

**SUOMALAISTEN NAISJALKAPALLOILIJOIDEN ENERGIANSAAVUUS JA  
SEN YHTEYS RAVITSEMUSOSAAMISEEN SEKÄ KEHONKOOSTUMUKSEEN**

Matilda Nurmi

Liikuntalääketieteen pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2023

## TIIVISTELMÄ

Nurmi, M. 2023. Suomalaisten naisjalkapalloilijoiden energiansaatavuus ja sen yhteys ravitsemusosaamiseen sekä kehonkoostumukseen. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, liikuntalääketieteen pro gradu -tutkielma. 52 sivua, 3 liitettä.

**Johdanto.** Ravitsemuksella on merkittävä rooli jalkapalloilijan optimaalisen suorituskyvyn ulosmittaamisessa. Tutkimustieto koskien energiansaatavuutta ja ravitsemusosaamisen vaikutusta siihen naisjalkapalloilijoilla on vähäistä. Tässä pro gradu -tutkielmassa pyrittiin selvittämään alhaisen energiansaatavuuden esiintymistä suomalaisilla naisjalkapalloilijoilla. Tarkoituksena oli myös selvittää, onko ravitsemustieto yhteydessä energiansaatavuuteen. Lisäksi pyrittiin selvittämään, oliko kehonkoostumus, energiansaatavuus ja ravitsemustieto yhteydessä toisiinsa suomalaisilla naisjalkapalloilijoilla.

**Menetelmät.** Tutkimushenkilöt (n= 34) olivat 18,7-vuotiaita ( $\pm 2,9$ ), ja heidän perustietonsa olivat seuraavat: pituus 168,5 cm ( $\pm 5,9$ ), paino 64,2 kg ( $\pm 8,6$ ), kehon rasvaton massa 47,6 kg ( $\pm 4,8$ ) ja rasvaprosentti 26,4 % ( $\pm 4,7$ ). Kehonkoostumus määritettiin kaksiennergisellä röntgenabsorptiometrialla (DXA). Energiansaatavuuden laskeminen tapahtui kolmen päivän ruokapäiväkirjan, harjoitusten aikaisen kulutuksen ja kehon rasvattoman massan (FFM) avulla. Ravitsemusosaamista kartoitettiin validoidulla ravitsemusosaamiskyselyllä. Pelaajat jaoteltiin LEA- ja non-LEA-ryhmiin energiansaatavuutensa perusteella ( $<30$  kcal/kg FFM/vrk vs.  $\geq 30$  kcal/kg FFM/vrk). Tilastolliset analyysit suoritettiin SPSS 28.0 -ohjelmaa (IBM Corp. Armonk, NY, USA) sekä Microsoft Office Excel 2018 -ohjelmaa käyttäen. Aineiston normaalijakautuneisuus arvioitiin sekä Kolmogorov-Smirnov- että Shapiro-Wilk-testeillä. Efektikokojen analysoinnissa ryhmien välillä hyödynnettiin Mann-Whitney U-testiä. Muuttujien välistä korrelaatiota laskettiin hyödyntämällä Pearsonin korrelaatiokerrointa. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi määritettiin  $p < 0,05$ . Tulokset ovat ilmoitettu muodossa tulos  $\pm$  keskihajonta (SD).

**Tulokset.** Energiansaatavuus oli suomalaisilla naisjalkapalloilijoilla keskimäärin kohtalaista ( $40,6 \pm 12,9$  kcal/kg FFM/vrk). LEA-ryhmässä (n= 5) se oli  $20,9 \pm 5,0$  kcal/kg FFM/vrk ja non-LEA-ryhmässä (n= 29)  $43,9 \pm 10,6$  kcal/kg FFM/vrk. Energiansaatavuus vaihteli välillä 13,3-76,7 kcal/kg FFM/vrk. Energiansaatavuuden ja ravitsemusosaamisen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ( $r = -0,157$ ,  $p = 0,491$ ). Kehonkoostumus, energiansaatavuus ja ravitsemusosaaminen olivat osan muuttujien osalta yhteydessä toisiinsa tilastollisesti merkitsevästi. Ravitsemusosaaminen oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä seuraaviin muuttujiin: kehon rasvaton massa ( $r = 0,493$ ,  $p = 0,005$ ), kehonpaino ( $r = 0,448$ ,  $p = 0,011$ ) ja pituus ( $r = 0,477$ ,  $p = 0,007$ ). Energiansaatavuus oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä seuraaviin muuttujiin: rasvamassa ( $r = -0,369$ ,  $p = 0,041$ ), rasvaton massa ( $r = -0,373$ ,  $p = 0,039$ ) sekä kehonpaino ( $r = 0,409$ ,  $p = 0,022$ ). Hiilihydraattien saanti jäi kaikilla suosituksesta ( $4,5 \pm 1,5$  g/kg), ja LEA- ja non-LEA-ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero lähes kaikkien ravitsemusmuuttujien suhteen.

**Pohdinta ja johtopäätökset.** Naisjalkapalloilijoiden energiansaatavuus jää useimmiten suosituksista. Pelkkä ravitsemustiedon kasvattaminen ei vaikuta parantavan urheilijoiden energiansaatavuutta, vaan se pitäisi yhdistää henkilökohtaiseen ohjaamiseen. Uutta tutkimustietoa tärkeämpää on suhteellisen energiavajeen tietoisuuden lisääminen pelaajille ja valmentajille.

**Asiasanat:** suhteellinen energiavaje, energiansaatavuus, alhainen energiansaatavuus, jalkapallo, naisurheilija, urheiluravitsemus, ravitsemusosaamiskysely

## ABSTRACT

Nurmi, M. 2023. Energy availability of Finnish female football players and its connection to nutrition knowledge and body composition. Faculty of Sports and Health Sciences, University of Jyväskylä. Sports and exercise medicine master's thesis. 52 pages, 3 appendices.

**Introduction.** Nutrition is a vital part of footballer's optimal performance. There are not many studies about energy availability and sports nutrition in female footballers. The purpose of this study is to examine the prevalence of low energy availability in Finnish female footballers. The purpose is also to find if sports nutrition knowledge, energy availability and body composition correlate with each other.

**Methods.** The participants (n = 34) were an average of 18.7 years old ( $\pm 2.9$ ). Their characteristics were as follows: height 168.5 cm ( $\pm 5.9$ ), body mass 64.2 kg ( $\pm 8.6$ ), fat-free mass 47.6 kg ( $\pm 4.8$ ) and body fat 26.4 % ( $\pm 4.7$ ). Body composition was measured using whole body dual-energy X-ray absorptiometry measurement (DXA). Energy availability was assessed using exercise energy expenditure, fat-free mass, and a three-day food diary. The participants also completed a nutrition knowledge questionnaire. Players were divided into LEA- and non-LEA-groups based on their energy availability ( $<30$  kcal/kg FFM/d vs.  $\geq 30$  kcal/kg FFM/d). The results were analysed with SPSS 28.0 (IBM Corp. Armonk, NY, USA) and Microsoft Office Excel 2018. Normality was assessed with Kolmogorov-Smirnov- and Shapiro-Wilk-tests. Effect sizes were analyzed with Mann-Whitney U-test. Correlations between variables were measured with Pearson's correlation coefficient. The limit of statistical significance was set to  $p < 0.05$ . All data were presented as mean  $\pm$  SD.

**Results.** Energy availability was at a moderate level ( $40.6 \pm 12.9$  kcal/kg FFM/d). In LEA-group (n= 5) it was  $20.9 \pm 5.0$  kcal/kg FFM/d and non-LEA-group (n= 29)  $43.9 \pm 10.6$  kcal/kg FFM/d. Energy availability varied from 13.3 to 76.7 kcal/kg FFM/d. There was no statically significant correlation between energy availability and sports nutrition knowledge ( $r = -0.157$ ,  $p = 0.491$ ). Body composition, energy availability and sports nutrition knowledge had some statistically significant correlations. Sports nutrition knowledge had a statistically significant correlation with the following variables: fat-free mass ( $r = 0.493$ ,  $p = 0.005$ ), body mass ( $r = 0.448$ ,  $p = 0.011$ ) and height ( $r = 0.477$ ,  $p = 0.007$ ). Energy availability had a statistically significant correlation with the following variables: fat mass ( $r = -0.369$ ,  $p = 0.041$ ), fat-free mass ( $r = -0.373$ ,  $p = 0.039$ ) and body mass ( $r = 0.409$ ,  $p = 0.022$ ). Carbohydrate intake did not meet the recommendations ( $4.5 \pm 1.5$  g/kg). There was a statically significant correlation between LEA- and non-LEA-groups within almost every nutrition variable.

**Discussion and conclusions.** Female footballers' energy availability does not consistently meet the recommendations. Simply increasing nutrition knowledge does not improve the energy availability of players. For the best results, it should be combined with personal guidance. The most important thing is to increase the awareness of reduced energy availability for players and coaches.

**Keywords:** RED-s, reduced energy availability in sports, energy availability, low energy availability, football, soccer, female athlete, sports nutrition, nutrition knowledge questionnaire

## KÄYTETYT LYHENTEET

AEE	activity related energy expenditure, kaikki harjoittelun ulkopuolella tapahtuva aktiivisuus
DXA	dual energy X-ray absorptiometry, kaksienenerginen röntgenabsorptiometria
EA	energy availability, energiansaatavuus
EEE	exercise energy expenditure, harjoitusten aikainen energiankulutus
EI	energy intake, energiansaanti
F%	fat percentage, rasvaprosentti
FFM	fat free mass, rasvaton massa
FM	fat mass, rasvamassa
GH	growth hormone, kasvuhormoni
IGF-1	insuline-like growth factor-1, insuliininkaltainen kasvutekijä
LEA	low energy availability, alhainen energiansaatavuus
LH	luteinizing hormone, lutenisoiva hormoni
MET	metabolic equivalent, metabolinen ekvivalentti
non-LEA	non low energy availability, ei-alhainen energiansaatavuus
RED-S	reduced energy deficiency in sports, suhteellinen energiavaje
REE	resting energy expenditure, lepoenergiankulutus
ROK%	ravitsemusosaamiskyselyn tulos
VO <sub>2max</sub>	maksimaalinen hapenottookyky

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1 JOHDANTO.....	1
2 SUHTEELLINEN ENERGIAVAJE .....	3
2.1 Energiansaatavuus ja suhteellinen energiavaje.....	3
2.2 Energiansaatavuuden tutkiminen.....	5
2.3 Suhteellisen energiavajeen vaikutukset terveyteen .....	7
2.4 Toiminnalliset seuraukset suorituskykyyn ja harjoitusvasteeseen .....	10
3 NAISJALKAPALLOILIJAN RAVITSEMUS .....	13
3.1 Pääpiirteet .....	13
3.2 Ravintoaineet .....	15
3.3 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus .....	17
4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	19
5 MENETELMÄT.....	20
5.1 Aineiston keruu ja mittarit.....	20
5.2 Aineiston rajaus ja tutkittavat .....	21
5.3 Tilastolliset menetelmät.....	22
6 TULOKSET .....	23
6.1 Energiansaatavuus ja energiansaanti .....	23
6.2 Ravitsemusosaamiskysely .....	25
6.3 Energiansaatavuus, ravitsemusosaamiskysely ja kehonkoostumus.....	26
7 POHDINTA.....	27
7.1 Tulosten analysointi ja vertailu muihin aiheeseen liittyviin tutkimuksiin.....	27
7.2 Tutkimusten rajoitukset ja luotettavuus.....	32
7.3 Tutkimuksen eettisyys .....	34
7.4 Yhteenveto ja jatkotutkimusehdotukset.....	34
LÄHTEET .....	36

## LIITTEET

LIITE 1. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen laadunarviointi.

LIITE 2. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tiedonhaun vuokaavio.

LIITE 3. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen päätulokset alhaisen energiansaatavuuden esiintyvyydestä

# 1 JOHDANTO

Jalkapallo on monipuolinen pallopeti, jossa vaaditaan lajitaitojen lisäksi erilaisia fyysisiä ja psyykkisiä ominaisuuksia pelipaikasta riippuen. Keskeisiä fyysisiä ominaisuuksia lajissa ovat nopeus, kestävyys sekä räjähtävän voiman tuotto (Mohr ym. 2003). 90-minuuttisten pelien ja sitäkin pidempien harjoitusten aikaisen väsymyksen sietokyky vaatii sekä fyysistä että psyykkistä suorituskykyä, mutta myös optimaalista valmistautumista suoritukseen. Naisjalkapalloilijat juoksevat pelin aikana keskimäärin 9–11 kilometria, joista korkean intensiteetin juoksua ja sprinttejä on noin 1–3 kilometria (Andersson ym. 2010; Gabett & Mulvey 2008; Scott ym. 2020). Tyypillinen harjoitusviikko koostuu 1–2 ottelusta ja 4–6 harjoituksesta (Moss ym. 2021). Ravitsemuksella on suuri ja merkitsevä rooli jalkapalloilijan optimaalisen suorituskyvyn ulosmittaamisessa. Jalkapalloilijan tärkein energianlähde on hiilihydraatti lajin fysiologiset lähtökohdat huomioiden (Ali ym. 2007; Bangsbo ym. 2006; Fogelhom ym. 2006). Harjoittelun ulkopuoliset toimet, kuten ravitsemus, uni ja palautuminen, korostuvat vielä yksilöurheilijaan verrattuna enemmän, sillä joukkueharjoitusten kuormaan ei ole usein yksittäisellä pelaajalla mahdollista vaikuttaa.

Tutkimusaiheena suhteellisen energiavajeen ja energiasaataavuuden kenttä on nuori. Naisurheilijan oireyhtymä -nimikkeellä (*female athlete triad*) tutkimusta on tehty 1990-luvulta, ja suhteellisesta energiavajeesta (*RED-S, reduced energy availability in sports*) on puhuttu vuodesta 2014 lähtien (Mountjoy ym. 2014; Yeager ym. 1993). Suomessa naisurheilijan oireyhtymän tutkiminen on alkanut 2010-luvulla ja suhteellisen energiavajeen käytännössä 2020-luvulla, yksittäisiä poikkeuksia lukuunottamatta. Jalkapallotutkimusta on tehty luonnollisesti pidempään, mutta Kirkendallin ja Krusturp (2021) mukaan kaikista jalkapalloon liittyvistä julkaistuista tutkimuksista vain viidesosa koskee naisjalkapalloilijoita. Ammattilaisnaisjalkapalloa koskevista tutkimuksista luku on vielä pienempi, 15 prosenttia (Kirkendall & Krusturp 2021). Tarve lisätiedolle koskien sekä naisjalkapalloilijoita että energiansaataavuutta on suuri, jotta voidaan lisätä tietoisuutta suhteellisen energiavajeen vaikutuksista ja yleisyydestä naisjalkapalloilijoilla. Lisätiedolla voidaan mahdollistaa pelaajien parempi terveys ja suorituskyky. Suhteellista energiavajetta tutkiessa on tärkeää huomioida myös yksilön kannalta syyt, miksi vaje on syntynyt, ei pelkästään fysiologinen näkökulma (Mountjoy ym. 2018). Suomalaisen naisjalkapalloilijoiden energiansaataavuudesta ei ole aiemmin julkaistu tutkimuksia, ja Pohjoismaista vain Norjasta on julkaistu tutkimustuloksia (Dasa ym. 2023).

Urheilijan tekemät ravitsemusvalinnat vaikuttavat suuresti jokapäiväiseen elämään sekä suorituskykyyn. Hyvillä valinnoilla voidaan vähentää matalan energiansaataavuuden ja ravintoainepuutosten riskiä, sekä välttää liika ravitsemuslisien, proteiinin ja energiajuomien käyttö (Bergeron ym. 2015; Trakman ym. 2016). Lisäämällä urheilijoiden ja valmentajien ravitsemusosamista voidaan pyrkiä vaikuttamaan valintoihin, joita urheilijat tekevät ravitsemuksensa suhteen (Birkenhead & Slater 2015). Kansainvälinen olympiakomitea on linjannut, että nuorten urheilijoiden ravitsemuskasvatuksessa olisi tärkeää huomioida riittävän hiilihydraatin, kalsiumin, D-vitamiinin ja raudan saanti. Lisäksi nuoria pitäisi valistaa suhteellisesta energiavajeesta sekä syömishäiriölle altistavista käyttäytymismalleista (Berferon ym. 2015). Tutkimustieto ravitsemustiedon ja energiansaataavuuden yhteydestä naisurheilijoilla on ristiriistaista (Day ym. 2015; Magee ym. 2020; Valliant ym. 2012; Zawila ym. 2003). Heaney ym. (2011) katsauksesta saatiin heikkoa näyttöä, että ravitsemustieto ja ravinnonsaanti olisivat urheilijoilla positiivisesti yhteydessä toisiinsa. On epäselvää, millä tasolla urheilijoiden ravitsemusosaaminen on, miten sitä pitäisi tutkia ja voidaanko sillä nähdä olevan yhteys urheilijan energiansaataavuuteen (Trakman ym. 2016).

Tässä pro gradu -tutkielmassa pyrittiin selvittämään alhaisen energiansaataavuuden esiintymistä suomalaisilla naisjalkapalloilijoilla. Tarkoituksena oli myös selvittää, onko ravitsemustieto yhteydessä energiansaataavuuteen. Lisäksi pyrittiin selvittämään, oliko kehonkoostumus, energiansaataavuus ja ravitsemustieto yhteydessä toisiinsa suomalaisilla naisjalkapalloilijoilla.



## 2 SUHTEELLINEN ENERGIAVAJE

### 2.1 Energiansaataavuus ja suhteellinen energiavaje

Energiansaannilla (*EI, energy intake*) tarkoitetaan sitä määrää energiaa, joka saadaan ravinnosta. Energiansaataavuudella (*EA, energy availability*) tarkoitetaan sitä energianmäärää, joka on elimistön käytettävissä, kun kokonaisenergiansaannista on vähennetty harjoitteluun käytetty energianmäärä (*EEE, exercise energy expenditure*) (Loucks ym. 2011). Suhteellinen energiavaje viittaa pitkään jatkuneeseen liian alhaiseen energiansaantiin suhteessa energiankulutukseen, mikä aiheuttaa haitallisia terveydellisiä seurauksia ja oireita. Suhteellinen energiavaje heikentää palautumista ja harjoittelun tuloksellisuutta sekä altistaa sairastumisille, loukkaantumisille ja ylipainuudelle (Mountjoy ym. 2014; 2018; Nattiv ym. 2007; Sundgot-Borgen ym. 2013).

Suhteellinen energiavaje on erittäin yleistä naisurheilijoilla, mutta sitä esiintyy sukupuolesta riippumatta (Mountjoy ym. 2014; 2018; Nattiv ym. 2007; Sundgot-Borgen ym. 2013). Suhteelliseen energiavajeeseen ei välttämättä liity syömishäiriötä, mutta syömishäiriöriskien tunnistaminen on tärkeää terveellisen ja turvallisen urheilun takaamiseksi (Loucks 2004). Sundgot-Borgen ja Torstveit (2007) havaitsivat, että jopa 28 prosentilla naispallolijoista oli syömishäiriö. Poikkimäen ym. (2017) katsaus selvitti tyttö- ja naispallolijoilla syömishäiriöoireilun yleisyyden olevan 16 prosenttia. Naisurheilijat haluavat keskimäärin painaa pari kiloa omaa painoaan vähemmän. Atleettisen ja hoikan kehon tavoittelu on monelle urheilijalle lähes yhtä tärkeää kuin urheilullisten tulosten saavuttaminen, vaikka nämä asiat eivät ole useimmiten yhteydessä toisiinsa (Mountjoy ym. 2014).

Energiansaataavuuden ja suhteellisen energiavajeen termit ovat melko uusia. Aikaisemmin puhuttiin naisurheilijan oireyhtymästä. Ilmiö havaittiin syömishäiriötä sairastavilla naisurheilijoilla, joilla oli usein samanaikaisesti kuukautiskierron häiriötä sekä osteoporoosia (Yeager ym. 1993). Myöhemmin ymmärrettiin, että oireyhtymä on jatkumo terveydestä sairauteen, eikä vain yksi tila. Lisäksi huomattiin, että yhdenkin osatekijän olemassaolo voi heijastaa mahdollista ongelmaa, vaatiessaan lisäselvitystä (Heikura 2021; Mountjoy ym. 2014). Myöhemmin keskusteluun tullut suhteellisen energiavajeen käsite huomioi laajemmin oireita kuin vain syömishäiriöt, kuukautiskierron häiriöt ja osteoporoosin (Mountjoy ym. 2014; Nattiv ym. 2007; Sundgot-Borgen ym. 2013). Suhteellinen energiavaje käsitteenä kattaa alleen kymmenen terveysoiretta sekä kymmenen suorituskykyoiretta (kuvat 1 & 2). Suhteellista energiavajeetta voi esiintyä

myös miesurheilijoilla, kun naisurheilijan oireyhtymä nimensä mukaisesti koskettaa vain naisia (Mountjoy ym. 2014; 2018).

