrates on the efficacy of resistance training in elderly people: double blind, randomised controlled trial. *Eur J Clin Nutr*; 821–6.

Astrup A, Grunwald GK, Melanon EL. 2000. The role of low-fat diets in body weight control: a meta-analysis. *International journal of obesity*; 24:1545-52.

Babault N, Païzis C, Deley G, et al. 2015. Pea proteins oral supplementation promotes muscle thickness gains during resistance training: a double-blind, randomized, Placebo-controlled clinical trial vs. whey protein. *J Int Soc Sports Nutr*; 12:3 10.1186/s12970-014-0064-5.

Biltoft,-Jensen, A., Matthiessen, J., Rasmussen, L., Fagt, S., Groth, M., Hels, O. 2009. Validation of the danish 7-day pre-coded food diary among adults: energy intake v. energy expenditure and recording length. *British journal of nutrition*, 102 (12).

Biology crash course. The Albert Team. 2002. Viitattu 15.3.2024. <https://www.albert.io/blog/carbohydrates-ap-biology-crash-course/>.

Borch Myhre, J., Johansen , A., Hjartåker, A., Andersen, L. 2019. Validation of energy intake recorded by a 7-day pre-coded food diary against measured energy expenditure in a group of Norwegian adults. *Journal of appetite, Eating and drinking*. 14(4):123-130.

Borg, P., Kukkonen-Harjula, K., Fogelholm, M., Pasanen, M. 2002. Effect of walking or resistance training on weight loss maintenance in obese, middle-aged men: a randomized trial. *International journal of obesity and related metabolic disorders*. 26 (5):676-683.

Bray, G., Smith, S., Jonge, L., Xie, H., Rood, J., Martin, C., Most, M., Brock, C., Mancuso, S., Redman, L. 2012. Effect of dietary protein content on weight gain, energy expenditure, and body composition during overeating: a randomized controlled trial. *JAMA*. 207(1):47-55.

Cermak NM, Res PT, de Groot LC, et al. 2012. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*;96:1454–64. 10.3945/ajcn.112.037556.

Chen, S-Y., Chen, S-M, Chang, W-H., Lai, C-H., Chen, M-C., Chou, C-h., Kou, C-H. 2006. Effect of 2-month detraining on body composition and insulin sensitivity in young female dancers. *International journal of obesity*. Doi: 10.1038/sj.ijo.0803073.

Cribb, P. J. & Hayes, A. 2006. Effects of Supplement Timing and Resistance Exercise on Skeletal Muscle Hypertrophy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*

Hulmi JJ, Lockwood CM, Stout JR. Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: a case for whey protein

Coombes, J. S. & Hamilton, K. L. 2000. The Effectiveness of Commercially Available Sports Drinks. *Sports Medicine*, 29 (3): 181-209.

Docherty, D. & Sporer, B. 2000. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Med* 30 (6), 385-394.

Douketis, J., Macie, C., Thabane, L., Williamson, D. 2005. Systematic review of long-term weight loss studies in obese adults: clinical significance and applicability to clinical practise. *International journal of obesity*. 29 (10):1153-1167.

Finger D, Goltz FR, Umpierre D, et al. 2015. Effects of protein supplementation in older adults undergoing resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*; 45:245–55. 10.1007/s40279-014-0269-4.

Fogelholm, M., Kukkonen-Harjula K. 2001. Does physical activity prevent weight gain-a systematic review. *Obesity reviews* (1) 95-111

Forrestal, S. 2011. Energy intake misreporting among children and adolescents: a literature review. *Maternal and child nutrition*. 7:112-127.

Freedman, L., Schatzkin, A., Midthune, D., Kipnis, V. 2011. Dealing with dietary measurement error in nutritional cohort studies. *Journal of the national cancer institute* 103;1086-1092.

Germak, N., Res, P., Groot, L., Saris, W., Loon, L. 2012. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*. 96(6):1454-1464.

Gleason, D., Jensen C. 2018. A four week unstructured break improved athletic performance in collegiate rugby players. *The journal of strength and conditioning research*. 32 (6): 1671-1677.

Glens, C., Ness, M. 2008. A four-week unstructured break improved athletic performance in collegiate rugby players. *The journal of strength and conditioning research*. 32(6): 1671-1677.

Goris, A., Westerterp, K. 2000. The assessment of food intake in humans review. *Journal of recent research developments in nutrition*. 3: 27-41.

Helms E.R., Cronin J, Storey A, Zourdos MC. 2016. Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training. *Strength Cond J*. 38(4):42-49.

Hulmi JJ, Kovanen V, Selänne H, et al. 2009. Acute and long-term effects of resistance exercise with or without protein ingestion on muscle hypertrophy and gene expression. *Amino Acids*; 37:297–308. 10.1007/s00726-008-0150-6.