Alhaisessa energiansaataavuudessa elimistö alkaa muuttaa toimintaansa mahdollistaakseen välttämättömien kehontoimintojen, kuten sydämen, keuhkojen ja aivojen toimintojen, säilymisen. Muutoksia syntyy sen myötä vähemmän fysiologisen selviämisen kannalta tärkeisiin toimintoihin, kuten laskevaan hormonitoimintaan, hidastuvaan aineenvaihduntaan sekä psyykkisiin toimintoihin (Loucks 2004; 2011). Kohtalainen energiansaataavuus on tila, jossa elimistön toiminta pysyy useimmiten yllä. Lyhyitä ajanjaksoja kestäväenä kohtalainen energiansaataavuus mahdollistaa myös painonpudotuksen (Heikura 2021; Mountjoy ym. 2014). Pitkään jatkuneella alhaisella tai kohtalaisella energiansaataavuudella usein tavoiteltua painonlaskua ei kuitenkaan saavuteta, vaan vastakohtaisesti keho menee niin sanottuun adaptiiviseen termogeneesiin: lepoaineenvaihdunta hidastuu ja liikunnan aikainen energiankulutus pienenee hankaloittaen painonpudotusta ja jopa painonhallintaa (Nattiv ym. 2007). Suhteellisen energiavajeen eli kauan jatkuneen alhaisen energiansaataavuuden vaikutuksia on tarkemmin esitelty alaluvuissa 2.3 ja 2.4. Optimaalinen energiansaataavuus mahdollistaa kehittymisen, palautumisen ja terveyden. Tarpeeksi korkea energiansaataavuus mahdollistaa myös lihasmassan kasvattamisen ja painon nostamisen (Loucks ym. 2011; Melin ym. 2019).

Energiavajeen esiintymistä voidaan jakaa tahalliseen- ja tahattomaan energiavajeeseen. Alhaiseen energiansaataavuuden fysiologisten vaikutusten kannalta ei ole merkitystä, miten se syntyy; oli syynä liian alhainen energiamäärä, kova harjoittelu tai tahaton tai tahallinen energiavaje (Loucks ym. 1998; Williams ym. 2015). Tahaton energiavaje syntyy esimerkiksi tilanteissa, joissa urheilija seuraa vain nälkäsignaalejaan syömiskäyttäytymisessä. Kulutusta ei välttämättä osata kompensoida riittävällä energiansaannilla, sillä kova ja kuluttava harjoittelu vähentää nälän tunnetta (Loucks ym. 2011). Lisäksi epä tietoisuus itselle sopivasta energiansaantitasosta voi aiheuttaa energiavajetta. Myös mahdollisimman terveelliseen ruokavalioon pyrkiminen voi aiheuttaa sen, että kuitu- ja kasvispitoisia aterioita nauttiessa saatu kalorimäärä on alhainen, mutta kylläisyyden tunne saavutetaan nopeammin (Barron ym. 2016). Tietämättömyys kehon negatiivisista signaaleista voi myös aiheuttaa tahatonta energiavajetta. Australialaisessa naisurheilijoille suunnatussa tutkimuksessa vain 10 prosenttia pystyi nimeämään kaikki kolme naisurheilijan oireyhtymän osa-alueita, ja puolet vastaajista piti amenorreaa normaalina urheilijoilla (Miller ym. 2012).

Tahallinen energiavaje saattaa pohjautua ajatusmalleihin, joissa alhaisemman energiansaannin myötä suorituskyky paranisi, jos kehonpaino ja rasvaprosentti olisivat alhaisempia (Bratland-Sanda & Sundgot-Borgen 2013; De Souza ym. 2014; Mountjoy ym. 2014). Näin asia ei automaattisesti kuitenkaan ole: hetkittäisten positiivisten muutosten jälkeen suorituskyky ennemmin heikkenee, kuin paranee (Mountjoy ym. 2018). Painonpudotuspyrkimykset eivät kuitenkaan aina ole yhteydessä suorituskyvyn optimointiin, vaan taustalla voivat olla myös pelkät ulkonäkösytyt (Martinsen ym. 2010). On tärkeää huomioida, että esimerkiksi Thein-Nissenbaun ym. (2011) tutkimuksen mukaan syömishäiriöoireilevilla urheilijoilla oli kaksinkertainen riski loukkaantua verrattuna urheilijoihin, joilla ei ollut syömishäiriöoireilua. Tietyt urheilijoille tyyppilliset persoonallisuuspiirteet, kuten perfektionismi, tunnollisuus ja vaativuus, voivat myös vaikuttaa syömisen häiriintymiseen. Ulkonäköpaineet, lihomisen pelko ja toistuvat sekä parantumattomat vammat voivat myös lisätä tahallisen energiavajeen syntyä (Mountjoy ym. 2014).

Tahallisen energiavajeen ja häiriintyneen syömiskäyttäytymisen taustalla on useimmiten monien syiden yhdistelmä. Nattivin ym. (2007) mukaan syyt voidaan jakaa altistaviin-, laukaiseviin- ja ylläpitäviin tekijöihin. Altistavia syitä ovat muun muassa geneettiset- tai psykologiset syyt, kuten kehotytyttömyys, huono itsetunto ja perfektionismi. Sosiokulttuurisia syitä ovat muun muassa kuten vertaispaine ja median vaikutus (Mazzeo & Bulik 2009; Stice 2002; Stice ym. 2011). Laukaisevia tekijöitä voivat olla muun muassa negatiiviset kommentit kehon ulkonäköön tai painoon viitaten, muut traumaattiset kokemukset, kuten loukkaantumiset, tai jatkuva painon tarkkailu esimerkiksi punnitusten muodossa (Healey 2014; Sharpe ym. 2013; Stice 2002). Häiriintyneen syömiskäyttäytymisen ylläpitäviä tekijöitä voivat olla esimerkiksi valmentajan tai muiden henkilöiden hyväksyntä ja kannustavat kommentit uutta ulkomuotoa kohden, sekä alkuun saatu menestys (Drinkwater ym. 2005).

## **2.2 Energiansaatavuuden tutkiminen**

Energiansaatavuuden laskemiseksi pitää olla selvillä henkilön kehon rasvaton massa (*FFM, fat free mass*), energiansaanti sekä harjoitusten aikainen energiankulutus (Burke ym. 2006; Loucks 2004; 2007; Loucks ym. 2011; Melin ym. 2015; Melin ym. 2019; Mountjoy ym. 2014; 2018 Nattiv ym. 2007). Energiansaatavuus voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$\frac{\text{Energiansaanti (EI, kcal)} - \text{harjoitusten aikainen energiankulutus (EEE, kcal)}}{\text{kehon rasvaton massa (FFM, kg)}}$$

Kaavan avulla saatu lukema määritellään joko alhaiseen, kohtalaiseen tai optimaaliseen energiansaataavuuteen. Tutkimuksissa yleisesti alhaisen energiansaataavuuden rajana pidetään naisilla 30 kcal/kg FFM /vrk ja optimaalisen rajana 45 kcal/kg FFM/vrk (Burke ym. 2006; Loucks 2007; Loucks ym. 2011; Melin ym. 2015; Melin ym. 2019; Nattiv ym. 2007).

Energiansaataavuuden laskukaava antaa arvion, jota harvoin voidaan pitää täysin totena. Kehon absoluuttisen rasvaprosentin määrittäminen ei ole mahdollista tehdä kuin kuolleella ihmisellä, jonka takia saatu prosenttiluku on aina arvio. Käytetty mittari vaikuttaa myös sen tulokseen: vedenalaispunnistuksen ja DXA-mittauksen (*dual energy X-ray absorptiometry, kaksiennergisen röntgensäteiden absorptiometria*) tulokset on arvioitu lähemmäksi totuutta, kuin bioimpedanssimittarin tai pihtimittauksen (McArdle & Katch 2009). Täydellisen energiasaannin määrittämiseksi jokaisen annoksen jokainen ainesosa pitäisi punnita ennen, kuin ne laitetaan lautaselta suuhun. Tämänkaltaisen yksityiskohtaisen mittaamisen toteuttaminen on arkielämässä harvoin täysin mahdollista, ja se helposti saattaa vaikuttaa yksilön ravitsemusvalintoihin mitausten aikana (Black 2000; Mountjoy ym. 2014; Posluna ym. 2009). Harjoitusten aikaisen energiankulutuksen täydellinen mittaaminen muualla kuin laboratorio-olosuhteissa tuottaa myös hankaluuksia. Erilaiset mittarit, jotka perustuvat muun muassa MET-arvoihin, kehon massaan ja pituuteen, sukupuoleen ja sydämen sykkeeseen, antavat jälleen mahdollisimman lähellä totuutta olevan arvion mittaamatta kuitenkaan absoluuttista totuutta (Yang & Ming 2021). Laboratoriossa mitatessa pystytään huomioimaan myös hengityskaasut ja niiden suhde. Hengityskaasuanalyysijä voidaan käyttää energian kulutuksen arvioimiseen sekä steady state -tilassa myös energiaravintoaineiden käyttöön (McArdle & Katch 2009; Pinnington ym. 2001). Jos ja kun todennäköisesti jokin näistä kolmesta arvosta ei ole täydellinen, on tärkeää muistaa energiansaataavuuden olevan suuntaa määrittelevä luku täydellisen totuuden sijaan.

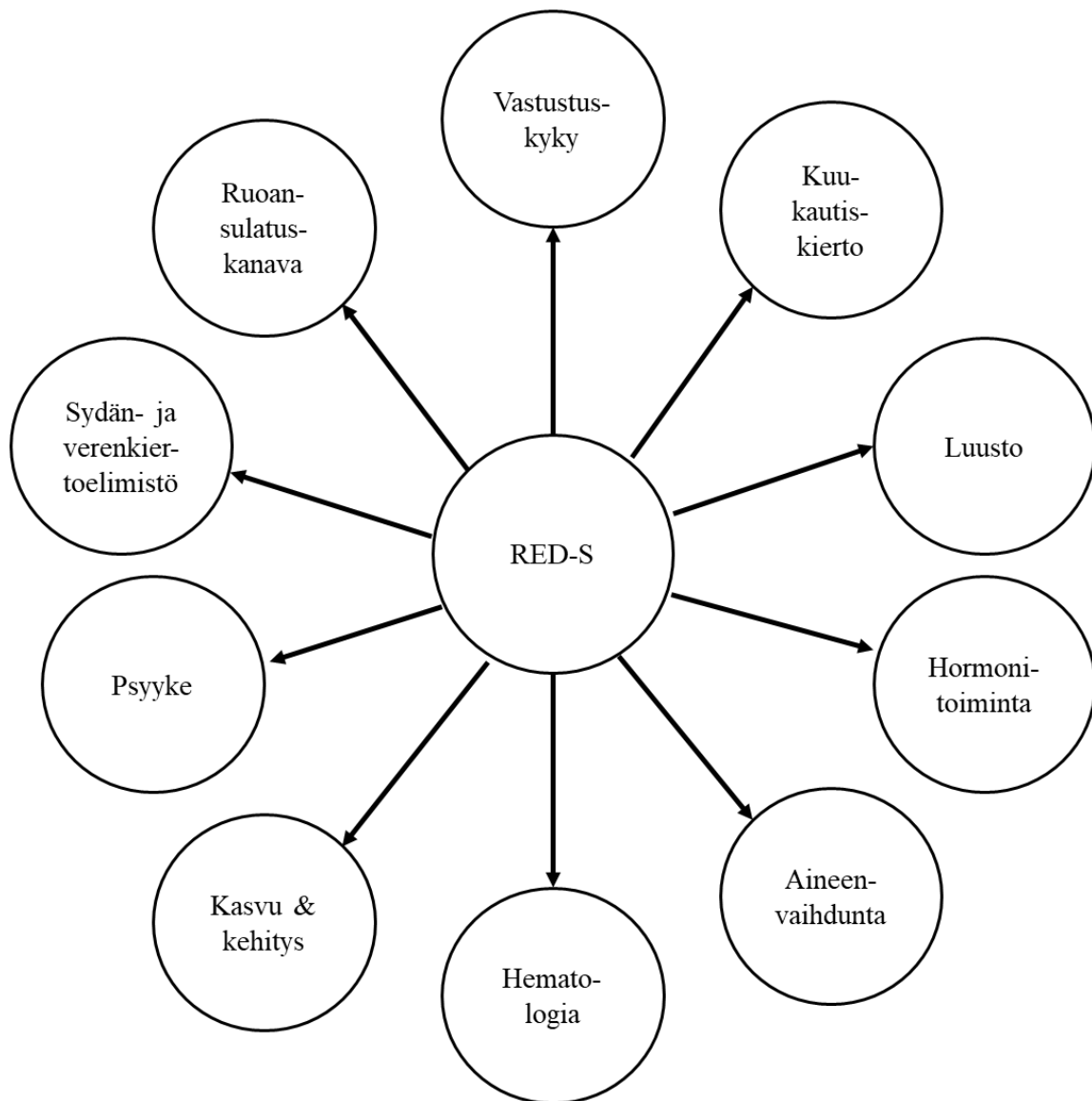
Energiansaataavuuden tavoite- ja alarajat ovat määritelty viitearvoihin. Ihmiskehot ovat silti yksilöitä: jollekin optimaalinen energiansaataavuus voi olla esimerkiksi 40 kcal/kg FFM/vrk, ja toiselle 50 kcal/kg FFM/vrk. Nämä viitearvot – 30 ja 45 – ovat kuitenkin sellaisia, mitkä tutkimuksissa on todettu antamaan yleisesti ottaen parhaat vasteet niin kehon fysiologisen toiminnan, kuin suorituskyvyn ja harjoitusvasteen kannalta (Burke ym. 2006; Loucks 2007; Loucks ym. 2011; Melin ym. 2015; Melin ym. 2019; Mountjoy ym. 2014; Nattiv ym. 2007). Lukuisat naisurheilijoita koskevat tutkimukset eivät siltikään ole onnistuneet löytämään tiettyjä kynnyisarvoja energiansaataavuuden ja objektiivisten mittareiden välillä, koska muutosten takana on

monimutkaisia annos-vaste-suhteita (Ihle & Loucks 2004; Koehler ym. 2013; Loucks & Heath 1994). Standardisointia vaativat myös tietojen keräyspäivien lukumäärä, ja tavat, joilla energiansaanti, harjoitusten aikainen energiansaanti ja rasvaton massa arvioidaan. Lisäksi muun arkiaktiivisuuden huomioiminen voi tutkimuksissa olla hankalaa (Mountjoy ym. 2018).

Suhteellisen energiavajeen riskissä olevien henkilöiden tunnistaminen varhaisessa vaiheessa olisi tärkeää. Riskissä olevien määrittäminen objektiivisesti mittaamalla on kallista ja työlästä (Heikura 2021). Varhaisen tunnistamisen avulla myös suhteellisen energiavajeen terveyshaitat pienenevät. Osaa suhteellisen energiavajeen negatiivisista seurauksista ei välttämättä ole edes mahdollista hoitaa, jos niitä ei todeta ajoissa (Braun ym. 2018). Riskiä on hyvä selvittää aina, kun kuukautiset ovat epäsäännölliset tai jäävät kokonaan pois, urheilijalla todetaan häiriintynyttä syömiskäyttäytymistä tai syömishäiriö, suorituskyky on heikentynyt ja mielialavaihtelut ovat suuria, sekä kun urheilijan paino laskee tai hänellä on jatkuvasti vammoja ja sairastelua (Mountjoy ym. 2014). Riskin esiintymistä varten on myös luotu erilaisia useita kysymysmittareita, mutta niitä ei ole validoitu, eikä ole selvää, mikä niistä on tehokkain (American Psychiatric Association 2013; Burke ym. 2001; Javed ym. 2013; Melin ym. 2014; Mencias ym. 2012; Rumball & Lebraun 2005). Ei ole myöskään selvää, voitaisiinko esimerkiksi paremmalla ravitsemustiedoilla laskea riskiä matalalle energiansaatavuudelle (Trakman ym. 2016).

### **2.3 Suhteellisen energiavajeen vaikutukset terveyteen**

Alhainen energiansaatavuus aiheuttaa muutoksia hormonipitoisuuksissa, mikä johtaa häiriöihin hypotalamus-aivolisäke-munasarja-akselilla. Tämän seurauksena muun muassa lisääntymishormonipitoisuudet, kuten estrogeeni ja progesteroni, laskevat (Nattiv ym. 2007). Hormonitoiminnan reaktiot ovat ketjureaktioita, missä yksi hormoni vaikuttaa toiseen. Näiden reaktioiden vaikutukset ovat niin solu- ja kudostasolla merkittäviä, vaikuttaen urheilijan suorituskykyyn ja terveyteen (Heikura 2021). Ulkonäkö ei ole mittari suhteellisesta energiavajeesta: paino ei välttämättä laske tai muutu, vaikka fysiologisesti energiansaatavuus olisi riittämätöntä (De Souza ym. 2014). Kuvassa 1 on esitelty kymmenen suhteellisen energiavajeen vaikutusta terveyteen.



KUVA 1. Suhteellisen energiavajeen (RED-S) vaikutukset terveyteen Constantinia (2002), Heikuraa (2021) ja Mountjoyta ym. (2014) mukailten.

Hormonitoiminnan muutokset ovat suhteellisen energiavajeen keskeisimpiä vaikuttajia. Yhteyksiä on löydetty esimerkiksi lisääntymishormonien muutosten sekä lihaksen glykogeenivarojen, energiantuottojärjestelmien käyttämisen, kehon lämpötilan säätelyjärjestelmän ja voimaominaisuuksien välillä (Caldwell & Hooper 2017). Lihasterveyden kannalta tärkeitä hormoneita lisääntymishormonien lisäksi ovat insuliini, kasvuhormoni (GH), insuliininkaltainen kasvutekijä (IGF-1) sekä kortisoli (Heikura 2021). Suhteellisen energiavajeen myötä kohonnut kortisoli ja laskenut IGF-1-hormoni lisäävät lihasten kataboliaa, mikä takia lihaksen anaboliaa eli kasvua ei synny (Elliott-Sale ym. 2018).

Selkeä hälytysmerkki, jolloin energiansaatavuutta olisi viimeistään hyvä tarkastella, on kuukautisten poisjäänti. Luteinisoiva hormoni (LH) vastaa kuukautiskierrosta, ja sen erityis häiriintyy jo muutamassa päivässä, kun energiansaanti on alhaista (Hilton & Loucks 2000; Loucks ym. 1989). LH:n muutokset heijastuvat lisääntymishormoneihin, aiheuttaen kuukautiskierron häiriöitä eli oligomenorreaa, tai amenorreaa eli kuukautisten puuttumista (Loucks ym. 1998). Monet naiskestävyysurheilijoilla tehdyt tutkimukset osoittavat, että kuukautishäiriöt sekä matalat estradioli- ja testosteronitasot ovat yhteydessä heikompaan luun mineraalitiheyteen ja suurempaan rasisuurmurtumariskiin (Gibson ym. 2004; Hind ym. 2006; Barrack ym. 2014). Rasisuurmurtumariski amenorrisilla urheilijoilla voi olla jopa nelinkertainen verrattuna niihin, jolla ei ole kuukautishäiriöitä (Bennell ym. 1999). Aiemmat tutkimukset kuitenkin osoittavat, että alle 30 kcal/kg FFM/vrk energiansaanti ei aiheuta kaikilla naisilla amenorreaa (Lieberman ym. 2018; Williams ym. 2015). 60 prosentin energiavaje normaalista aiheutti Williamsin ym. (2015) tutkimuksessa 88 prosentille osallistujista kuukautiskierron häiriöitä. Tilanteissa, jossa kuukautiset ovat puuttuneet kuuden kuukauden ajan, keskimäärin 2,6 kuukaudessa noin 40 kcal/kg FFM/vrk energiansaatavuudella kuukautiset palautuivat kaikille koehenkilöille Guebelsin ym. (2014) tutkimuksissa.

Luuston heikkeneminen suhteellisen energiavajeen seurauksena johtuu hormonitoiminnan, tarkemmin jälleen muun muassa lisääntymis-, GH- ja IGF-1-hormoninen, muutoksista (Heikura 2021; Seifert-Klauss ym. 2012). Kalsiumin imeytyminen vereen sekä luihin varastoituminen heikkenevät hormonitoimintojen muutosten seurauksena. Hormonitoiminnan muutosten seurauksena luun rakenne heikkenee, kun osteoklastitoiminta kiihtyy ja osteoblastitoiminta hidastuu (Mountjoy ym. 2014; Racher ym. 2011). Luun uudelleenmuodostumisen on todettu heikentyvän niillä naisilla, joiden energiansaatavuus on laskenut alle 30 kcal/kg FFM/vrk. Syynä ovat sekä vähentynyt estrogeenin tuotanto että energiavaje sellaisenaan (Loucks & Thurma 2004). Luuston heikentyminen altistaa rasisuurmurtumille ja myöhemmin osteoporoosille (Chen ym. 2013). Alhainen energiansaatavuus itsenäisenä tekijänä on yhteydessä huonontuneeseen luuterveyteen (Lambrinoudaki & Papadimitriou 2010).