Hulmi JJ, Laakso M, Mero AA, et al. 2015. The effects of whey protein with or without carbohydrates on resistance training adaptations. *J Int Soc Sports Nutr*; 12:48 10.1186/s12970-015-0109-4.

Hulmi JJ, Lockwood CM, Stout JR. 2010. Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: a case for whey protein

Häkkinen, K., Kraemer, W. J., Pakarinen, A., Triplett-McBride, T., McBride, J. M., Häkkinen, A., Alen, M., McGuigan, M. R., Bronks, R. & Newton, R. U. 2002. Effects of heavy resistance/power training on maximal strength, muscle morphology, and hormonal response patterns in 60 – 75-year-old men and women. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 3: 213 – 231.

Höchmann, C., Martin, S. 2005. Review of the validity and feasibility of image-assisted methods for dietary assessment. *International journal of obesity*. 44 (12):2358-2371.

Ilander, O. 2018. Liikuntaravitsemus.2. painos. Lahti.

Jeffery, R W., Drewnowski, A., Epstein, L., Stunkard, A., Wilson, G., Wing, R., Hill, D. 2000. Long-term maintenance of weight loss: current status. *Journal of health psychology*. 19 (1):5-16.

Jensen, C., Gleason, D., VanNess, M. 2018. Four-week unstructured break improved athletic performance in collegiate rugby players. *Journal of strength and conditioning research*. 32(6):1671-1677

Jentens, R. L. P. G., Underwood, K , Achten, J., Currell, K., Mann, C. H. & Jeukendrup, A. E. 2006. Exogenous carbohydrate oxidation rates are elevated following combined ingestion of glucose and fructose during exercise in the heat. *Journal Applied Physiology*, 100(3):807–816.

Kemmler, W., Schoene, D., Kohl, M., Stengel, S. 2021. Changes in body composition and cardiometabolic health after detraining in older men with osteosarcopenia: 6-month follow-up of the randomized controlled Franconian osteopenia and sarcopenia trial (FrOST) study. *Clinical interventions in aging*. 16: 571-582.

Knudsen, V., Gille, M., Nielsen, T., Christensen, T., Fagt, S., Biloft-Jensen, A. 2011. Relative validity of the pre-coded food diary used in the Danish national survey of diet and physical activity. *Journal of public health and nutrition*. 14:12.

Kraemer, W. J. & Newton, R. U. 2000. Training for muscular power. *Physical and Medical Rehabilitation Clinics of North America*, 11: 341-368.

Kohl, M., Stengel, S., Schoene, D., Kemmler, W. 2021. Changes in body composition and cardiometabolic health after detraining in older men with osteosarcopenia: 6-month follow-up of the randomized controlled Franconian osteopenia and sarcopenia trial. *Clinical interventions of aging* 16: 571.

Liu, S., Willett, W., Manson, J., Hu, F., Rosner, B., Colditz, G. 2003. Relation between changes in intakes of dietary fiber and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women. *The American journal of clinical nutrition*. 920-927.

Martin, C., Nicklas, T., Gunturk, B., Correa, J., Allen, R., Champagne, C. 2012. Measuring food intake with digital photography. *Journal of human nutrition and dietetics*. 27 (1): 78-81.

McArdle, W., Katch, F., Katch, V. 2013. *Exercise Physiology: Energy, Nutrition & Human Performance*. Lippincott Williams & Wilkins.

Miller PE, Alexander DD, Perez V. 2014. Effects of whey protein and resistance exercise on body composition: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Coll Nutrition*;33:163–75. 10.1080/07315724.2013.875365.

Moonki C., Hayeon K., Juyeon B. 2021. Does the combination of resistance training and nutritional interventions have a synergic effect on muscle mass, strength, and physical function in older adults? A systematic review and meta-analysis. *MBC geriatrics* 21:639.

Morton R., Murphy, K., McKellar, S., Schoenfeld, B., Hanselmans, M., Helms, E., Aragon, A., Devries, M., Banfield, L., Krieger, J., Phillips, S. 2020. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British journal of sports medicine*. 52(6):367-384.

Nicklas, B., You, T., Marco, P. 2004. Behavioural treatments for chronic systemic inflammation: effects of dietary weight loss and exercise training. *Canadian medical association journal*. 172(9):1199-1209.

Pan, X., Li G., Hu, H., Wang, J., Yang, Z., An, Z., Hu, X., Lin, J., Xiao, J., Cao, H., Liu, P., Jiang, Y., Wang, J., Zheng, H., Zhang, H., Bennett, P., Howard, B. 1997. Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and diabetes study. *Diabetes care*. 20 (4):537-544.

Parnell, J., Reimer, R., 2012. Prebiotic fiber modulation of the gut microbiota improves risk factors for obesity and the metabolic syndrome. *Canadian institutes of health research*. 3(1): 29-34.