Aineenvaihdunta ja ruoansulatuskanava kärsivät myös suhteellisesta energiavajeesta. Aineenvaihdunta hidastuu, kun elimistö laskee kilpirauhashormonien ja leptiinin määrää (Heikura 2021). Lepoaineenvaihdunta pienenee, jotta pystytään turvaamaan elimistölle välttämättömät toimet (Melin ym. 2015; Trexler ym. 2014). Ruoansulatuskanavan oireita ovat esimerkiksi vatsalaukun hidastunut tyhjentyminen, ummetus sekä ripuli (Norris ym. 2016).

Sydän- ja verenkiertoelimistöön, immuunipuolustukseen ja hematologiaan eli vereen muodostuu myös muutoksia suhteellisessa energiavajeessa. Alhainen energiansaanti aiheuttaa negatiivisia muutoksia lipidiarvioihin sekä verisuonien endoteeliin toimintahäiriöitä, lisäten sydän- ja verisuonitautien riskiä (O'Donnell ym. 2011; Rickenlund ym. 2005). Veren rautapitoisuus on yhdistetty suhteelliseen energiavajeeseen, aiheuttaen ongelmia aineenvaihdunnassa ja luustossa suorituskyvyn lisäksi (Mountjoy ym. 2018). Elimistön kyky puolustautua tauteja vastaan laskee, kun sillä ei ole tarpeeksi energiaa käytettävissä. Varsinkin ylähengitystieinfektioiden määrä oli suurempi (Drew ym. 2018). Immuunipuolustukseen vaikuttavat keskeisesti kortisolin määrän muutokset (Heikura 2021).

Fyysisten vaikutusten lisäksi suhteellinen energiavaje vaikuttaa psykologiseen terveyteen. Alhainen energiansaanti saattaa aiheuttaa stressiä ja masennusta, mutta toisaalta stressi ja masennus saattavat aiheuttaa alhaista energiansaantia (Stice ym. 2012). Kuukautiskierron häiriöt voivat aiheuttaa ahdistusta sekä omakuvan muutoksia (Nappi & Faccinetti 2003). Ajatusmalli siitä, että pitäisi pyrkiä laihduttamaan, aiheuttaa naisurheilijoilla usein suhteellista energiavajetta (De Sousa ym. 2007).

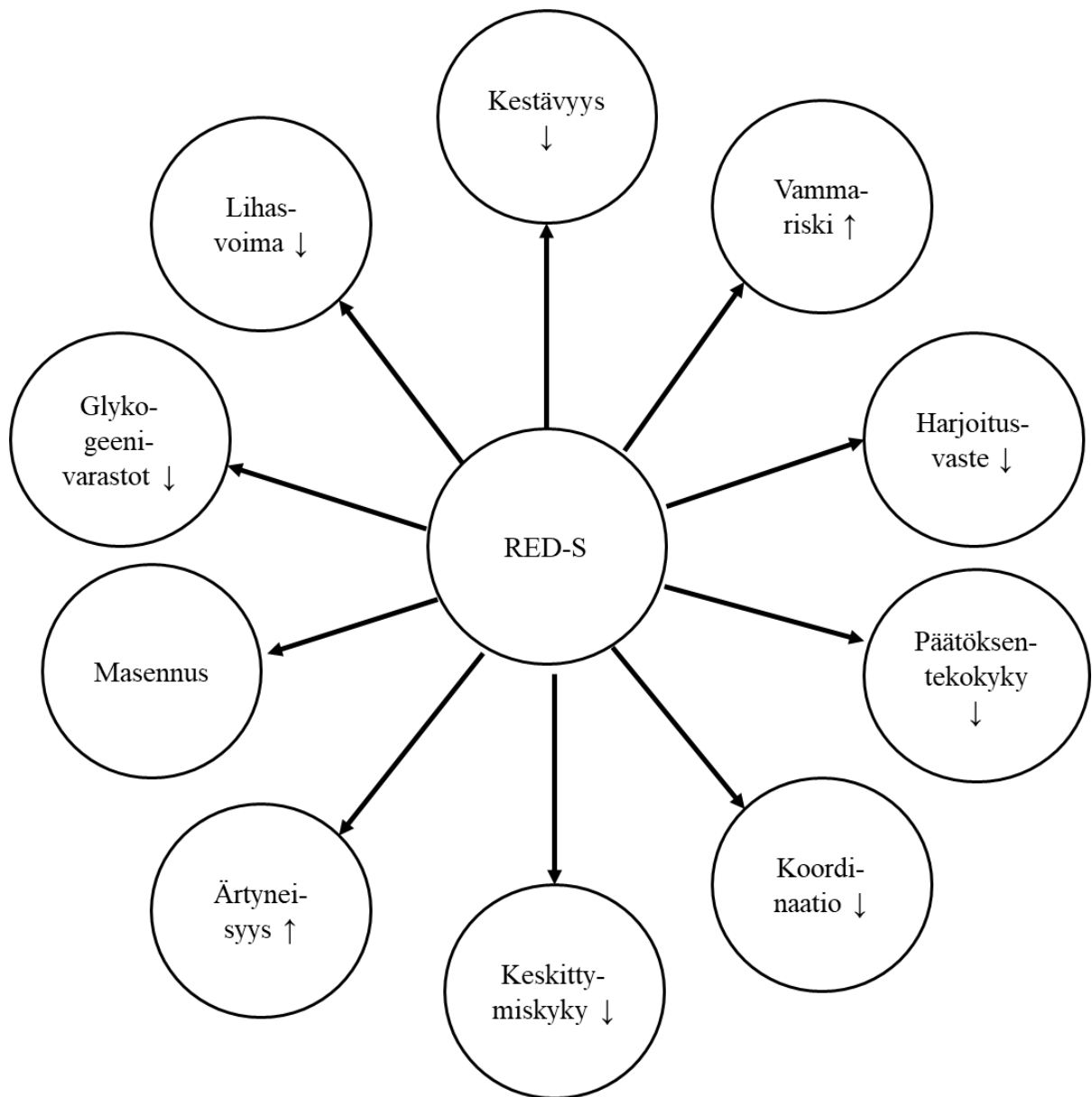
Suhteellisella energiavajeella on myös negatiivisia vaikutuksia kasvuun ja kehitykseen, joten nuorien urheilijoiden kanssa pitää olla erityisen tarkkana. Nuoret urheilijat ovat kaikista alttiimpia kuukautishäiriöille, varsinkin jos niin sanottu gynekologinen ikä on alle 14 vuotta. Gynekologinen ikä kuvaa vuosia siitä, milloin kuukautiset ovat alkaneet (Loucks 2006; Nattiv ym. 2007). Suhteellinen energiavaje vaikuttaa IGF-1- ja GH-hormoneihin, ja pitkän ajan vaikutukset hormonitasolla voivat olla jopa peruuttamattomia (Joy ym. 2016). Jos kuitenkin suhteellisen energiavajeen diagnosointi tehdään varhaisessa vaiheessa, on syntyneisiin häiriöihin helpompi puuttua (Braun ym. 2018).

#### **2.4 Toiminnalliset seuraukset suorituskykyyn ja harjoitusvasteeseen**

Suhteellisella energiavajeella on fysiologisten muutosten myötä merkityksiä suorituskykyyn. Suhteellisen energiavajetta pitäisi epäillä, kun harjoitusvaste ja palautuminen ovat heikentyneet, ja kunto ei kehity ajatellulla tavalla (Fogelholm 1994). Ackermanin ym. (2018) tutkimuksen mukaan suhteellinen energiavaje aiheutti 1,7 kertaa suuremman todennäköisyyden luumur-



tumille, 2,1 kertaisen harjoitusvasteen heikkenemiselle, ja 1,5 kertaisen todennäköisyyden kestävyysskunnan heikkenemiselle. Suhteellisen energiavajeen vaikutukset suorituskykyyn ovat esitelty kuvassa 2.



KUVA 2. Suhteellisen energiavajeen (RED-S) vaikutukset suorituskykyyn Constantinia (2002), Heikuraa (2021) ja Mountjoyta ym. (2014) mukailten.

Elimistön glykokeenivarastot mahdollistavat pitkään jatkuvan suorituskyvyn. Glykokeenia varastoituu elimistössä varsinkin lihaksiin ja maksaan, ja se on aivojen tärkein energialähde sekä lihasten tärkein energianlähde anaerobisessa liikunnassa (Romijn ym. 2000). Suhteellisessa energiavajeessa energiansaanti, ja useimmiten myös hiilihydraattien saanti, jää alhaiseksi suosituksiin nähden. Kun elimistön glykokeenivarastot eivät pääse täyttymään, työskentelykapasiteetti ja kokonaissuorituskyky heikkenevät (Skein ym. 2012; Tarnopolsky ym. 1995). Koska elimistön useat fysiologiset toiminnot ovat heikentyneet, on luonnollista, että myös kestävyyskunto heikkenee suhteellisen energiavajeen myötä (kuva 1). Glykokeenivarastot ovat merkittävässä roolissa kestävyysuorituksissa pitkien suoritusten suuren energiatarpeen myötä (Febbraio & Dancy 1999). Kuten aiemmin kuvattiin, proteiinisynteesin heikentyessä myös lihasvoima heikentyy (Elliott-Sale ym. 2018). Tämä heikentää voimaharjoittelun tuloksia, kuten alhaiset glykokeenivarastot: raskaan voimaharjoituksen jälkeen glykokeenivarastot ovat voineet pienentyä jopa 40 prosenttia (Cholewa ym. 2019).

Loukkaantumisen riski kasvaa suhteellisen energiavajeen takia. Loukkaantumiset ja sairastelut estävät normaalin harjoittelun, vaikuttaen kehitykseen ja suorituskykyyn. Suhteellinen energiavaje altistaa rasitusmurtumille ja ylähengitystieinfektioille (Drew ym. 2018; Wentz ym. 2012). Amenorreasta kärsiville urheilijoille tuli harjoituspoissaoloja rasitusmurtuman takia 4,5 kertaa enemmän kuin niillä, joiden kuukautistoiminta oli normaali (Heikura ym. 2018). Syömishäiriökäyttäytymisestä kärsivät urheilijat loukkaantuivat kaksi kertaa todennäköisemmin, kuin urheilijat, joiden syömiskäyttäytyminen oli normaalia Thein-Nissenbaun ym. (2011) tutkimuksessa. Vakavien rasitusvammojen esiintyvyys on suurempaa urheilijoilla, joilla on kuukautishäiriöitä. Heidän paluunsa harjoitteluun tapahtuu myös normaalia hitaammin (Nattiv ym. 2013).

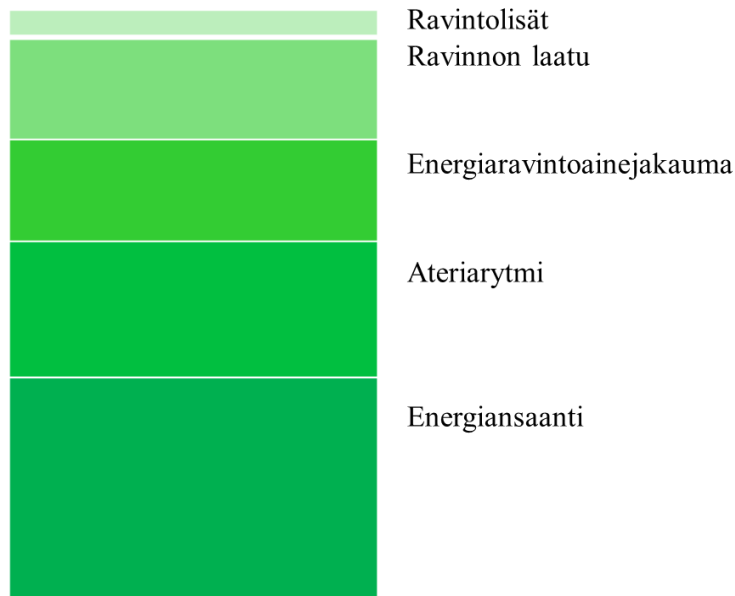
Ärtyneisyyteen, keskittymiskykyyn ja jopa masennukseen liittyvät psyykkiset oireet seuraavat liian alhaisen energiansaataavuuden myötä. Suhteellisesta energiavajeesta kärsivillä on tutkitusti 2,4 kertaa enemmän psyykkisiä oireita (Ackerman ym. 2018). Kognitiivisten toimien, kuten koordinaation ja keskittymiskyvyn, heikentyminen on myös osana suorituskykyä heikentäviä toimia (Mountjoy ym. 2018). Päätöksentekokyky on merkittävä osa-alue jalkapalloilijan suorituksessa. Jos jalkapalloilija on suhteellisessa energiavajeessa, on suorituksen aikana myös vaikeampi tehdä päätöksiä, johtuen esimerkiksi harhasyöttöihin ja pallonmenetyksiin (Smith ym. 2016).

## 3 NAISJALKAPALLOILIJAN RAVITSEMUS

### 3.1 Pääpiirteet

Ravitsemuksella on keskeinen rooli pelaajien terveyden, loukkaantumisriskin, tehokkaan kuntoutumisen ja harjoitusadaptaatioiden kannalta (Keen 2018). Energiankulutukseen vaikuttaa jalkapalloilijalla keskeisesti sukupuoli, ikä, kehonkoostumus, harjoitusrasitus sekä pelipaikka. Esimerkiksi keskikenttäpelaaja saattaa juosta pelin aikana 12–13 kilometriä, kun taas keskuspuolustaja alle 10 kilometriä (Di Salvo ym. 2009; Keen 2018). Urheilijan henkilökohtaiset tavoitteet voivat myös vaikuttaa sopivan energiansaataavuuden tasoon ja ravintoaineiden saantiin. Esimerkiksi lihasmassan kasvattaminen, rasvamassan vähentäminen tai loukkaantumisesta kuntoutuminen voivat vaikuttaa yksilön ravitsemusvalintoihin (Burke ym. 2006). Tärkeää onkin kohdella jokaista jalkapalloilijaa yksilönä, eikä ryhmittää esimerkiksi tietyn pelipaikan mukaisesti. Toki ryhmittely voi antaa suuntaviivoja, mutta ei kuitenkaan ole lähtökohta sopivan energiansaannin määrittämiselle (Bloomfield ym. 2007; Collins ym. 2021; Dobrowolski ym. 2020; Thomas ym. 2016).

Keskeisimmät piirteet jalkapalloilijan ruokavaliossa ovat riittävä energiansaanti, sopiva ateriarytmi sekä riittävä hiilihydraattien sekä nesteen saanti. Riittävä energiansaanti auttaa takaamaan suorituskyykyä, palautumista sekä terveyttä (Collins ym. 2021; Keen 2018). Urheilijan ravitsemuksen osa-alueiden tärkeys on esitelty kuvassa 3. Optimaalisen energiansaataavuuteen pääseminen vaatii tarpeeksi tiheää ateriarytmiä sekä ravintoaineiden riittävää saantia. Jalkapalloilijoille on suositeltu 5–7 ateriaa päivässä, noin 3–4 tunnin välein (Keen 2018; Thomas ym. 2016). Ravitsemuslisien ja energiajuomien liiallisella käytöllä saatetaan tietoisesti tai tiedostamatta korvata aterioita, joka ei ole suositeltavaa (Bergeron ym. 2015; Maughan ym. 2018; Trakman ym. 2016). Parhaimmillaan ravintolisien merkitys suorituskyykyyn on vain muutama prosentti (Maughan ym. 2018).



KUVA 3. Ravitsemuksen osa-alueiden tärkeys urheilussa Ojalaa ja Jaakkolaa (2023) mukailen.

Säännöllinen ja riittävän tiheä ateriarytmi tuottaa voimakkaamman kylläisyydentunteen ja auttaa hallitsemaan näläntunnetta sekä syömistä. Pitkät ateriavälit heikentävät harkintakykyä ja järkevien ruokavalintojen tekemistä (Westerterp-Plantenga ym. 1994). Toisaalta kova energiankulutus vähentää näläntunnetta, jonka takia riittävän energiansaannin mahdollistaminen pelkästään nälkäsignaaleja kuunnellen ei ole usein mahdollista (Loucks ym. 2011). Liian lähellä harjoitusta tai ottelua nautittu ateria, varsinkin runsaasti kuituja, proteiinia tai rasvaa sisältävä, saattaa aiheuttaa suorituksen aikana ruoansulatuskanavan ongelmia (Wilson 2019). On tärkeää kuunnella yksilöä ja hänelle parhaiten sopivia ateriarytmejä, jotta välttyttäisiin suorituksen aikaisilta ruoansulatuskanavan ongelmilta, mutta toisaalta myös nälän tunteelta.

Riittävä nesteensaanti on myös suorituskykyyn vaikuttava tekijä. Jo kahden prosentin nestevaje saattaa näkyä 13–15 prosenttia heikentyneenä suorituskykynä (Owen ym. 2013). Yli kahden prosentin nestevajetta esiintyy useimmiten jalkapalloilijoilla joukkuelajien urheilijoista (Nuccio ym. 2017). Nestevaje kohottaa sydämen sykettä submaksimaalisen suorituksen aikana, sekä aiheuttaa väsymystä vähentyneen lihasadaptaation myötä (Gonzales-Alonso ym. 1995; American College of Sports Medicine ym. 2007). Nesteiden avulla voidaan myös helposti lisätä energiansaantia päivään nauttimalla esimerkiksi sokeroituja mehuja tai urheilujuomia (Garth & Burke 2013).

### 3.2 Ravintoaineet

*Hiilihydraatit.* Hiilihydraatit ovat jalkapalloilijan tärkein energianlähde. Keskimäärin jalkapallo-ottelussa kenttäpelaajien sykkeet ovat noin 85 prosenttia maksimista. Kenttäpelaajien pelisuoritus vastaa 70–80 prosenttia  $VO_{2max}$  vastaavasta rasituksesta, jolloin suurin osa energiasta tuotetaan veren glukoosista tai elimistön glukoosivarastoista, eli hiilihydraateista (Ali ym. 2007; Bangsbo ym. 2006; Fogelhom ym. 2006). Tutkimuksia naismaalivahtien pelinaikaisesta rasituksesta ei juurikaan ole (White ym. 2018). Suositeltu hiilihydraatin saanti on jalkapalloilijoilla harjoittelu- ja pelikauden aikana 5–12 g/kg/vrk, useimmissa tutkimuksissa 6–8 g/kg/vrk (Burke ym. 2006; Collins ym. 2021; Dawn ym. 2010; Dobrowolski ym. 2020; Keen 2018). Hiilihydraateilla on myös terveydellisiä merkityksiä: niukka hiilihydraattien saanti laskee muun muassa LH-hormonin pitoisuuksia (Hilton & Loucks 2000).

Hiilihydraattien saantien määrää on hyvä säädellä viikon sisällä riippuen eri päivien rasituksesta. Varsinkin lähestyessä pelipäivää niin sanottu hiilihydraattitankkaus olisi suositeltavaa (Burke ym. 2006; Collins ym. 2021). Peliä edeltävinä päivinä tarvittava hiilihydraattien määrä voi olla jopa 10–12 g/kg/vrk (Burke ym. 2006; Dawn ym. 2010), mutta uusimpien tutkimusten mukaan usein 6–8 g/kg/vrk riittää takaamaan hiilihydraattivarastojen täyttymisen (Collins ym. 2021). Myös pelipäivien jälkeen riittävä hiilihydraattien saanti on tärkeää: edes yli 8 g/kg/vrk hiilihydraattien saanti ei välttämättä takaa glykogeenivarastojen resynteesiä ottelusta jopa 48 tuntia ottelun jälkeen (Gunnarsson ym. 2013).

Pelaajat, joiden lihasten ja maksan glykogeenitasot eivät ole ennen ottelua täynnä, juoksevat ottelun aikana vähemmän ja matalammalla intensiteetillä varsinkin pelin toisella puoliajalla (Saltin 1973; Souglis ym. 2013). Korkean intensiteetin juoksua pelaajilla on useassa tutkimuksessa raportoitu 25–35 prosenttia vähemmän, kun verrataan ensimmäistä ja viimeistä 15 minuuttia (Andersson ym. 2010; Hewitt ym. 2014; Ramos ym. 2017). Raskaan suorituksen, kuten raskaan harjoituksen tai pelin, aikana on suositeltu nautittavan 30–60 g/h hiilihydraatteja elimistön glukoositasojen ylläpidon tukemiseksi (Burke ym. 2006; Jeukendrup 2014).

*Proteiinit.* Ravinnosta nautitut proteiinit edistävät proteiinisynteesiä. Riittävä proteiininsaanti auttaa korjaamaan lihasvaurioita, kehittämään voimaominaisuuksia, parantamaan luuterveyttä sekä ylläpitämään immuunijärjestelmää (Collins ym. 2021; Keen 2018; Strudwick 2016). Suositeltu proteiininsaanti on jalkapalloilijoilla 1,2–2 g/kg/vrk (Burke ym. 2006; Collins ym. 2021; Keen 2018; Lemon 1994; Thomas ym. 2016). Sitä suurempien määrien nauttimisesta ei ole

proteiinisynteesin kannalta hyötyä, mutta lyhyinä aikakausina voi olla etua varsinkin energiansaannin ollessa muuten liian vähäistä, loukkaantumisesta kuntoutuessa tai kun harjoittelu on todella intensiivistä (Thomas ym. 2016). Esimerkiksi proteiinilisiä ei suurimmalle osalle pelaajista edes suositella, koska niitä ei nähdä tarpeellisiksi optimaalisen energiansaannin tai suorituskyvyn kannalta (Collins ym. 2021). Yleisesti on suositeltu 20–25 g proteiinia ateriaa kohden proteiinisynteesin takaamiseksi (Moore ym. 2009; Morton ym. 2015). Suorituksen aikaiselle proteiinintarpeelle ei ole näyttöä (Van Loon 2014). Lisäksi liika proteiininsaanti lisää kylläisyydentunnetta ja saattaa viedä tilaa energiansaannista suorituksen kannalta tärkeimmiltä hiilihydraateilta (Ilander ym. 2014).

*Rasvat.* Rasvojen avulla on mahdollisuus saavuttaa riittävä energiansaanti. Ne toimivat myös välttämättömien rasvahappojen sekä rasvaliukoisten vitamiinien, kuten A-, D-, E- ja K-vitamiinien lähteenä (Thomas ym. 2016; Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Rasvalla ei ole merkitystä suorituskykyyn (Burke 2015). Liian vähäinen rasvansaanti vähentää rasvaliukoisten vitamiinien imeytymistä sekä lihasten glykogeenivarastoja (Ranchordas 2016; Thomas ym. 2016). Suositeltu rasvansaanti on jalkapalloilijoilla 1–2 g/kg/vrk (Thomas ym. 2016). Myös liika rasvansaanti voi viedä tilaa energiansaannista hiilihydraateilta (Ilander ym. 2014). Tyydyttymättömien ja monitydyttymättömien rasvahappojen suosiminen verrattuna tyydyttyneisiin on terveyden kannalta edullista, ja siten suositeltavaa (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014).

*Mikroravintoaineet.* Kolme naisjalkapalloilijalle keskeistä mikroravintoainetta ovat rauta, D-vitamiini ja kalsium. Verenkierrossa raudalla on tärkeä merkitys osana hemoglobiinia ja myoglobiinia kuljettaen happea elimistöön. Raudanpuute heikentää hemoglobiinin muodostumista, ja matala hemoglobiinipitoisuus jo ilman anemiaa vaikuttaa negatiivisesti muun muassa aineenvaihduntaan, luustoon ja aerobiseen suorituskykyyn (Beard & Tobin 2000; Heikura 2021; McClung ym. 2014). Matalat hemoglobiini- ja ferritiiniarvot ovat yleisiä naisurheilijoilla: 15–35 prosenttia kärsii raudanpuutteesta (Sim ym. 2019). Alhainen energiansaataavuus on myös yhdistetty raudanpuutteeseen (Heikura 2021). Anemian rajaksi naisilla luokitellaan <115 g/l, ja sen päivittäinen saantisuositus Pohjoismaissa on >15 mg/vrk (Collins ym. 2021; Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014).

D-vitamiini tukee lihasten toimintaa, palautumista ja immuniteettiä (He ym. 2013; Owens ym. 2018). D-vitamiinilla on myös terveydelle edullisia vaikutuksia kaatumisten ja luumurtumien ehkäisyssä, kun sen pitoisuus veressä on yli 50 nmol/l (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). D-vitamiinin päivittäinen ravitsemussuositusten mukainen saantisuositus on 10 µg/vrk (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). D-vitamiinin puutteesta kärsii 33–42 prosenttia naisurheilijoista, mutta usein jalkapalloilijoilla puute on vähäisempää ulkoharjoittelun takia (Medicina 2020; Ogan & Pritchett 2013).

Kalsiumin saanti on tärkeää luu- ja hermoterveydelle (Collins ym. 2021). 40-vuotiaasta alkaen luumassa vähenee noin 0,5–1 prosenttia vuodessa, jonka takia aikuisuuteen tullessa olisi tärkeää olla riittävä luumassa osteoporoosin välttämiseksi (Cohn ym. 1976). Pelaajien, jotka kärsivät suhteellisesta energiavajeesta, tulisi nauttia kalsiumia 1500 mg/vrk luuterveyden optimoimiseksi (Kitchin 2013). Muuten suositeltu määrä on suomalaisissa ravitsemussuosituksissa 800 mg/vrk 20–30-vuotiaille naisille (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Lähtökohtaisesti naisjalkapalloilijoilla on valtaväestöä korkeampi luumassa lajissa syntyvän iskutuksen myötä: jalkapallo on hyvää luuliikuntaa (Pettersson ym. 2000; Söderman ym. 2000).

### **3.3 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus**

Tämän pro gradu -tutkielman pohjaksi tehtiin aiheen aikaisemmista tutkimuksista systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku toteutettiin kolmeen kansainväliseen tietokantaan 20.9.2022. Käytetyt tietokannat olivat seuraavat: Medline (Ovid), Web of Science ja Sportdiscus (EBSCO). Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaussa pyrittiin löytämään tutkimusartikkeleita, jotka ovat selvittäneet alhaisen energiansaataavuuden esiintymistä naisjalkapalloilijoilla. Hakulause oli sama kaikissa kolmessa tietokannassa, ollen seuraava: ((low energy availability) OR (female athlete triad) OR (Relative Energy Deficiency in Sport) OR (RED-S) OR (energy availability) OR (energy consumption) OR (energy expenditure) OR (LEAF-Q) OR (low energy availability in female questionnaire) OR (total daily energy expenditure) OR (low EA) OR (low EA risk) OR (within-day energy balance) OR (low EA knowledge) OR (awareness of low EA)) AND (Soccer or football) AND (female OR women). Tämän kirjallisuuskatsauksen laadunarvioinnin mittariksi valikoitui Kmetin ym. (2004) julkaisun kvantitatiivisten tutkimusten mittari, jolla pystytään arvioimaan niin poikkileikkaus- kuin seurantatutkimuksia. Mittari koostui 14 kysymyksestä, jotka ovat esitetty liitteessä 1. Liitteessä 1 on myös systemaattisen kirjallisuuskatsauksen yleistä laadunarviointia.

Yhteensä haussa tuloksia tuli 283. Varsinaiseen katsaukseen hyväksyttiin seitsemän tutkimusta, joista viisi oli poikkileikkaustutkimusta (Dobrowolski & Wlodarek 2020; Magee ym. 2020; Morehen ym. 2022; Moss ym. 2021; Torres-McGehee ym. 2021) ja kaksi seuranta tutkimusta (Reed ym. 2013; Reed ym. 2014). Kirjallisuushaku päivitettiin vielä uudestaan 15.3.2023, jolloin katsaukseen lisättiin vielä kolmas seuranta tutkimus (Dasa ym. 2023). Systemaattisen tiedonhaun laadunarviointi on esitetty liitteessä 1, tiedonhaun vuokaavio liitteessä 2 ja tutkimusten päätulokset pohdinta-osiossa sekä tarkemmin liitteessä 3.



#### **4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET**

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoitus on selvittää alhaisen energiansaatavuuden esiintymistä suomalaisilla naisjalkapalloilijoilla. Tarkoituksena on myös selvittää, onko ravitsemustieto yhteydessä energiansaatavuuteen. Lisäksi pyritään selvittämään, onko kehonkoostumus, energiansaatavuus ja ravitsemustieto yhteydessä toisiinsa suomalaisilla naisjalkapalloilijoilla.

Tutkimuskysymykset:

- 1) Kuinka paljon alhaista energiansaatavuutta ( $< 30$  kcal/kg FFM/vrk) esiintyy suomalaisilla naisjalkapalloilijoilla?
- 2) Onko alhainen energiansaatavuus yhteydessä suomalaisten naisjalkapalloilijoiden ravitsemusosaamiseen?
- 3) Onko kehonkoostumus yhteydessä suomalaisten naisjalkapalloilijoiden ravitsemusosaamiseen sekä energiansaatavuuteen?

## 5 MENETELMÄT

### 5.1 Aineiston keruu ja mittarit

Tutkimuksen aineisto kerättiin vuonna 2020 osana Monitoring Injury and Illness in Athletes (MIIA) -tutkimusta. Tutkimuksen aikana kerätty aineisto sisälsi esitietolomakkeet, ruokapäiväkirja-analyysin, energiankulutuksen arvion, kehonkoostumuksen määrittämisen DXA-mittarilla, energiansaataavuuden määrittämisen sekä ravitsemusosaamiskyselyn.

*Esitiedot.* Osallistumisvahvistuksensa yhteydessä tutkittavat palauttivat täytetyt esitietolomakkeet. Esitietolomakkeissa kysyttiin perustietojen lisäksi muun muassa perussairaudet, lajitausta ja mitä lajeja harrastaa jalkapallon lisäksi, viikon liikuntamäärän arvio, urheiluvammatausta sekä hormonaalisen ehkäisyn käyttö.

*Ruokapäiväkirjat.* Jalkapalloilijat täyttivät kolmen päivän ravitsemuspäiväkirjan, johon merkattiin kaikki vuorokauden aikana syödyt ateriat mahdollisimman tarkasti. Tutkimuksen parissa työskentelevä henkilö ohjeisti päiväkirjan täyttämisen, sekä lisäksi tutkittaville jaettiin kirjalliset ohjeet. Ruokapäiväkirjat täytettiin käsin paperille. Ruokavaa'an käyttö ei ollut pakollista. Tutkittavat ohjeistettiin syömään ravitsemuspäiväkirjan täytön ajan mahdollisimman normaalisti.

*Kehonkoostumus.* Tutkittavien pituus ja kehonkoostumus mitattiin yöpaastoamisen jälkeen. Kehonkoostumus määritettiin DXA-mittarilla. Pituus mitattiin 0,5 cm tarkkuudella mittanauhalla. Kehonpaino määriteltiin 0,1 kg tarkkuudella, ja se mitattiin kehonkoostumusmittauksen yhteydessä. DXA-mittauksessa tutkittava asetetaan mittauspöydälle seuraavien ohjeistuksien mukaisesti: tutkittava menee makaamaan selälleen mittaustason keskiviivan molemmin puolin, pää tason yläpäässä olevan viivan noin 5,0 cm alapuolelle. Tutkittavan selkäranka oikaistaan vetämällä tutkittavaa nilkoista. Käsien asento vakioidaan hyödyntämällä pieniä tyynyjä, ja jalkojen asento vastaavasti styroksilevyn avulla. Tutkittava makaa hiljaa paikoillaan tutkimuksen ajan, joka kestää muutaman minuutin.

*Harjoituseuranta.* Jokaisesta lajiharjoituksesta kerättiin harjoitusdataa Polar TeamPro™ (Suomi) -sykesensoreilla. Lisäksi pelaajat ilmoittivat itse ravitsemuspäiväkirjan yhteydessä kaiken harjoittelun, kuten myös sali- tai muun oheisharjoittelun, keston sekä raskaustason (RPE

1–10). Energiansaataavuuden ja ruokavalion analysoinnin yhteydessä harjoitusten aikainen kulutus (*EEE*) laskettiin hyödyntämällä MET-arvoja (*metabolic equivalent*) ja pelaajan laskettua lepoenergiankulutusta (*REE, resting energy expenditure*). Oikea MET-arvo valittiin Ainsworthin ym. (2011) luettelosta, jossa on määritelty eri fyysisten aktiivisuuksien raskaustaso.

*Energiansaataavuus.* Pelaajien energiansaataavuus määriteltiin hyödyntämällä tietoja energiansaannista, harjoituksen aikaisesta energiankulutuksesta sekä kehon rasvattoman massan määrästä alaluvussa 2.2 esiteltyyn tapaan (Loucks 2004). Energiansaataavuus luokiteltiin alhaiseksi ( $< 30$  g/kg FFM/vrk, *LEA, low energy availability*) tai ei-alhaiseksi ( $\geq 30$  g/kg FFM/vrk, *non-LEA, non low energy availability*) perustuen aikaisemmissa tutkimuksissa asetettuihin linjauksiin (Burke ym. 2006; Loucks 2007; Loucks ym. 2011; Melin ym. 2015; Melin ym. 2019; Mountjoy ym. 2014; Nattiv ym. 2007).

*Ravitsemusosaamiskysely.* Pelaajat täyttivät paperilla Heikkilän ym. (2018) suunnitteleman validoidun ravitsemustietokyselyn. Alun perin kysely on suunniteltu suomalaisille 16–20-vuotiaille kestävyysurheilijoille, mutta kyselyä pystytään hyödyntämään myös jalkapalloilijoilla. Kyselyssä on 79 oikein-väärin-kohtaa, ja kysymykset ovat jaettu viiteen eri osioon: (1) Urheilijan lautasmalli ja ravitsemussuositukset, (2) Ravintolisät, (3) Nesteet ja juominen, (4) Kisa-päivän energiensaanti ja palautuminen, (5) Kehonkoostumuksen ja ruoan välinen yhteys. Jokaisesta oikeasta vastauksesta sai yhden pisteen, ja väärästä vastauksesta nolla pistettä. Ravitsemustietoa arvioidaan vertaamalla oikeiden vastausten määrää kokonaisvastausmäärään, ilmoittamalla tulos prosenttiosuutena.

## **5.2 Aineiston rajaus ja tutkittavat**

Tutkimukseen osallistui 34 kansallisen tason suomalaista naisjalkapalloilijaa, joista noin puolet olivat aikuispelaajia ja noin puolet alle 18-vuotiaiden juniorijoukkueesta. Tutkittavien perustiedot ovat esitelty taulukossa 1. Ennen tutkimusten alkua tutkittaville kerrottiin tutkimuksen kuluista sekä siihen liittyvät etu- ja riskitekijät. Tutkittaville kerrottiin myös, että heillä on oikeus keskeyttää tutkimukseen osallistuminen missä tutkimuksen vaiheessa tahansa. Kaikki tutkittavat allekirjoittivat ennen ensimmäisiä mittauskertoja suostumuslomakkeen. Jos tutkittavat olivat alaikäisiä, heidän vanhempiaan informoitiin tutkimukseen osallistumisesta. Monitoring Injury and Illness in Athletes (MIIA) -tutkimuksella on Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettisen toimikunnan hyväksymä lausunto (5U/2019).

TAULUKKO 1. Tutkittavien perustiedot (n = 34).

Ikä (v)	18,7 (± 2,9)
Pituus (cm)	168,5 (± 5,9)
Paino (kg)	64,2 (± 8,6)
Rasvaton kehon massa, FFM (kg)	47,6 (± 4,8)
Rasvaprosentti (%)	26,4 (± 4,7)

### 5.3 Tilastolliset menetelmät

Tilastolliset analyysit suoritettiin SPSS 28.0 -ohjelmalla (IBM Corp. Armonk, NY, USA) sekä Microsoft Office Excel 2018 -ohjelmalla. Normaalijakautuneisuus mitattiin sekä Kolmogorov-Smirnov että Shapiro-Wilk-testillä, sillä tutkimushenkilöiden määrä oli alle 50. Aineisto noudatti normaalijakaumaa. Aineiston analysoinnissa hyödynnetään sekä parametrisiä- että epäparametrisiä testejä. Efektikokojen analysoinnissa ryhmien välillä hyödynnettiin Mann-Whitney U-testiä, sillä ryhmien koko vaihteli suuresti toisistaan. Mann-Whitney U-testistä esitettiin eksaktit p-arvot. Efektikokojen merkitsevyyden raja-arvot määriteltiin McGrath ja Meyer (2006) mukaisesti: heikko: 0,10, keskitaso: 0,24, voimakas: 0,37. Muuttujien välistä korrelaatiota laskettiin hyödyntämällä Pearsonin korrelaatiokerrointa. Korrelaatioiden suuruudet luokiteltiin seuraavilla kriteereillä: heikko: < 0.3, keskitaso: 0.3–0.7, voimakas: > 0.7. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi määritettiin  $p < 0.05$ . Tulokset ovat ilmoitettu muodossa tulos ± keskihajonta (SD).

## 6 TULOKSET

### 6.1 Energiensaataavuus ja energiansaanti

Taulukossa 2 kuvataan energiansaataavuuden, energiansaannin sekä eri ravintoaineiden saannin tulokset. Tulokset ovat jaoteltu kolmeen ryhmään: alhainen energiansaataavuus (LEA), ei-alhainen energiansaataavuus (non-LEA) sekä kaikkien tutkimushenkilöiden tulokset yhteensä.

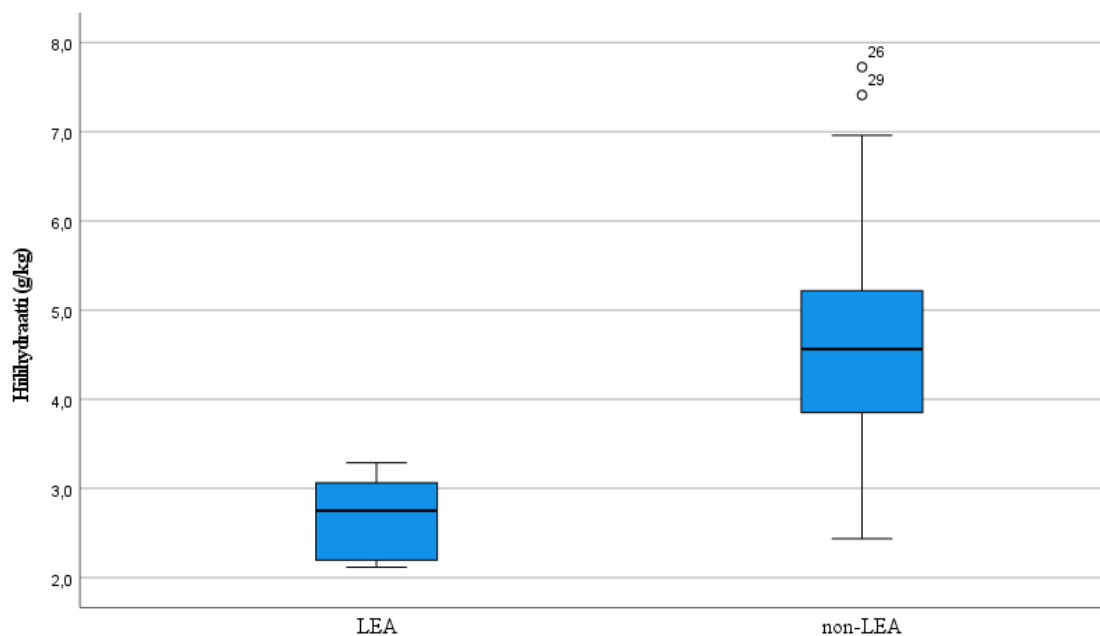
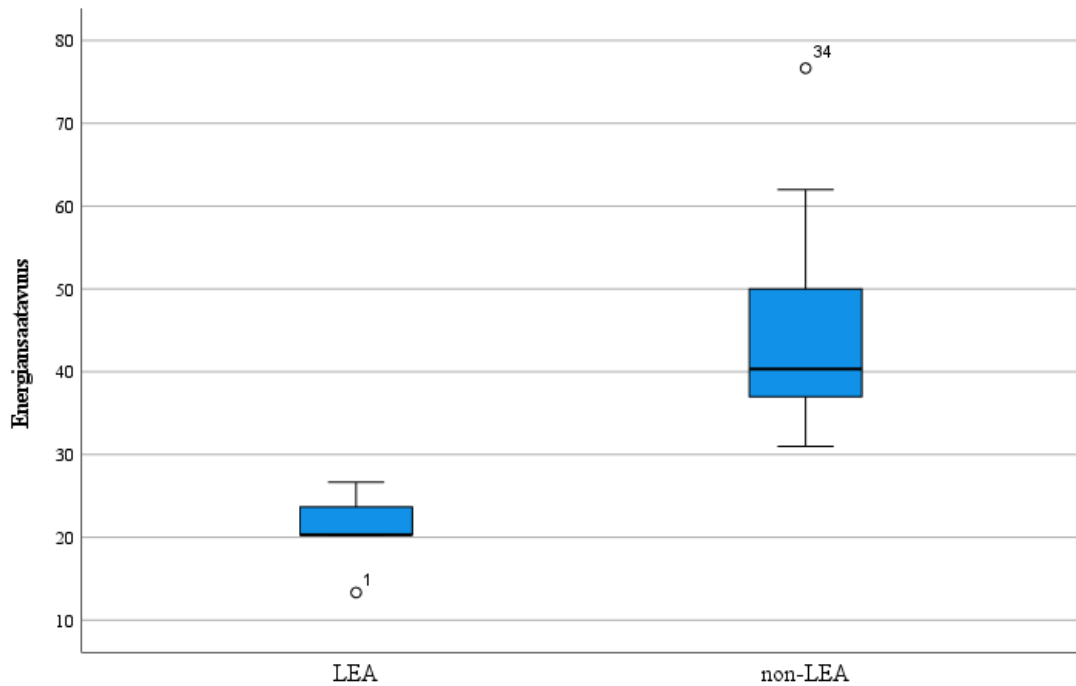
TAULUKKO 2. Suomalaisten naisjalkapalloilijoiden energiansaataavuus ja energiansaanti ( $\pm$  SD) tässä tutkimuksessa (n = 34).