Pereira, M., Kartashov, A., Ebbeling, C., Van Horn L, Slattery, M., Jacobs, D., Ludvig, D. 2005. Fast-food habits, weight gain, and insulin resistance (the CARDIA study): 15-year prospective analysis. *The lancet* 365(9453):36-42.

Pirozzo S, Summerbell C, Cameron C, Glasziou P. 2005. Advice on low-fat diets for obesity. *The Cochrane Collaboration*. [www.thecochranelibrary.com](http://www.thecochranelibrary.com), s. 1-23.

Prentice, A., Jebb, S. 2003. Fast foods energy density and obesity: a possible mechanistic link. *An official journal of the international association for the study of the obesity*. 4(4):178-194.

Rolls, B., Drewnowski, A., Ledikwe, J. 2006. Changing the energy density of the diet as a strategy for weight management. *Journal of the American dietetic association*. 105(5):98-103.

Sarlio-Lähteenkorva, S., Tuomarila, H. 2009. Ravintoa ja syömistä käsittelevä puhe laihdutusryhmissä. *Sosiaalilääketieteellinen aikakauslehti*. 46:23-36.

Schoenfeld BJ, Aragon AA, Krieger JW. 2013. The effect of protein timing on muscle strength and hypertrophy: a meta-analysis. *J Int Soc Sports Nutr*:53.

Shahar, S., Teng, F., Manaf, Z., Krupa Das, S., Taha, C., Ngah, W. 2011. Efficacy of fasting calorie restriction on quality of life among aging men. *Journal of physiology and behavior*. 5:1059-1064.

Shahar DR, Yu B, Houston DK, Kritchevsky SB, Newman AB, et al. 2010. Health, Aging, and Body Composition Study: Misreporting of energy intake in the elderly using doubly labeled water to measure total energy expenditure and weight change. *J Am Coll Nutr* 29: 14–24.

Sillanpää, E., Häkkinen, A., Nyman, K., Mattila, M., Cheng, S., Karavirta, L., Laaksonen, D. E., Huuhka, N., Kraemer, W. J. & Häkkinen, K. 2008. Body Composition and Fitness during Strength and/or Endurance Training in Older Men. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 40:950-8.

Stea, T., Andersen, L., Paulsen, G., Hetlelid, K. 2014. Validation of a pre-coded food diary used among 60-80 year old men: Comparison of self- reported energy intake with objectively recorded energy expenditure. *Plos one*. Doi. 10.1371.

Stefanick, M., Mackey, S., Sheehan, M., Ellsworth, N., Haskell, W., Wood, P. 1998. Effects of diet and exercise in men and postmenopausal women with low levels of HDL cholesterol and high levels of LDL cholesterol. *The new England journal of medicine*. 2 (1):12-20-

Theuwissen, E., Mensink, R. 2008. Water-soluble dietary fibers and cardiovascular disease. *Journal of Physiology & behavior*. 94(2):285-92.

Threapleton, D., Greenwood, D., Evans, C., Cleghorn, C., Nykjaer, C., Woodhead, C., Cade, J. 2013. Dietary fibre intake and risk for cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 347:f6879

Thomas, DK., Quinn MA, Saunders DH, et al. 2016. Protein supplementation does not significantly augment the effects of resistance exercise training in older adults: a systematic review. *Journal of the American medical directors association*;17:959.e1-9.

Tokmakidis S, Kalapotharakos V, Smilios I, Parlavantzas A. 2009. Effects of detraining on muscle strength and mass after high or moderate intensity of resistance training in older adults. *Clin Physiol Funct Imaging* 29: 316–319.

Wanders, A., Van den Borne, JJ., Graaf, C., Hulshof, T., Jonathan, M C., Kristensen, M., Mars, M., Schols, H A., Feskens, E J. 2011. Effects of dietary fibre on subjective appetite, energy intake and body weight: a systematic review of randomized controlled trials. *An official journal of the international association for the study of obesity*. 12(9):724-39.

Westcott, W. L. (2002). Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Current Sports Medicine Reports* 11(4):209-16.

Westcott, L., Winett, R., Annesi, J., Wojcik, J., Anderson, E., Madden, P. 2009. Prescribing physical activity: applying the acsm protocols for exercise type, intensity and duration across 3 training frequencies. *The journal of the physician and sportsmedicine*. 37(2) :51-58.

Westcott, L. 2012. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Journal of current sports medicine reports*. 11(4):209-216.

Woo, K., Chook, P., Chung, W., Sung, R., Qiao, M., Leung, S., Lam, C., Metreweli, C., Celermajer, D. 2004. Effects of diet and exercise on obesity-related vascular dysfunction in children. *National center of biotechnology information*. 109(16):1981-1986.