	Kaikki (n = 34)	LEA (n = 5)	non-LEA (n = 29)	Efektikoko
Energiensaataavuus (kcal/kg FFM/vrk)	40,6 $\pm$ 12,9	20,9 $\pm$ 5,0	43,9 $\pm$ 10,6	-0,61*
Energiensaanti (kcal/vrk)	2456,6 $\pm$ 541,2	1786,7 $\pm$ 484,7	2572,1 $\pm$ 466,6	-0,49*
Hiilihydraattien saanti (g)	280,0 $\pm$ 84,1	190,0 $\pm$ 54,1	295,5 $\pm$ 78,9	-0,45*
Hiilihydraattien saanti (g/kg)	4,5 $\pm$ 1,5	2,7 $\pm$ 0,5	4,8 $\pm$ 1,4	-0,55*
Proteiinin saanti (g)	112,6 $\pm$ 26,7	86,82 $\pm$ 11,1	117,1 $\pm$ 26,1	-0,41*
Proteiinin saanti (g/kg)	1,8 $\pm$ 0,5	1,2 $\pm$ 0,1	1,9 $\pm$ 0,5	-0,51*
Rasvan saanti (g)	87,4 $\pm$ 23,7	68,4 $\pm$ 28,2	92,7 $\pm$ 21,8	-0,30
Rasvan saanti (g/kg)	1,4 $\pm$ 0,4	1,0 $\pm$ 0,3	1,5 $\pm$ 0,4	-0,42*
Raudan saanti (mg)	15,7 $\pm$ 4,1	9,9 $\pm$ 2,3	16,7 $\pm$ 3,4	-0,58*
D-vitamiinin saanti ( $\mu$ g)	10,7 $\pm$ 4,6	8,1 $\pm$ 2,7	11,2 $\pm$ 4,8	-0,25
Kalsiumin saanti (mg)	1313,2 $\pm$ 523,9	993,1 $\pm$ 340,7	1368,4 $\pm$ 534,3	-0,27

LEA = matala energiansaataavuus (< 30 kcal/kg FFM/vrk); non-LEA = ei-matala energiansaataavuus ( $\geq$  30 kcal/kg FFM/vrk). \* = tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä (p < 0,05).

Tässä pro gradu -tutkielmassa energiansaataavuus oli kohtalaista, ollen 40,6  $\pm$  12,9 kcal/kg FFM/vrk (n = 34). Alhaista energiansaataavuutta esiintyi 15 prosentilla tutkittavista (n = 5). Heidän energiansaataavuuden keskiarvonsa oli 20,9  $\pm$  5,0 kcal/kg FFM/vrk. Suurimmalla osalla

pelaajista ei-alhaisen energiansaatavuuden ryhmässä (n = 29) energiansaatavuus oli lähes optimaalista, ollen  $43,9 \pm 10,6$  kcal/kg FFM/vrk. Alimmillaan energiansaatavuus oli 13,3 kcal/kg FFM/vrk ja korkeimmillaan 76,7 kcal/kg FFM/vrk. Keskimääräinen energiansaanti oli  $2456,6 \pm 541,2$  kcal/vrk. Tutkittavien energiansaanti vaihteli välillä 1169,4–3569,2 kcal.



KUVAT 3 & 4. Energiansaatavuus (kcal/kg FFM/vrk) ja hiilihydraatin saanti (g/kg) alhaisen energiansaatavuuden ja ei-alhaisen energiansaatavuuden ryhmillä.

Hiilihydraatin saanti jäi tutkittavilla suosituksista. Keskimäärin hiilihydraattia saatiin  $4,5 \pm 1,5$  g/kg/vrk. Proteiinin- ja rasvansaanti oli suositusten mukaista kaikilla pelaajilla. D-vitamiinin ja raudan saanti jäivät alhaiseksi suosituksesta niillä pelaajilla, jotka luokiteltiin alhaisen energiansaataavuuden ryhmään. Kalsiumin saanti oli suositusten mukaista kaikilla (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Tilastollisesti merkitsevät erot alhaisen- ja ei-alhaisen energiansaataavuuden ryhmien välillä olivat kaikkien muiden muuttujien, kuin rasvan ( $p = 0,008$ ), kalsiumin ( $p = 0,141$ ) ja D-vitamiinin ( $p = 0,166$ ) saannin suhteen. Analyysissa ei ole huomioitu lisäravinteiden, kuten rauta- ja D-vitamiinilisän, käyttöä.

## 6.2 Ravitsemusosaamiskysely

Ravitsemusosaamiskyselyyn vastasi 32 pelaajaa. Kyselyn keskiarvotulos oli 58,7/79 ( $\pm 8,4$ ). Prosentteina ilmoitettuna tulos oli 74,4 prosenttia. Ravitsemusosaamiskyselyn osa-alueiden tulokset ovat esitelty taulukossa 3. Kyselyn tulokset vaihtelivat välillä 32–70/79. Vaikein kysymys oli ” Rasvaisen ruoan syöminen lihottaa helposti”, johon vain seitsemän pelaajista vastasi oikean vastauksen. Kaikki pelaajat vastasivat oikein kysymykseen ” Pähkinöissä on paljon pehmeää rasvaa”.

TAULUKKO 3. Ravitsemusosaamiskyselyn tulokset (n = 32).

Osio	Tulos (%)	Keskiarvopisteet osiosta
1. Urheilijan lautasmalli ja ravitsemussuositukset	72,5	31,9/44
2. Ravintolisät	69,0	3,5/5
3. Nesteet ja juominen	81,1	5,7/7
4. Kisapäivän energiansaanti ja palautuminen	70,3	9,8/14
5. Kehonkoostumuksen ja ruoan välinen yhteys	89,6	8,1/9
Yhteensä	74,4	58,7/79

### 6.3 Energiensaataavuus, ravitsemusosaamiskysely ja kehonkoostumus

Ravitsemusosaamiskyselyn ja energiensaataavuuden välillä ei ollut tässä tutkielmassa tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ( $r = -0,157$ ,  $p = 0,491$ ). Yhteyttä ei myöskään ollut tilastollisesti kyselyn eri osioiden ja energiensaataavuuden välillä. Ravitsemusosaamiskyselyn tulos oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä seuraaviin muuttujiin: kehon rasvaton massa ( $r = 0,493$ ,  $p = 0,005$ ), kehonpaino ( $r = 0,448$ ,  $p = 0,011$ ) ja pituus ( $r = 0,477$ ,  $p = 0,007$ ). Energiensaataavuus oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä seuraaviin muuttujiin: rasvamassa ( $r = -0,369$ ,  $p = 0,041$ ), rasvaton massa ( $p = 0,039$ ,  $r = -0,373$ ) sekä kehonpaino ( $r = 0,409$ ,  $p = 0,022$ ). Ikä ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi mihinkään muuttujaan. Tulokset ovat esitelty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Energiensaataavuuden, ravitsemusosaamiskyselyn ja kehonkoostumuksen osaluokkien yhteys.

	EA	EI	ROK %	FM	FFM	F%	Paino	Pituus
EA	1	0,644*	-0,129	-0,369*	-0,373*	-0,308	-0,409*	-0,030
EI	0,678*	1	0,095	-0,181	0,121	-0,265	-0,043	0,212
ROK %			1	0,278	0,493*	0,116	0,448*	0,477*
(FM)				1	0,607*	0,993*	0,879*	0,625*
(FFM)					1	0,309	0,896*	0,593*
F%						1	0,673*	0,475*
Paino (kg)							1	0,668*
Pituus (cm)								1

*EA = energiensaataavuus (kcal/kg FFM/vrk); EI = energiensaanti (kcal) ROK% = ravitsemusosaamiskyselyn tulos; FM = rasvamassa (kg); FFM = rasvaton massa (kg); F% = rasvaprosentti. \* = tilastollisesti merkitsevä tulos ( $p < 0,05$ ).*



## 7 POHDINTA

### 7.1 Tulosten analysointi ja vertailu muihin aiheeseen liittyviin tutkimuksiin

Tässä pro gradu -tutkielmassa pyrittiin selvittämään alhaisen energiansaatavuuden esiintymistä suomalaisilla naisjalkapalloilijoilla. Tarkoituksena oli myös selvittää, onko ravitsemustieto yhteydessä energiansaatavuuteen. Lisäksi pyrittiin selvittämään, oliko kehonkoostumus, energiansaatavuus ja ravitsemustieto yhteydessä toisiinsa suomalaisilla naisjalkapalloilijoilla. Energiansaatavuus oli suomalaisilla naisjalkapalloilijoilla keskimäärin kohtalaista. Energiansaatavuuden ja ravitsemusosaamisen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä. Kehonkoostumus, energiansaatavuus ja ravitsemustieto olivat osan muuttujien osalta yhteydessä toisiinsa tilastollisesti merkitsevästi.

Keskimääräinen energiansaatavuus tässä tutkielmassa oli  $40,6 \pm 12,9$  kcal/kg FFM/vrk ( $n = 34$ ). Alhaista energiansaatavuuden ryhmän ( $n = 5$ ) keskiarvo oli  $20,9 \pm 5,0$  kcal/kg FFM/vrk ja ei-alhaisen energiansaatavuuden ryhmän ( $n = 29$ )  $43,9 \pm 10,6$  kcal/kg FFM/vrk. Suomalaisen naisjalkapalloilijoiden energiansaatavuus oli keskimääräistä paremmalla tasolla, kun vertailukohteena oli aikaisemmat aiheesta tehdyt kansainväliset tutkimukset samankaltaisella tutkimusjoukolla. Aiempien tutkimusten energiansaatavuuden keskiarvo oli  $31,5$  kcal/kg FFM/vrk. Niiden keskimääräistä tulosta ei luokitella alhaiseksi energiansaatavuudeksi, mutta se on todella lähellä alhaisen rajaa (Dasa ym. 2023; Dobrowolski & Wlodarek 2020; Magee ym. 2020; Morehen ym. 2022; Moss ym. 2021; Reed 2013; 2014; Torres-McGehee ym. 2021). Alhaisin keskiarvo oli hälyttävästi Morehen ym. (2022) tutkimuksessa: energiansaatavuus oli keskimäärin  $18,0 \pm 9,0$  kcal/kg FFM/vrk. Torres-McGeheen ym. (2021) energiansaatavuus oli keskimäärin lähes suositusten mukaista, ollen  $42,3 \pm 18,4$  kcal/kg FFM/vrk. Morehen ym. (2022) tutkimuksessa huomioitiin kuitenkin muista poiketen kaikki aktiivisuus harjoitusten ulkopuolella (*AEE*) harjoitusten aikaisen energiankulutuksen sijaan (*EEE*), jolloin *EEE*:n osuus laskukaavassa kasvaa.

Aikaisemmissa tutkimuksissa alhaisen energiansaatavuuden esiintyvyys oli keskimäärin 37,3 prosentilla, vaihdellen välillä 23-88 prosenttia (Dasa ym. 2023; Dobrowolski & Wlodarek 2020; Magee ym. 2020; Morehen ym. 2022; Moss ym. 2021; Reed 2013; 2014; Torres-McGehee ym. 2021). Tässä tutkielmassa alhainen energiansaatavuus luokiteltiin 15 prosentille pelaajaa.

jista. Ilman Morehen ym. (2022) tuloksia, joissa huomioitiin AEE, muiden tutkimusten energiansaataavuuden esiintyminen olisi 35,3 prosenttia ja keskimääräinen energiansaataavuus 33,4 kcal/kg FFM/vrk.

McKayn ym. (2022) luokituksen mukaisesti tämän tutkielman tutkittavat luokitellaan tason kolme (1–5) urheilijoiksi. Samaan kategoriaan voidaan luokitella Dasan ym. (2023), Dobrowolskin ja Wlodarekin (2020) ja Mageen ym. (2020) tutkittavat. Näihin tutkimustuloksiin verrattuna tämän tutkielman suomalaiset tutkittavat saivat parempia tuloksia sekä energiansaataavuuden arvosta ja alhaisen energiansaataavuuden esiintymisestä ylipäätään. Esimerkiksi Dobrowolskin ja Wlodarekin (2020) energiansaataavuus oli  $25,0 \pm 11,0$  kcal/kg FFM/vrk ja alhaista energiansaataavuutta esiintyi 64,1 prosentilla tutkittavista, kun suomalaisten vastaavat luvut olivat  $40,6 \pm 12,9$  kcal/kg FFM/vrk ja 15 prosenttia.

Hiilihydraatti on jalkapalloilijan keskeisin ravintoaine suorituskyvyn, palautumisen ja kehittymisen kannalta. Sen saannin suositus on naisjalkapalloilijalle 5–12 g/kg/vrk (Burke ym. 2006; Collins ym. 2021; Dawn ym. 2010; Keen 2018). Vähäinen hiilihydraattien saanti laskee suoritusastetta, ja johtaa lihasten glykogeenivarastojen tyhjenemiseen sekä kataboliaan. Lisäksi se altistaa ylikuormitusoireille ja sairastelulle (Burke ym. 2006). Sekä aikaisemmissa että tässä tutkielmassa (kuva 4) hiilihydraatin saanti jäi alle suosituksen. Esimerkiksi Mossin ym. (2021) tutkimuksessa keskimäärin hiilihydraatteja saatiin  $3,3 \pm 0,6$  g/kg/vrk, ja Mageen ym. (2020) tutkimuksessa  $3,7 \pm 1,0$  g/kg/vrk ja Dasan ym. (2023) tutkimuksessa  $3,9 \pm 1,1$  g/kg/vrk. Reedin ym. (2013; 2014) tutkimuksissa hiilihydraatinsaanti oli suositusten mukaista, ollen ennen kautta  $7,0 \pm 1,0$  g/kg/vrk ja kauden aikana sekä sen jälkeen  $5,0 \pm 1,0$  g/kg/vrk. Alhaisin raportoitu hiilihydraatinsaanti oli Morehen ym. (2022) tutkimuksessa kolme päivää ennen peliä:  $3,2 \pm 1,0$  g/kg/vrk. Tässä tutkielmassa suomalaisten naisjalkapalloilijoiden hiilihydraatinsaanti oli keskimäärin  $4,5 \pm 1,5$  g/kg/vrk, mutta alhaisen energiansaataavuuden ryhmässä tulos oli vain  $2,7 \pm 0,5$  g/kg/vrk.

Lähemmäs optimaalista energiansaataavuutta päästään lepopäivinä sekä kevyinä harjoittelupäivinä suhteessa raskaisiin harjoittelupäiviin sekä pelipäiviin (Moss ym. 2021). Tähän syynä on kasvanut harjoitusten aikainen energiankulutus suhteessa samankaltaisena pysyneeseen energiansaantiin. Tässä tutkielmassa ei pystytty tekemään johtopäätöksiä eri päivien välillä, koska päiviä ei ollut raportoitu erikseen. Kauden ulkopuolella oli helpompaa päästä tarvittavaan energiansaataavuuteen, koska rasitus, ja sitä kautta harjoitusten aikainen kulutus laskee (Reed ym.

2013; 2014). Kova harjoittelu aiheuttaa vähentyneitä ruokahalua, ja aina ei riitä, että urheilija seuraa vain nälkätuntemuksiaan riittävän energiansaannin saavuttamiseksi (Loucks ym. 2011).

Tässä pro gradu -tutkielmassa hyödynnettiin Heikkilän ym. (2018) ravitsemusosaamiskyselyä, jota ei aikaisemmin ole hyödynnetty naisjalkapalloilijoilla energiansaataavuuden tutkimisen yhteydessä. Kyselyn keskiarvotulos oli 74,4 prosenttia. Verrattuna muihin tutkimuksiin, jossa kyseistä ravitsemusosaamiskyselyä on käytetty, tulos on samassa linjassa: suomalaiset nuoret naisurheilijat vastasivat kyselyyn noin 75 prosenttia oikein. Heikkilän ym. (2018) suomalaiset naiskestävyysurheilijat ( $17,9 \pm 1,2$  vuotta) vastasivat 74 prosenttiin kysymyksistä oikein. Suomalaiset naishiittäjät ( $16,7 \pm 0,7$  vuotta) vastasivat  $76,0 \pm 7,3$  prosenttiin kysymyksistä oikein (Kettunen ym. 2021).

Alhainen energiansaataavuus ja ravitsemusosaamiskyselyn tulos eivät olleet tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä toisiinsa tässä tutkielmassa ( $p = 0,491$   $r = -0,157$ ). Heikkoa näyttöä naisjalkapalloilijoille kuitenkin löytyy yhdestä aikaisemmasta tutkimuksesta: Mageen ym. (2020) mukaan ne, jotka tiesivät yleisesti vähemmän ravitsemuksesta sekä urheiluravitsemuksesta, olivat todennäköisemmin alhaisen energiansaataavuuden ryhmässä ( $40,9 \pm 10,4$  % vs.  $52,4 \pm 9,8$  %;  $p = 0,040$ ). Magee ym. (2020) eivät kuitenkaan löytäneet tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ravitsemusosaamisen ja energiansaataavuuden välillä ( $r = 0,117$ ). Suomalaishiittäjillä, joiden ravitsemusosaamista arvioitiin myös Heikkilän ym. (2018) kyselyllä, energiansaataavuus ja ravitsemusosaamiskyselyn tulos oli positiivisessa yhteydessä toisiinsa ( $r = 0,52$ ,  $p = 0,023$ ).

Jos urheilijoilla on ollut mahdollisuus ravitsemusterapeutin tai muun ravitsemusasiantuntijan palveluihin säännöllisesti, tulokset koskien ravitsemustietämystä ja energiansaataavuutta ovat olleet parempia verrattuna niihin, joilla ei ollut mahdollisuutta yksilöllisiin keskusteluihin tai tapaamisiin (Heikkilä ym. 2018; Hull ym. 2017; Lagowska ym. 2014; Moss ym. 2021; Valliant ym. 2012; Woodruff & Meloche 2013). Lagowskan ym. (2014) tutkimuksessa naissoutajien, -uimareiden ja -triathlonistien matala energiansaataavuus parani alhaisesta kohtalaiseksi kolmen kuukauden jälkeen, kun urheilijoilla oli tarjolla henkilökohtaista ravitsemusohjausta. Useampi tapaaminen ja seuranta kauden aikana takaavat todennäköisemmin parempia tuloksia, kuin yhteen kertaan perustuva ohjaus. Kasvotusten tehtävä ohjaus on tehokkaampaa, kuin puhelinsovellusta hyödyntäen (Heikkilä ym 2018). Woodruffin ja Melochen (2013) tutkimuksessa lentopalloilijoilla ollut kahden vuoden ajan ravitsemusasiantuntija apunaan, ja seurauksena oli keskimäärin  $42,5$  kcal/kg FFM/vrk energiansaataavuus. Pelkkä tiedon tarjoaminen ja lisääminen

eivät pysty tekemään yksilön käyttäytymiseen muutosta, vaan muutos lähtee aina pelaajan omasta henkilökohtaisesta motivaatiosta (Ajzen 2011).

Nuorten urheilijoiden ravitsemusosaaminen on yleensä heikommalla tasolla kuin aikuisurheilijoiden (Spendlove ym. 2012; Ozdoğan, & Ozcelik 2011). Tässä tutkielmassa ikä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä yhteenkään muuttajaan. Nuoret urheilijat ovat alttiimpia sosiaalisen ympäristön vaikutukselle (Grogan 2008; Healey 2014). Samalla heidän elimistönsä vaikuttaa kaikista eniten suhteellinen energiavaje. Gynekologisesti alle 14-vuotiaat naiset ovat kaikista herkimmissä riskiryhmässä suhteelliselle energiavajeelle (Loucks 2006; Nattiv 2007). Jos esimerkiksi siis naisjalkapalloilija saa ensimmäiset kuukautisensa 13-vuotiaana, ja lopettaa uransa 30-vuotiaana, hän on riskiryhmässä lähes koko uransa ajan viimeisiä vuosia lukuun ottamatta.

Heaney ym. (2011) ja Spronkin ym. (2014) katsauksissa ne urheilijat, jotka tiesivät enemmän ravitsemuksesta, söivät terveellisemmin. Tässä tapauksessa terveellisyydellä viitataan suurempiin määriin hedelmiä ja kasviksia. Kuten aikaisemmin on todettu, runsas kasvisten saanti voi johtaa liian pieneen energiansaantiin. Kasvisten glykemiaindeksi on matala, ja ne aiheuttavat nopeasti kylläisyyden tunnetta suuren kuitu- ja vesipitoisuutensa takia (Barron ym. 2016; Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Ruokavalio, joka luokitellaan ei-urheilijoille terveelliseksi, ei välttämättä ole urheilijan terveyttä ja suorituskykyä edistävä. Voidaan pohtia, johtuuko optimaalisen energiansaataavuuden esiintyvyys juuri siitä, että naisurheilijoilla on usein pyrkimystä perfektionismiin. Toisaalta lihomisen pelko sekä ulkonäköpaineet johtaisivat joko tahattomasti tai tahallaan suureen energiavajeeseen (Mountjoy ym. 2014; Smolak ym. 2000; Sundgot-Borgen 1994; Torres-McGehee ym. 2021).

Tässä tutkielmassa saadut tulokset ravitsemusosaamiskyselyn ja rasvattoman massan sekä kehonpainon yhteydet voisivat viitata siihen, että urheilijoiden ruokavalio olisi terveellinen, muttei urheilijan terveyttä edistävä. Epätietoisuus terveellisen ja urheilijalle terveellisen ruokavaliion välillä on myös varmasti suuri. Alhaisen energiansaataavuuden vaikutukset terveyteen ja suorituskykyyn eivät ole monellekaan tuttuja, ja esimerkiksi Millerin ym. (2012) tutkittavista puolet piti amenorreaa normaalina tilana urheilijoilla. Tietoista syömistä rajoittavaa käyttäytymistä esiintyy laajasti jalkapalloilijoilla (Magee ym. 2020; Morehen ym. 2022; Reed ym. 2013; Reed ym. 2014; Torres-McGehee ym. 2021).

Ruokatottumusten ja -valintojen taustalla on myös aina kulttuurillisia tekijöitä (Jallinoja & Mäkelä 2017), ja suomalaiset urheilijat muodostavat ateriansa todennäköisesti heille koulussa opettujen suomalaisten ravitsemussuositusten mukaisesti. Syömiskäyttäytymistä ja sen tutkimusta ei voi tarkastella vain biologisesta näkökulmasta, sillä taustalla on aina myös sosiologisia syitä. Ruokavalinnat kertovat yksilön kulttuurista, yhteiskunnan trendi-ilmiöistä, identiteetistä sekä kasvuympäristöstä (Mäkelä & Niva 2020). Tämän tutkielman energiansaanti oli korkeampaa verrattuna yhdysvaltalaisiin tutkimuksiin (Morehen ym. 2022; Moss ym. 2020; Reed ym. 2012; 2013), joissa urheilijoiden lounaana saatetaan usein nauttia vain esimerkiksi voileipä.

Sosiaalisen median kasvu viime vuosikymmenen aikana on aiheuttanut muun muassa sen, että tiedeasiantuntijoiden arvostus on vähentynyt ja sosiaalista mediaa pidetään yhä tärkeämpänä lähteenä terveystiedolle (Collins 2014; Vaterlaus ym. 2015). Sosiaalisessa mediassa kuka tahansa voi jakaa mielipiteensä, tai vinkkejä siitä, millainen ruokavalio on ”oikeanlainen”. Samaistuttavat nuoret henkilöt voivat myydä sadoille henkilöille ruokavalioita ilman koulutusta tai minimaalisella koulutuksella pohjautuen vain siihen, miltä oma sosiaalisen median kanava näyttää. Epärealistiset ja muokatut kuvat voivat toimia varsinkin nuorille urheilijoille tavoiteltavana ulkomuotona. Naisjalkapalloilijoista niillä, jotka olivat tyytymättömiä kehoonsa ja ulkonäköönsä, todettiin useammin alhainen energiansaataavuus (Torres-McGehee ym. 2021; Reed ym. 2013; 2014). Kuka tahansa voi esiintyä kokemusasiantuntijana, ja uskotella, että juuri hänen metodinsa takaavat parhaan lopputuloksen (Burke 2017; Väliaverronon 2016). Medialukutaidon ja oman lajin ravitsemustarpeiden ymmärryksen puute saattaa johtaa jopa syömishäiriöihin (Martinsen & Sundgot-Borgen 2013). Lisäksi ravitsemuslisien suuri käyttö ja niillä normaalin ruoan korvaaminen on kallista ja tutkimustietoon perustuvien suositusten vastaista (Cotunga ym. 2005; Ojala & Jaakkola 2023).

Toimintakulttuurin luominen ravitsemus- ja ulkonäköaiheista keskusteltaessa on joukkueurheilussa hyvin tärkeää. Valmentaja on usein urheilijan tärkeimpiä roolimalleja, jolloin heidän kommenttinsa ja käyttäytymisensä saattaa suuresti vaikuttaa urheilijan toimintaan (Currie 2010). On tärkeää, että valmentajat ovat tietoisia urheilijoiden häiriintyneestä syömiskäyttäytymisestä, sille altistavista tekijöistä ja sen ehkäisystä, jotta hän voisi tunnistaa valmennettaviensa mahdollista alkavaa oireilua (Frideres ym. 2016). Valmentaja voi omalla käyttäytymisellään ennaltaehkäistä syömishäiriöiden sekä suhteellisen energiavajeen syntymistä sekä luoda tervettä kulttuuria joukkueeseen (Currie 2010). Kuitenkin varsinaisen ravitsemusohjaamisen suorittaa

asiaan koulutettu henkilö. Valmentaja voi tukea terveyttä tukevien ravitsemustottumusten syntymä myös epäsuorasti. Jos joukkue panostaa rahallisesti myös ravitsemusohjaamiseen, se tukee sitä kautta pelaajiaan. Pidemmällä aikavälillä optimaalinen ravitsemuskäyttäytyminen kehittää koko joukkuetta sekä yksittäisten pelaajien terveyttä sekä suorituskykyä. Se, miten annetaan mahdollisesti – ja vain tarvittaessa aikuisurheilijoille – painonhallintaohjeita, on keskeistä: asiantuntijoiden konsultointi ja urheilijan tukeminen, kaksin kesken eikä suuren joukon edessä eikä missään tapauksessa urheilijan asian kanssa yksin jättäminen (Syömishäiriökeskus 2020). Suomeksi valmentajien tietoisuutta lisäävää koulutusmateriaalia on julkaistu esimerkiksi Syömishäiriökeskuksen (2020) Oman Elämänsä Urheilija -projektin myötä.

## 7.2 Tutkimusten rajoitukset ja luotettavuus

Tutkimusjoukko oli tässä pro gradu -tutkielmassa pieni ( $n = 34$ ), mutta linjassa aikaisempien vastaavien tutkimusten kanssa naisjalkapalloilijoilla ja -urheilijoilla. Tulokset energiansaataavuudesta olivat myös samansuuntaisia (Braun ym. 2018; Dasa ym. 2023; Dobrowolski & Wlodarek 2020; Magee ym. 2020; Melin ym. 2015; Morehen ym. 2022; Mooses & Hackney 2017; Moss ym. 2021; Reed 2013; 2014; Sygo ym. 2018; Torres-McGehee ym. 2021; Vanheest ym. 2014; Ziegler ym. 2001). Tutkielman alkuperäisestä datasta jouduttiin poistamaan tutkittavia, jos he eivät olleet suorittaneet kehonkoostumusmittausta tai täyttäneet ruokapäiväkirjaa tai ravitsemusosaamiskyselyä. Suurempi tutkimusjoukko voisi todennäköisemmin mahdollistaa tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä esimerkiksi ravitsemusosaamisen ja energiansaataavuuden tarkastelun välillä. Tulokset ovat mitattu yhdellä kerralla, joten niistä ei ole mahdollista tehdä pidempiaikaisia johtopäätöksiä tai syy-seuraus-suhteita.

Tutkittavien henkilöiden joukossa oli paljon alaikäisiä, vaikka tutkittavien keski-ikä oli 18,7 ( $\pm 2,9$ ). Suomen pääsarjatason keski-ikä on noin 21,5 vuotta, kun esimerkiksi Euroopan huippumaihin lukeutuvassa Ruotsissa sarjan keskiarvo on 24-25 ikävuoden välillä (Myllyaho 2020). Nuoret urheilijat ovat aikaisemmin todetusti alttiimpia muun muassa kuukautishäiriöille ja ympäristön vaikutukselle omaan käyttäytymiseen (Grogan 2008; Healey 2014; Nattiv ym. 2007). Tämän tutkimuksen tulokset voidaan luokitella kansalliselle tasolle päteviksi, mutta todennäköisesti Suomen parhaat ulkomaisissa sarjoissa pelaavat ammattilaiset voisivat antaa toisenlai-

sia tutkimustuloksia. Kansainvälisen tason pelaajat todennäköisesti kuluttavat harjoitusten aikana enemmän (Morehen ym. 2022; Moss ym. 2021), mutta toisaalta kansallisen tason pelaajien arki saattaa muuten olla raskaampaa todennäköisten kaksois- tai kolmoisurien takia.

Tiedonkeruumenetelmistä varsinkin ruokapäiväkirjojen todenmukaisuus on hyvä kyseenalaistaa. Tutkittavien ruokapäiväkirjat perustuivat pelaajien omiin arvioihin omista ruokamääristään, niiden laadusta ja sisällöstä. Koska ruokavaakaa ei käytetty, esimerkiksi toisen iso annos pastaa tai puuroa voi näyttää täysin erilaiselta kuin toisen. Poslusnan ym. (2009) katsauksessa väärinraportointia ruokapäiväkirjoissa esiintyi noin 32,5 prosentilla kaikista tutkittavista (7,6–49,0 %). Black (2000) katsauksessa keskimäärin aliraportointia oli 37 prosentilla kaikista osallistujista. Todennäköisyys on suuri, että tämänkin tutkielman ja katsauksen tutkimuksessa esiintyy ali- tai yliraportointia. Raportointiaika oli myös lyhyt, 3–7 päivää, jonka myötä pitkän aikavälin johtopäätöksiä ei ole mahdollista tuloksista suoraan vetää (Moss ym. 2021).

Energiansaataavuuden laskukaavaan käytettyä harjoitusten aikainen energiankulutus (*EEE*) on selvitetty tässä tutkielmassa pelaajien omaan kokemukseen harjoituksen raskaudesta (*RPE*) ja MET-lukuihin perustuvaan arvioon (Ainsworth ym. 2011). Energiankulutuksen arviointi on yksinkertaisempaa esimerkiksi kestävyysjuoksussa, kuin jalkapallon kaltaisessa lajissa, jossa tulee lyhyitä pyrähdyksiä, suunnanmuutoksia sekä paikallaanoloa (Heikura 2021; Kumar & Saza 2017). Energiansaataavuuden tutkimisessa onkin usein kritisoitu sitä, että harjoittelun ulkopuolinen rasitus jää silloin huomioimatta. Fyysisesti kuormittava työ tai pyörällä kuljetut matkat nostavat henkilön energiankulutusta verrattuna fyysisesti inaktiivisia päiviä viettävä ja autolla kulkeva henkilö. Morehen ym. (2022) muista vastaavista tutkimuksista poiketen huomioi harjoitusten aikaisen energiankulutuksen sijaan kaiken aktiivisuuden myös harjoitusten ulkopuolella (*AEE*), jolloin energiansaataavuus oli huomattavasti alhaisempi muiden tutkimusten keskiarvoon verrattuna. Tämän tutkielman kehonkoostumusmittaus suoritettiin DXA-mittarilla. Sen on nähty olevan luotettavampi mittari kehonkoostumusta mitattaessa, kuin esimerkiksi bioimpedanssi- tai pihtimittauksen (McArdle & Katch 2009).

Heikkilän ym. (2018) ravitsemusosaamiskysely on validoitu, mutta se ei ainakaan tässä tutkimuksessa mahdollistanut pelaajien erottelua matalaan ja ei-matalaan energiansaataavuuteen. Toisaalta sitä ei ole tehty mittaamaan tietoisuutta urheilijoiden energiansaataavuudesta, vaan ravitsemusosaamista. Ei ole siis selvää, paranisiko urheilijoiden energiansaataavuus, jos heitä siitä opetettaisiin. Kuten alaluvussa 2.2 todettiin, suhteellisen energiavajeen tutkimusvälinteitä ei ole

validoitu, ja siksi on edelleen epäselvää, millä keinoilla suhteellista energiavajetta voitaisiin ennaltaehkäistä sekä tutkia mahdollisimman tehokkaasti.

### **7.3 Tutkimuksen eettisyys**

Tämän tutkielman tekoon hyödynnettiin hyvän tieteellisen käytännön periaatteita (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012). Tutkimuksen aihetta perusteltiin sen ajankohtaisuudella ja puutteellisena aikaisempaa tietona. Suhteellinen energiavaje vaikuttaa merkittävästi urheilijoiden terveyteen ja suorituskykyyn, jonka takia tietoisuuden lisääminen on keskeistä. Tässä tutkielmassa pyrittiin objektiiviseen aiheen tarkasteluun niin, ettei tämän tutkielman tekijän omat mielipiteet ja näkemykset vaikuttaneet lopputuloksiin. Tuloksia pyrittiin käsittelemään mahdollisimman todenmukaisesti. Tutkimuksen tekijä pyrki huolellisiin lähdeviittauksiin, jotta tutkielmasta olisi eriteltävissä tekijän omat havainnot sekä muiden tutkijoiden aikaisemmat havainnot (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012). Monitoring Injury and Illness in Athletes (MIIA) -tutkimuksella, josta tämän tutkielman aineistot ovat peräisin, on Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettisen toimikunnan hyväksymä lausunto (5U/2019).

### **7.4 Yhteenveto ja jatkotutkimusehdotukset**

Tämän pro gradu -tutkielman sekä systemaattisen kirjallisuuskatsauksen pohjalta voidaan todeta, että tarve lisätiedolle naisjalkapalloilijoiden energiansaataavuutta koskien on edelleen suuri. Vielä lisätietoa tärkeämpää olisi suhteellisen energiansaataavuuden riskien viestiminen pelaajille ja valmentajille, jotta muutokset voisivat tapahtua jokapäiväisessä elämässä. Tutkimustietoa naisjalkapalloilijoiden energiansaataavuudesta on kerätty jo kymmenen vuoden ajan, mutta silti tulokset ovat samankaltaisia tänä päivänä, kuin vuosikymmen sitten. Eli vaikka tutkijat tietävät asiasta, ei tieto ole saavuttanut läheskään tarpeeksi monta miljoonista naisjalkapalloilijoista. Pelkkä ravitsemustiedon lisääminen ei vaikuta parantavan urheilijoiden energiansaataavuutta, vaan se pitäisi yhdistää henkilökohtaiseen ohjaamiseen.

Jatkotutkimuksissa suuremmat tutkimusjoukot antaisivat enemmän ja laajempaa tietoa suhteellisesta energiansaataavuudesta ja esimerkiksi sen yhteydestä ravitsemusosaamiseen. Jalkapalloilijoille olisi hyvä tehdä myös Heikkilän ym. (2018) ja Lagowskan ym. (2014) tutkimusten kaltaisia interventiotutkimuksia, joissa toiselle ryhmälle tarjotaan yksilöllistä ravitsemusohjaamista ja toiselle ei, jotta tunnistettaisiin vielä lajispesifisemmin tarvetta ja toimintatapoja, jotka



toimivat joukkueurheilijoille yksilöurheilijoiden sijaan. Vertailututkimus suomalaisen kansallisen tason pelaajilla verrattuna kansainväliseen tasoon toisi myös mielenkiintoa lisätietoa siitä, mitä ominaisuuksia pelaaja tarvitsee päästäkseen korkeammalle tasolle, ja miten hän voisi siihen itse harjoitusten ulkopuolisilla toimilla vaikuttaa. Lisäksi tarvetta olisi myös kvalitatiivisille tutkimuksille suhteellisen energiavajeen synnystä, koska on tärkeää ymmärtää myös syitä ilmiön taustalla (Mountjoy ym. 2014; 2018). Kysymykset voisivat olla esimerkiksi seuraavia: mikä pelaajien ruokatottumuksia määrittelee, millaiseksi koetaan urheilijan ruokavalio suhteessa terveelliseen ruokavalioon, millaista ravitsemusohjausta pelaajat ovat saaneet sekä mihin pelaajat pyrkivät omilla ravitsemusvalinnoillaan. Tulevaisuudessa olisi hyvä pyrkiä validoimaan suhteellisen energiavajeen tutkimusmittarit mahdollisimman luotettavan tutkimustiedon saavuttamiseksi.

## LÄHTEET

- Ackerman, K. E., Holtzman, B., Cooper, K. M., Flynn, E.F., Bruinvels, G., Tenforde, A.S., Popp, K.L., Simpkin, A.J. & Parziale, A.L. (2018). Low energy availability surrogates correlate with health and performance consequences of Relative Energy Deficiency in Sport. *British Journal of Sports Medicine* 53(10), 1–6. doi:10.1136/bjsports-2017-098958
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., Jr, Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C. & Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 43(8), 1575–1581. doi:10.1249/MSS.0b013e31821ece12
- Ajzen I. (2011). The theory of planned behaviour: reactions and reflections. *Psychology & Health* 26(9), 1113–1127. doi:10.1080/08870446.2011.613995
- Ali, A., Williams, C., Nicholas, C.W. & Foskett, A. (2007). The influence of carbohydrate-electrolyte ingestion on soccer skill performance. *Medicine & Science Sports Exercise* 39(11), 1969–1976. doi: 10.1249/mss.0b013e31814fb3e3
- American College of Sports Medicine, Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J. & Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 39 (2), 377–390. doi:10.1249/mss.0b013e31802ca597
- Andersson H., Randers, M., Heiner-Møller, A., Krstrup, P. & Mohr, M. (2010) Elite female soccer players perform more high-intensity running when playing in international games compared with domestic league games. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24 (4), 912–919. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d09f21
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(7), 665–674. doi:10.1080/02640410500482529
- Barrack, M. T., Gibbs, J. C., De Souza, M. J., De Souza, M. J., Williams, N.I, Nichols, J. F., Rauh, M. J. & Nattiv, A. (2014). Higher incidence of bone stress injuries with increasing female athlete triad-related risk factors: a prospective multisite study of exercising girls and women. *American Journal of Sports Medicine* 42 (4), 949–958. doi: 10.1177/0363546513520295

- Barron, E., Cano Sokoloff, N., Maffazioli, G. D. N., Ackerman, K.E., Wooley, R., Holmes, T.M. & Anderson, E.J. (2016). Diets high in fiber and vegetable protein are associated with low lumbar bone mineral density in young athletes with Oligoamenorrhea. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 116 (3), 481–489. doi: 10.1016/j.jand.2015.10.022
- Beard J. & Tobin B. (2000). Iron status and exercise. *American Journal of Clinical Nutrition* 72 (59) 7. doi: 10.1093/ajcn/72.2.594S
- Bergeron, M. F., Mountjoy, M., Armstrong, N., Chia, M., Côté, J., Emery, C. A., Faigenbaum, A., Hall, G., Jr, Kriemler, S., Léglise, M., Malina, R. M., Pensgaard, A. M., Sanchez, A., Soligard, T., Sundgot-Borgen, J., van Mechelen, W., Weissensteiner, J. R. & Engebretsen, L. (2015). International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *British journal of sports medicine* 49 (13), 843–851. doi:10.1136/bjsports-2015-094962
- Bennell, K., Matheson, G., Meeuwisse, W. & Brukner, P. (1999). Risk factors for stress fractures. *Sports Medicine* 28, 91–122. doi: 10.2165/00007256-199928020-00004
- Birkenhead, K. L. & Slater, G. (2015). A Review of Factors Influencing Athletes' Food Choices. *Sports Medicine* 45(11), 1511–1522. doi:10.1007/s40279-015-0372-1
- Black, A.E. (2000). The sensitivity and specificity of the Goldberg cut-off for EI: BMR for identifying diet reports of poor validity. *European Journal of Clinical Nutrition* 54 (5), 395–404. doi: 10.1038/sj.ejcn.1600971
- Bloomfield, J., Polmar, R. & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA premier league soccer. *Journal of Sports Science & Medicine* 6 (1), 63–70.
- Boutron, I., Page, M.J., Higgins, J.P.T., Altman, DG., Lundh, A. & Hróbjartsson, A. (2020). Considering bias and conflicts of interest among the included studies. *Teoksessa: Higgins JPT., Thomas J., Chandler J., Cumpston M., Li T., Page MJ., Welch VA. (editors). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.1. Cochrane, 2020. www.training.cochrane.org/handbook*
- Bratland-Sanda, S., & Sundgot-Borgen, J. (2013). Eating disorders in athletes: overview of prevalence, risk factors and recommendations for prevention and treatment. *European journal of sport science*, 13(5), 499–508. doi:10.1080/17461391.2012.740504
- Braun H., von Andrian-Werburg J., Schänzer W. & Thevis M. (2018). Nutrition status of young elite female German football players. *Pediatric Exercise Science* 30 (1), 157–167. doi: 10.1123/pes.2017-0072.

- Burke, L. M., Lundy, B., Fahrenholtz, I. L. & Melin, A. K. (2018). Pitfalls of Conducting and interpreting Estimates of energy availability in free-living athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 28(4), 350–363. doi:10.1123/ijsnem.2018-0142
- Burke, L.M. (2015). Re-examining high-fat diets for sports performance: Did we call the ‘nail in the coffin’ too soon? *Sports Medicine* 45 (1), 33–S49. doi: 10.1007/s40279-015-0393-9
- Burke, LM. (2017). Communicating sports science in the age of the Twittersphere. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 27 (1) 1–5. doi:10.1123/ijsnem.2017-0057
- Burke, L.M., Cox, G., Culmings, N. & Desbrow, B. (2001). Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them? *Sports Medicine* 31 (4), 267–99. doi: 10.2165/00007256-200131040-00003.
- Burke, L.M., Loucks, A. & Broad, N. (2006) Energy and carbohydrate for training and recovery. *Journal of Sports Sciences* 24(7), 675–685. doi: 10.1080/02640410500482602
- Caldwell, A. & Hooper, P. (2017). Sex Hormones and Environmental Factors Affecting Exercise. Teoksessa Hackney, A. Sex Hormones, and Physical Activity in Women: An Evolutionary Framework. Springer Publishing, New York. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-44558-8>
- Chen, Y.T., Tenforde, A.S. & Fredericson, M. (2013). Update on stress fractures in female athletes: epidemiology, treatment, and prevention. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* 6 (2), 173–81. doi: 10.1007/s12178-013-9167-x.
- Cholewa, J.M., Newmire, D.E. & Zanchi, N.E. (2019). Carbohydrate restriction: Friend or foe of resistance-based exercise performance? *Nutrition* 60, 136–146. doi:10.1016/j.nut.2018.09.026
- Cohn S., Vaswani A., Zanzi I., Aloia, J.F., Roginsky, M.S. & Ellis, K.J. (1976). Changes in body chemical composition with age measured by total-body neutron activation. *Metabolism* 25 (1), 85–95. doi: 10.1016/0026-0495(76)90163-3.
- Collins, H. (2014). *Are we all scientific experts now*. Cambridge: Polity.
- Collins J, Maughan R.J., Gleeson M., Bilsbrough, J., Jekendrup, A., Morton, J.P., Phillips, S.M., Armstrong, L., Burke, L.M., Close, G.L., Duffield, R., Larson-Meyer, E., Louis, J., Medina, D., Meyer, F., Rollo, I., Sundgot-Borgen, J., Wall, B.T., Boullosa, B., ... & McCall, A. (2021). UEFA expert group statement on nutrition in elite football. *Current*

- evidence to inform practical recommendations and guide future research. *British Journal of Sports Medicine* 55, 416–442. doi:10.1136/bjsports-2019-101961
- Constantini N. (2002). Medical concerns of the dancer. *Book of Abstracts, XXVII FIMS World Congress of Sports Medicine, Budapest, Hungary, 2002*:151.
- Cotunga, N., Vickery, C. E. & McBee, S. (2005). Sports nutrition for young athletes. *The Journal of school nursing: the official publication of the National Association of School Nurses* 21 (6), 323–328. doi:10.1177/10598405050210060401
- Currie, A. (2010). Sport and eating disorders – Understanding and managing the risks. *Asian Journal of Sports Medicine* 1(2), 63–68. doi: 10.5812/asjasm.34864
- Dasa, M. S., Friberg, O., Kristoffersen, M., Pettersen, G., Plasqui, G., Sundgot-Borgen, J. K. & Rosenvinge, J. H. (2023). Energy expenditure, dietary intake and energy availability in female professional football players. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* 9 (1), e001553. doi:10.1136/bmjsem-2023-001553
- Dawn, S. (2010). *Nutrition Guide for Female Footballer*; The Football Association: London, UK, 2010. Viitattu 11.4.2022. <http://1u5ilm12cfb12440k5vbz3o1.wpengine.netdna-cdn.com/>
- Day, J., Wengreen, H., Heath, E. & Brown, K. (2015). Prevalence of low energy availability in collegiate female runners and implementation of nutrition education intervention. *Sports Nutr. Ther.* 1, 1.
- De Souza, M. J., Hontscharuk, R., Olmsted, M., Kerr, G. & Williams, N. I. (2007). Drive for thinness score is a proxy indicator of energy deficiency in exercising women. *Appetite* 48 (3), 359–367. doi:10.1016/j.appet.2006.10.009
- De Souza, M. J., Nattiv, A., Joy, E., Misra, M., Williams, N. I., Mallinson, R. J., Gibbs, J. C., Olmsted, M., Goolsby, M., Matheson, G. & Expert Panel (2014). 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad: 1st International Conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana, May 2013. *British Journal of Sports Medicine*, 48(4), 289. doi:10.1136/bjsports-2013-093218
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P. & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International journal of sports medicine*, 30(3), 205–212. doi:10.1055/s-0028-1105950
- Dobrowolski, H., Karczemna, A. & Wlodarek, D. (2020). Nutrition for Female Soccer Players—Recommendations. *Medicina* 56(1), 28; doi:10.3390/medicina56010028

- Dobrowolski, H. & Wlodarek, D. (2020). Low energy availability in group of Polish soccer players. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny* 71(1), 89-96. doi:10.32394/rpzh.2020.0106
- Drew, M., Vlahovich, N., Hughes, D., Appaneal, R., Burke, L. M., Lundy, B., Rogers, M., Toomey, M., Watts, D., Lovell, G., Praet, S., Halson, S. L., Colbey, C., Manzanero, S., Welvaert, M., West, N. P., Pyne, D. B. & Waddington, G. (2018). Prevalence of illness, poor mental health and sleep quality and low energy availability prior to the 2016 Summer Olympic Games. *British Journal of Sports Medicine* 52 (1), 47–53. doi:10.1136/bjsports-2017-098208
- Drinkwater, B., Loucks, A. B., Sherman, R. T., Sundgot-Borgen, J. & Thompson, J. K. (2005). International Olympic Committee Medical Commission Working Group Women in Sport. Position stand on the female athlete triad.
- Elliott-Sale, K. J., Tenforde, A. S., Parziale, A. L., Holtzman, B. & Ackerman, K.E. (2018). Endocrine Effects of Relative Energy Deficiency in Sport. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 28(4), 335–349. doi:10.1123/ijsnem.2018-0127
- Febbraio, M. A., & Dancy, J. (1999). Skeletal muscle energy metabolism during prolonged, fatiguing exercise. *Journal of Applied Physiology*, 87(6), 2341–2347. doi:10.1152/jappl.1999.87.6.2341
- Fogelholm, M. (1994). Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Medicine* 18 (4), 249–267. doi:10.2165/00007256-199418040-00004.
- Gabbett, T. J. & Mulvey, M. J. (2008). Time-motion analysis of small-sided training games and competition in elite women soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 22(2), 543–552. doi:10.1519/JSC.0b013e3181635597.
- Garth, A. K. & Burke, L. M. (2013). What do athletes drink during competitive sporting activities? *Sports Medicine* 43 (7), 539–564. doi:10.1007/s40279-013-0028-y
- Gibson, J. H., Mitchell, A., Harries, M. G. & Reeve, J. (2004). Nutritional and exercise-related determinants of bone density in elite female runners. *Osteoporosis International* 15, 611–618. doi: 10.1007/s00198-004-1589-2-
- González-Alonso, J., Mora-Rodríguez, R., Below, P. R. & Coyle, E. F. (1995). Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 79(5), 1487–1496. doi:10.1152/jappl.1995.79.5.1487
- Grogan, S. (2008). *Body image: Understanding body dissatisfaction in men, women, and children*. Psychology Press.

- Guebels, C.P., Kam, L.C., Maddalozzo, G.F. & Manore, M.M. (2014). Active women before/after an intervention designed to restore menstrual function: resting metabolic rate and comparison of four methods to quantify energy expenditure and energy availability. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 24 (1), 37–46. doi: 10.1123/ijsnem.2012-0165.
- Gunnarsson, T. P., Bendiksen, M., Bischoff, R., Christensen, P. M., Lesivig, B., Madsen, K., Stephens, F., Greenhaff, P., Krstrup, P. & Bangsbo, J. (2013). Effect of whey protein- and carbohydrate-enriched diet on glycogen resynthesis during the first 48 h after a soccer game. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23 (4), 508–515. doi:10.1111/j.1600-0838.2011.01418.x
- He, C. S., Handzlik, M., Fraser, W. D., Muhamad, A., Preston, H., Richardson, A. & Gleeson, M. (2013). Influence of vitamin D status on respiratory infection incidence and immune function during 4 months of winter training in endurance sport athletes. *Exercise Immunology Review* 19, 86–101.
- Healey, J. (2014). *Positive Body Image*, The Spinney Press. ProQuest Ebook Central. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/jyvaskyla-ebooks/detail.action?docID=1676193>
- Heaney, S., O'Connor, H., Michael, S., Gifford, J. & Naughton, G. (2011). Nutrition knowledge in athletes: a systematic review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 21 (3), 248–261. doi:10.1123/ijsnem.21.3.248
- Heikkilä, M., Valve, R., Lehtovirta, M. & Fogelholm, M. (2018). Development of a nutrition knowledge questionnaire for young endurance athletes and their coaches. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 28 (3), 873–880. doi:10.1111/sms.12987
- Heikura, I. (2021). *Suhteellinen energiavaje urheilussa*. Teoksessa O. Ilander *Liikuntaravitsemus 3.0*. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Heikura, I. A., Uusitalo, A., Stellingwerff, T., Bergland, D., Mero, A. A. & Burke, L. M. (2018). Low energy availability is difficult to assess but outcomes have large impact on bone injury rates in elite distance athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 28 (4), 403–411. doi:10.1123/ijsnem.2017-0313
- Hewitt, A., Norton, K. & Lyons, K. (2014). Movement profiles of elite women soccer players during international matches and the effect of opposition's team ranking. *Journal of Sports Science* 32 (20), 1874–1880. doi: 10.1080/02640414.2014.898854.
- Hilton, L. K. & Loucks, A. B. (2000). Low energy availability, not exercise stress, suppresses the diurnal rhythm of leptin in healthy young women. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism* 278 (1), E43-9. doi: 10.1152/ajpendo.2000.278.1.E43.

- Hind, K., Truscott, J. G. & Evans, J. A. (2006). Low lumbar spine bone mineral density in both male and female endurance runners. *Bone* 39 (4), 880–885. doi: 10.1016/j.bone.2006.03.012
- Hull, M.V., Neddo, J., Jagim, A.R., Oliver, J.M., Greenwood, M. & Jones, M.T. (2017). Availability of a sports dietitian may lead to improved performance and recovery of NCAA division I baseball athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 14 (1), 29. doi: 10.1186/s12970-017-0187-6.
- Ihle, R. & Loucks, A.B. (2004). Dose-response relationships between energy availability and bone turnover in young exercising women. *Journal of Bone and Mineral Research* 19 (8), 1231–1240. doi: 10.1359/JBMR.040410.
- Ilander O., Laaksonen M., Lindblad P. & Mursu J. (2014). Liikuntaravitsemus – tehoa, tuloksia ja terveyttä ruuasta. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Jallinoja , P. T. & Mäkelä, M. J. (2017). Ruoka ja syöminen terveyden ja nautinnon ristiaallokossa. Teoksessa S. Karvonen, L. Kestilä & T. Mäki-Opas (toim.) *Terveyssosiologian linjoja*. Gaudeamus: Helsinki, 158–170.
- Javed, A., Tebben, P. J., Fischer, P. R. & Lteif, A. N. (2013). Female athlete triad and its components: toward improved screening and management. *Mayo Clinic proceedings* 88 (9), 996–1009. doi:10.1016/j.mayocp.2013.07.001
- Jeukendrup, A. (2014). A step towards personalized sports nutrition: Carbohydrate intake during exercise. *Sports Medicine* 44 (1), 25–33. doi: 10.1007/s40279-014-0148-z.
- Joy, E., Kussman, A. & Nattiv, A. (2016). 2016 update on eating disorders in athletes: A comprehensive narrative review with a focus on clinical assessment and management. *British Journal of Sports Medicine* 50 (3), 154–162. doi: 10.1136/bjsports-2015-095735.
- Keen, R. (2018). Nutrition-Related considerations in soccer: A review. *American Journal of Orthopedics* 47 (12). doi: 10.12788/ajo.2018.0100
- Kirkendall, D. & Krstrup, P. (2021). Studying professional and recreational female footballers: A bibliometric exercise. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 32(S1), 12–26. doi:10.1111/sms.14019
- Kitchin B. (2013). Nutrition counseling for patients with osteoporosis: a personal approach. *Journal of Clinical Densitometry* 16 (4), 426–31. doi: 10.1016/j.jocd.2013.08.013.
- Kmet, L. M., Cook, L. S. & Lee, R. C. (2004). Standard quality assessment criteria for evaluating primary research papers from a variety of fields. Viitattu 24.2.2023. doi:10.7939/R37M04F16



- Koehler, K., Achtzehn, S., Braun, H., Mester, J. & Schaenzer, W. (2013). Comparison of self-reported energy availability and metabolic hormones to assess adequacy of dietary energy intake in young elite athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 38 (7), 725–733. doi:10.1139/apnm-2012-0373
- Kumar, S. & Raza, Z. (2017). Internet of things: possibilities and challenges. *International Journal of Systems and Service-Oriented Engineering*, 7(3), 32-55. doi:10.4018/IJSSOE.2017070103
- Lagowska, K., Kapczuk, K., Friebe, Z. & Bajerska, J. (2014). Effects of dietary intervention in young female athletes with menstrual disorders. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11, 21. doi:10.1186/1550-2783-11-21
- Lambrinouadaki, I. & Papadimitriou D. (2010). Pathophysiology of bone loss in the female athlete. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1205 (1), 45–50. doi: 10.1111/j.1749-6632.2010.05681.x.
- Lemon, P. (1994). Protein requirements of soccer. *Journal of Sports Science* 12, S35–S38.
- Lieberman, J. L., DE Souza, M. J., Wagstaff, D. A. & Williams, N. I. (2018). Menstrual disruption with exercise is not linked to an energy availability threshold. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50 (3), 551–561. doi:10.1249/MSS.0000000000001451
- Loucks, A. B., Mortola, J. F., Girton, L. & Yen, S.S. (1989). Alterations in the hypothalamic-pituitary-ovarian and the hypothalamic-pituitary-adrenal axes in athletic women. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 68 (2), 402–411. doi: 10.1210/jcem-68-2-402.
- Loucks, A.B. & Heath, E. (1994). Induction of low-T3 syndrome in exercising women occurs at a threshold of energy availability. *American Journal of Physiology* 266 (3), 817–23. doi: 10.1152/ajpregu.1994.266.3.R817.
- Loucks, A. B. & Verdun, M. (1998). Slow restoration of LH pulsatility by refeeding in energetically disrupted women. *The American Journal of Physiology* 275 (4 Pt 2), 1218–26. doi: 10.1152/ajpregu.1998.275.4.R1218.
- Loucks A. B. & Thuma, J. R. (2003). Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 88, 297–311. doi: 10.1210/jc.2002-020369.
- Loucks A. B. (2004). Energy balance and body composition in sports and exercise. *Journal of Sports Sciences* 22(1), 1–14. doi: 10.1080/0264041031000140518.
- Loucks, A.B., Kiens, B. & Wright, H. (2011). Energy availability in athletes. *Journal of Sports Sciences* 29 (1), 7–15. doi: 10.1080/02640414.2011.588958.

- Magee, M. K., Lockard, B. L., Zabriskie, H. A., Schaefer, A. Q., Luedke, J. A., Erickson, J. L., Jones, M. T. & Jagim, A. R. (2020). Prevalence of low energy availability in collegiate women soccer athletes. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* 5(4), 96. doi:10.3390/jfmk5040096
- Martinsen, M., Bratland-Sanda, S., Eriksson, A. K. & Sundgot-Borgen, J. (2010). Dieting to win or to be thin? A study of dieting and disordered eating among adolescent elite athletes and non-athlete controls. *British Journal of Sports Medicine* 44(1), 70–76. doi: 10.1136/bjism.2009.068668.
- Martinsen, M. & Sundgot-Borgen, J. (2013). Higher prevalence of eating disorders among adolescent elite athletes than controls. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 45(6), 1188–1197. doi:10.1249/MSS.0b013e318281a939
- Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., Rawson, E. S., Walsh, N. P., Garthe, I., Geyer, H., Meeusen, R., van Loon, L. J. C., Shirreffs, S. M., Spriet, L. L., Stuart, M., Vernec, A., Currell, K., Ali, V. M., Budgett, R. G., Ljungqvist, A., ... Engebretsen, L. (2018). IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *British journal of sports medicine*, 52(7), 439–455. doi:10.1136/bjsports-2018-099027
- Mazzeo, S. E. & Bulik, C. M. (2009). Environmental and genetic risk factors for eating disorders: What the clinician needs to know. *Child & Adolescent Psychiatric Clinics of North America* 18(1), 6782. doi:10.1016/j.chc.2008.07.003
- McArdle, W. D. & Katch V. L. (2009). *Exercise Physiology, Energy, Nutrition and Human Performance*. Baltimore, ML, USA: Lippincott Williams & Wilkins. 178-191.
- McClung J., Gaffney-Stomberg E. & Lee J. (2014). Female athletes: a population at risk of vitamin and mineral deficiencies affecting health and performance. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 28 (4), 388–92. doi: 10.1016/j.jtemb.2014.06.022.
- McGrath, R. E. & Meyer, G. J. (2006). When effect sizes disagree: the case of r and d. *Psychological Methods* 11(4), 386–401. doi:10.1037/1082-989X.11.4.386
- McKay, A. K. A., Stellingwerff, T., Smith, E. S., Martin, D. T., Mujika, I., Goosey-Tolfrey, V. L., Sheppard, J. & Burke, L. M. (2022). Defining training and performance caliber: A participant classification framework. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 17(2), 317–331. doi:10.1123/ijsp.2021-0451

- Melin, A., Tornberg, A. B., Skouby, S., Faber, J., Ritz, C., Sjodin, A. & Sundgot-Borgen, J. (2014). The LEAF questionnaire: A screening tool for the identification of female athletes at risk for the female athlete triad. *British Journal of Sports Medicine* 48(7), 540–545. doi:10.1136/bjsports-2013-093240
- Melin, A., Tornberg, Å.B., Skouby, S., Møller, S.S., Sundgot-Borgen, J., Faber, J., . . . & Sjodin, A. (2015). Energy availability and the female athlete triad in elite endurance athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 25(5), 610–622. doi:10.1111/sms.1226
- Melin, A., Heikura, I., Tenforde, A. & Mountjoy, M. (2019). Energy availability in athletics: Health, performance, and physique. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 29(2), 152–164. doi:10.1123/ijsnem.2018-0201
- Mencias, T., Noon, M. & Hoch, A. (2012). Female athlete triad screening in National Collegiate Athletic Association Division I athletes: is the preparticipation evaluation form effective? *Clinical Journal of Sport Medicine* 22(2), 122–5. doi:10.1097/JSM.0b013e3182425aee.
- Miller, S. M., Kukuljan, S., Turner, A. I., van der Pligt, P. & Ducher, G. (2012). Energy deficiency, menstrual disturbances, and low bone mass: what do exercising Australian women know about the female athlete triad? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 22(2), 131–138.
- Mohr, M., Krstrup, P. & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences* 21(7), 519–528. doi: 10.1080/0264041031000071182.
- Moore, D., Robinson, M., Fry, J., Tang, J., Glover, E., Wilkinson, S., Prior, T., Tarnopolsky, M. & Phillips, S. (2009). Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *American Journal of Clinical Nutrition* 89(1), 161–168. doi: 10.3945/ajcn.2008.26401.
- Mooses, M. & Hackney, A.C. (2017). Anthropometrics and body composition in East African runners: Potential impact on performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(4), 422–430. doi:10.1123/ijsp.2016-0408
- Morton, R., McGlory, C. & Phillips, S. (2015). Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Frontiers in Physiology* 6, 245. doi:10.3389/fphys.2015.00245

- Moss, S., Randell, R., Burgess, D., Ridley, S., ÓCairealláin, C., Allison, R. & Rollo, I. (2021). Assessment of energy availability and associated risk factors in professional female soccer players. *European Journal of Sport Science* 21(6), 861–870. doi:10.1080/17461391.2020.1788647
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J. K., Burke, L. M., Ackerman, K. E., Blauwet, C., Constantini, N., Lebrun, C., Lundy, B., Melin, A. K., Meyer, N. L., Sherman, R. T., Tenforde, A. S., Klungland Torstveit, M. & Budgett, R. (2018). IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *British Journal of Sports Medicine*, 52(11), 687–697. doi:10.1136/bjsports-2018-099193
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., Meyer, N., Sherman, R., Steffen, K., Budgett, R. & Ljungqvist, A. (2014). The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *British Journal of Sports Medicine* 48(7), 491–497. doi:10.1136/bjsports-2014-093502
- Myllyaho, M. (2020). Kansallinen liiga alkoi suuremmalla pöhinällä kuin koskaan, mutta pelin taso jää Euroopan huippusarjojen jalkoihin – maajoukkueen päävalmentajalta suoraa puhetta ongelman ytimestä. Viitattu 18.4.2023. <https://yle.fi/urheilu/3-11395320>.
- Mäkelä, J. & Niva, M. (2020). Ruoan puhtaus, syötävyys ja identiteetti. Julkaisussa Donner, J., Johansson, H. & Lilja, E. (toim). *Ikkunalla: Näkymiä sukupuoleen, tilaan ja aikaan: Kirsi Saarikankaan juhla-kirja. Taidehistoriallisia tutkimuksia*, Nro 51. Taidehistorian seura, 102- 119.
- Nappi, R.E. & Facchinetti, F. (2003). Psychoneuroendocrine correlates of secondary amenorrhea. *Archives of Women's Mental Health* 6(2), 83–9. doi:10.1007/s00737-002-0152-4
- Nattiv, A., Kennedy, G., Barrack, M. T., Abdelkerim, A., Goolsby, M. A., Arends, J. C. & Seeger, L. L. (2013). Correlation of MRI grading of bone stress injuries with clinical risk factors and return to play: a 5-year prospective study in collegiate track and field athletes. *The American journal of sports medicine*, 41(8), 1930–1941. doi:10.1177/0363546513490645
- Nattiv, A., Loucks, A. B., Manore, M. M., Sanborn, C. F., Sundgot-Borgen, J., Warren, M. P. & American College of Sports Medicine (2007). American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(10), 1867–1882. doi:10.1249/mss.0b013e318149f111

- Norris, M. L., Harrison, M. E., Isserlin, L., Robinson, A., Feder, S. & Sampson, M. (2016). Gastrointestinal complications associated with anorexia nervosa: A systematic review. *The International Journal of Eating Disorders* 49(3), 216–237. doi:10.1002/eat.22462
- Nuccio, R. P., Barnes, K. A., Carter, J. M. & Baker, L. B. (2017). Fluid balance in team sport athletes and the effect of hypohydration on cognitive, technical, and physical performance. *Sports Medicine* 47(10), 1951–1982. doi:10.1007/s40279-017-0738-7
- O'Donnell, E., Goodman, J. M. & Harvey, P. J. (2011). Clinical review: Cardiovascular consequences of ovarian disruption: a focus on functional hypothalamic amenorrhea in physically active women. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 96(12), 3638–3648. doi:10.1210/jc.2011-1223
- Ogan, D. & Pritchett, K. (2013). Vitamin D and the Athlete: Risks, Recommendations, and Benefits. *Nutrients* 5, 1856–1868. doi: 10.3390/nu5061856
- Ojala, A. & Jaakkola, V. (2023). Ravitsemus. Terve urheilua – sivusto. Viitattu 13.3.2023. <https://terveurheilija.fi/urheilijan-ravitsemus/>
- Owen, J.A., Kehoe, S.J. & Oliver, S.J. (2013). Influence of fluid intake on soccer performance in a temperate environment. *Journal of Sports Sciences* 31(1), 1–10. doi: 10.1080/02640414.2012.720701.
- Owens D., Allison R. & Close G. (2018). Vitamin D and the athlete: current perspectives and new challenges. *Sports Medicine* 48, 3–16. doi: 10.1007/s40279-017-0841-9.
- Ozdoğan, Y., & Ozcelik, A. O. (2011). Evaluation of the nutrition knowledge of sports department students of universities. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 8, 11. doi:10.1186/1550-2783-8-11
- Pettersson, U., Nordström, P., Alfredson, H., Henriksson-Larsén, K. & Lorentzon, R. (2000). Effect of high impact activity on bone mass and size in adolescent females: A comparative study between two different types of sports. *Calcified Tissue International* 67(3), 207–214. doi:10.1007/s002230001131
- Pinnington, H. C., Wong, P., Tay, J., Green, D. & Dawson, B. (2001). The level of accuracy and agreement in measures of FEO<sub>2</sub>, FECO<sub>2</sub> and VE between the Cosmed K4b2 portable, respiratory gas analysis system and a metabolic cart. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(3), 324-335.
- Poikkimäki, T., Rantala, E., Nurkkala, M., Keisala, J., Korpelainen, R. & Vanhala, M. (2017). Eri-ikäisten urheilijoiden syömishäiriökäyttäytyminen lajityypeittäin. *Kirjallisuuskatsaus. Liikunta & Tiede* 54 (2–3), 113–120.

- Poslusna, K., Ruprich, J., de Vries, J.H.M., Jakubikova, M. & van't Veer, P. (2009). Misreporting of energy and micronutrient intake estimated by food records and 24 hour recalls, control and adjustment methods in practice. *The British journal of nutrition*. 101(2):73-85.
- Rachner, T. D., Khosla, S. & Hofbauer, L. (2011). Osteoporosis: now and the future. *The Lancet* 377(9773), 1276-87. doi:10.1016/S0140-6736(10)62349-5
- Ramos, G. P., Nakamura, F. Y., Pereira, L. A., Junior, W. B., Mahseredjian, F., Wilke, C. F., Garcia, E. S. & Coimbra, C. C. (2017). Movement Patterns of a U-20 National Women's Soccer Team during Competitive Matches: Influence of Playing Position and Performance in the First Half. *International Journal of Sports Medicine* 38(10), 747–754. doi:10.1055/s-0043-110767
- Ranchordas, M. (2016). Nutritional Needs. In *Soccer Science*; Strudwick, A., Ed.; Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 2016.
- Reed, J. L., De Souza, M. J. & Williams, N. I. (2013). Changes in energy availability across the season in Division I female soccer players. *Journal of Sports Sciences* 31(3), 314–324. doi:10.1080/02640414.2012.733019
- Reed, J. L., De Souza, M. J., Kindler, J. M. & Williams, N. I. (2014). Nutritional practices associated with low energy availability in Division I female soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 32(16), 1499–1509. doi:10.1080/02640414.2014.908321
- Rickenlund, A., Eriksson, M. J., Schenck-Gustafsson, K. & Hirschberg, A. L. (2005). Amenorrhea in female athletes is associated with endothelial dysfunction and unfavorable lipid profile. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 90(3), 1354–1359. doi:10.1210/jc.2004-1286
- Romijn, J. A., Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Rosenblatt, J. & Wolfe, R. R. (2000). Substrate metabolism during different exercise intensities in endurance-trained women. *Journal of Applied Physiology* 88(5), 1707–1714. doi:10.1152/jappl.2000.88.5.1707
- Rumball, J. & Lebrun, C. (2005). Use of the preparticipation physical examination form to screen for the female athlete triad in Canadian interuniversity sport universities. *Clinical Journal of Sport Medicine* 15(5), 320–5. doi: 10.1097/01.jsm.0000179136.69598.37.
- Saltin, B. (1973). Metabolic fundamentals in exercise. *Med Sci Sports* 1973; 5:137–46.
- Scott, D., Haigh, J. & Lovell, R. (2020). Physical characteristics and match performances in women's international versus domestic-level football players: a 2-year, league-wide study. *Science and Medicine in Football* 4(3), 211–215. doi:10.1080/24733938.2020.1745265

- Seifert-Klauss, V., Schmidmayr, M., Hobmaier, E. & Wimmer, T. (2012). Progesterone and bone: a closer link than previously realized. *Climacteric: the journal of the International Menopause Society*, 15(1), 26–31. doi:10.3109/13697137.2012.669530
- Sharpe, H., Naumann, U., Treasure, J. & Schmidt, U. (2013). Is fat talking a causal risk factor for body dissatisfaction? A systematic review and meta-analysis. *The International Journal of Eating Disorders* 46 (7), 643-652.
- Sim, M., Garvican-Lewis, L. A., Cox, G. R., Govus, A., McKay, A., Stellingwerff, T. & Peeling, P. (2019). Iron considerations for the athlete: a narrative review. *European Journal of Applied Physiology* 119(7), 1463–1478. doi:10.1007/s00421-019-04157-y
- Skein, M., Duffield, R., Kelly, B. T. & Marino, F. E. (2012). The effects of carbohydrate intake and muscle glycogen content on self-paced intermittent-sprint exercise despite no knowledge of carbohydrate manipulation. *European Journal of Applied Physiology* 112(8), 2859–2870. doi:10.1007/s00421-011-2253-0
- Smith, M.R., Zeuwts, L., Lenoir, M., Coutts, A.J., Hens, N. & de Jong, L. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. *Journal of Sports Sciences* 34(14), 1297–304. doi: 10.1080/02640414.2016.1156241
- Smolak, L., Murnen, S. & Ruble, A. (2000). Female athletes and eating problems: a metaanalysis. *International Journal of Eating Disorders* 27(4), 371–380. doi: 10.1002/(sici)1098-108x(200005)27:4<371::aid-eat1>3.0.co;2-y.
- Sougliis, A.G., Chryssanthopoulos, C.I., Travlos, A.K., Zorzou, A.E., Gissis, I.T., Papadopoulos, C.N. & Sotiropoulos, A.A. (2013). The Effect of High vs. Low Carbohydrate Diets on Distances Covered in Soccer. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 27(8), 2235–2247. doi:10.1519/JSC.0b013e3182792147
- Spendlove, J. K., Heaney, S. E., Gifford, J. A., Prvan, T., Denyer, G. S. & O'Connor, H. T. (2012). Evaluation of general nutrition knowledge in elite Australian athletes. *The British Journal of Nutrition* 107(12), 1871–1880. doi:10.1017/S0007114511005125
- Stice, E. (2002). Risk and maintenance factors for eating pathology: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin* 128(5), 825–848. doi: 10.1037/0033-2909.128.5.825.
- Stice, E., Marti, C. N. & Durant, S. (2011). Risk factors for onset of eating disorders: Evidence of multiple risk pathways from an 8-year prospective study. *Behaviour Research and Therapy*, 49(10), 622-627. doi: 10.1016/j.brat.2011.06.009.
- Stice, E., South, K. & Shaw, H. (2012). Future directions in etiologic, prevention, and treatment research for eating disorders. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology* 41(6), 845–55. doi:10.1080/15374416.2012.728156

- Strudwick, A. (2016). *Soccer Science*; Human Kinetics Publishers: Champaign, IL, USA, 2016.
- Sundgot-Borgen, J. 1994. Risk and trigger factors for the development of eating disorders in female elite athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 26(4), 414–419.
- Sundgot-Borgen, J. & Torstveit, M. K. (2007). The female football player, disordered eating, menstrual function and bone health. *British Journal of Sports Medicine* 41 (1), 68–72. doi: 10.1136/bjism.2007.038018
- Sundgot-Borgen, J., Meyer, N. L., Lohman, T. G., Ackland, T. R., Maughan, R. J., Stewart, A. D. & Müller, W. (2013). How to minimise the health risks to athletes who compete in weight-sensitive sports review and position statement on behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. *British Journal of Sports Medicine* 47(16), 1012–1022. doi:10.1136/bjsports-2013-092966
- Sygo, J., Coates, A.M., Sesbreno, E., Mountjoy, M.L. & Burr, J.F. (2018). Prevalence of indicators of low energy availability in elite female sprinters. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 14, 1–22. doi: 10.1123/ijsnem.2017-0397.
- Syömishäiriokeskus. (2020). Oman Elämänsä Urheilija -projekti. Viitattu 28.4.2023. <https://www.syomishairiokeskus.fi/uusi/oeu2020/>
- Söderman, K., Bergström, E., Lorentzon, R. & Alfredson, H. (2000). Bone mass and muscle strength in young female soccer players. *Calcified Tissue International* 67(4), 297–303. doi:10.1007/s002230001149
- Tarnopolsky, M.A., Atkinson, S.A., Phillips, S.M. & MacDougall, J.D. (1995). Carbohydrate loading and metabolism during exercise in men and women. *Journal of Applied Physiology* 78(4), 1360–1368. doi: 10.1152/jappl.1995.78.4.1360.
- Thein-Nissenbaum, J., Rauh, M., Carr, K., Loud, K. & Mcguine, T. (2011). Associations between disordered eating, menstrual dysfunction, and musculoskeletal injury among high school athletes. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 41(2), 60–69. doi: 10.2519/jospt.2011.3312.
- Thomas, D., Erdman, K.A. & Burke, L.M (2016). American college of sports medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 48(3), 543–568. doi:10.1249/MSS.0000000000000852
- Torres-McGehee, T. M., Emerson, D. M., Pritchett, K., Moore, E. M., Smith, A. B. & Uriegas, N. A. (2020). Energy Availability with or without Eating Disorder Risk in Collegiate Female Athletes and Performing Artists. *Journal of Athletic Training* 56(9), 993–1002. Advance online publication. doi:10.4085/JAT0502-20



- Trakman, G. L., Forsyth, A., Devlin, B. L. & Belski, R. (2016). A Systematic Review of Athletes' and Coaches' Nutrition Knowledge and Reflections on the Quality of Current Nutrition Knowledge Measures. *Nutrients* 8(9), 570. doi:10.3390/nu8090570
- Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E. & Norton, L. E. (2014). Metabolic adaptation to weight loss: implications for the athlete. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11(1), 7-2783-11-7. doi:10.1186/1550-2783-11-7
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2012). Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Viitattu 29.4.2023. <https://tenk.fi/fi/ohjeet-ja-aineistot/HTK-ohje-2012>
- Valliant, M.W., Emplaincourt, H.P., Wenzel, R.K. & Garner, B.H. (2012). Nutrition education by a registered dietitian improves dietary intake and nutrition knowledge of a NCAA female volleyball team. *Nutrients* 4(6), 506–516. doi: 10.3390/nu4060506.
- Valtion ravitsemusneuvottelukunta. 2014. Terveyttä ruuasta! Suomalaiset ravitsemussuosituks-  
set. 2. korjattu painos. Viitattu 10.4.2023. <https://www.ruokavirasto.fi/>
- Van Loon, L. (2014). Is there a need for protein ingestion during exercise? *Sports Medicine* 44, 105–111. doi: 10.1007/s40279-014-0156-z.
- Vanheest, J.L., Rodgers, C.D., Mahoney, C.E. & De Souza, M.J. (2014). Ovarian suppression impairs sport performance in junior elite female swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(1),156–166. doi:10.1249/MSS.0b013e3182a32b72
- Waterlaus, J., Patten, E., Roche, C., Young, J. (2015). #Gettinghealthy: The perceived influence of social media on young adult health behaviors. *Computers in Human Behavior* 45, 151-157. doi: 10.1016/j.chb.2014.12.013
- Väliverronen, E. (2016). Julkinen tiede. Tampere: Vastapaino.
- Wasserman, L. (2006). All of nonparametric statistics. Springer Science & Business Media.
- Wentz, L., Liu, P. Y., Ilich, J. Z. & Haymes, E. M. (2012). Dietary and training predictors of stress fractures in female runners. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 22(5), 374–382. doi:10.1123/ijsnem.22.5.374
- Westerterp-Plantenga, M., Fredrix, E. & Steffens, A. (1994). Food intake and energy expenditure. CRC Press, 1994.
- White, A., Hills, S. P., Cooke, C. B., Batten, T., Kilduff, L. P., Cook, C. J., Roberts, C. & Russell, M. (2018). Match-Play and Performance Test Responses of Soccer Goalkeepers: A Review of Current Literature. *Sports Medicine* 48(11), 2497–2516. doi:10.1007/s40279-018-0977-2

- Williams, N. I., Leidy, H. J., Hill, B. R., Lieberman, J. L., Legro, R. S. & De Souza, M. J. (2015). Magnitude of daily energy deficit predicts frequency but not severity of menstrual disturbances associated with exercise and caloric restriction. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism* 308(1), 29–39. doi:10.1152/ajpendo.00386.2013
- Wilson, P.B. (2019). ‘I think I’m gonna hurl’: A Narrative Review of the Causes of Nausea and Vomiting in Sport. *Sports (Basel)*. 7(7), 162. doi: 10.3390/sports7070162.
- Woodruff, S.J. & Meloche, R.D. (2013). Energy availability of female varsity volleyball players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 23(1), 24–30. doi:10.1123/ijsnem.23.1.24
- Yang, C., & Ming, H. (2021). Detection of sports energy consumption based on IoTs and cloud computing. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 46, 101224. doi:10.1016/j.seta.2021.101224
- Yeager, K. K., Agostini, R., Nattiv, A. & Drinkwater, B. (1993). The female athlete triad: disordered eating, amenorrhea, osteoporosis. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 25(7), 775–777. doi:10.1249/00005768-199307000-00003
- Zawila, L.G., Steib, C.S. & Hoogenboom, B. (2003). The female collegiate cross-country runner: Nutritional knowledge and attitudes. *Journal of Athletic Training* 38, 67–74.
- Ziegler, P., Nelson, J. A., Barratt-Fornell, A., Fiveash, L. & Drewnowski, A. (2001). Energy and macronutrient intakes of elite figure skaters. *Journal of the American Dietetic Association* 101(3), 319–325. doi:10.1016/S0002-8223(01)00083-9

## LIITTEET

### LIITE 1. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen laadunarviointi.

Tutkimusten laadunarvioinnin avulla on tarkoitus vähentää tulosten harhaanjohtavuuden tai virheen riskiä. Arvioinnissa huomioidaan tutkimusprosessi, tutkimuksissa käytetyt menetelmät sekä tulosten raportoinnin mahdolliset puutteet ja rajoitukset (Boutron ym. 2020). Tämän pro gradu -tutkielman tiedonhaku suoritettiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mukaisesti, ja sen tuloksia on esitelty pohdinnassa sekä liitteessä 3. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen laadunarvioinnin mittariksi valikoitui Kmetin ym. (2004) julkaisun kvantitatiivisten tutkimusten mittari, jolla pystytään arvioimaan niin poikkileikkaus- kuin seurantatutkimuksia. Mittari koostui 14 kysymyksestä, jotka ovat esitetty taulukossa 5. Tarkastuslistassa jokaisen kohdan toteutumista arvioitiin asteikolla *Kyllä* (2), *Osittain* (1), *Ei* (0) tai *Ei saatavilla* (N/A) (Kmet ym. 2004).

Tähän systemaattiseen kirjalliskatsaukseen valittiin viisi poikkileikkaustutkimusta (Dobrowolski & Wlodarek 2020; Magee ym. 2020; Morehen ym. 2022; Moss ym. 2021; Torres-McGehee ym. 2021) ja kolme seurantatutkimusta (Dasa ym. 2023; Reed ym. 2013; Reed ym. 2014). Kmetin ym. (2004) laadunarvioinnin mittarin kysymyksiin 5–7 valittiin vastaukseksi *Ei saatavilla* -vaihtoehto, koska ne käsittelivät interventiotutkimuksia. Tähän katsaukseen valittujen tutkimusten asetelmat eivät siis mahdollistaneet esimerkiksi tutkimushenkilöiden sokkouttamista tai satunnaistamista. Tutkimuksia arvioidessa *Osittain*-vaihtoehto valittiin kaikkien tutkimusten osallistujamäärässä, paitsi Dasan ym. (2023), jossa tutkittavia oli keskiarvoa noin puolet enemmän, 51 tutkittavaa. Tutkimushenkilöitä tutkimuksissa oli 13–51. Lähes kaikkien tutkimusten pohdinnassa oli maininta, että pieni tutkimusjoukko saattoi lisätä harhan riskiä. Kohtaan 12, jossa selvitettiin sekoittavia tekijöitä, vastattiin kaikkien tutkimusten osalta *Ei*-vaihtoehto, koska niitä ei oltu missään tutkimuksessa mainittu.

Useimmissa tutkimuksissa oli havaittavissa pieniä puutteita. Dobrowolski ja Wlodarek (2020) eivät olleet määritelleet muista tutkimuksista löytynyttä rasvaprosenttia, mutta keskeisempi tieto rasvattomasta massasta (FFM) kuitenkin löytyi. Mageen ym. (2020) tutkimuksessa erikseen ei mainittu harjoitusten aikaisen energiankulutuksen tulosta, mutta sen mittari mainittiin (Magee ym. 2020). Reedin ym. (2013) tutkimuksesta ei suoraan löytenyt arvoja muun muassa

energiansaataavuudesta, energiansaannista tai harjoitustenaikaisesta energiankulutuksesta. Kyseiset tulokset olivat vain määritelty diagrammeihin. Reedin ym. (2013) tutkimusten tarvittavat numeraaliset tiedot tuloksista oli mahdollista löytää Torres-McGeheen ym. (2021) tutkimuksen tulososioista, sekä osittain Reedin ym. (2014) tutkimuksesta. Energiansaataavuuden analyyseissä Morehen ym. (2022) käytti vain 17 pelaajaa, koska muilta ei ollut tietoa rasvattomasta massasta. Morehen ym. (2022) tutkimuksesta ei löytynyt pelaajien ikää, mutta pelaajien kerrottiin olevan kansainvälisen tason ammattilaispelaajia. Myöskään Magee ym. (2020) eivät kertoneet pelaajien ikää, mutta pelaajat olivat yhdysvaltalaisia yliopisto-opiskelijoita, eli arviolta 18-23-vuotiaita. Dasan ym. (2023), Morehen ym. (2022) tutkimuksissa ei huomioitu maalivahtien harjoittelu- ja ottelurasitusta. Muissa tutkimuksissa ei ollut huomioitu pelipaikkakohtaisia eroja.

Ruokapäiväkirjoja täytettiin tutkimuksissa 3-7 päivää, ja niihin sisältyivät niin harjoittelu-, lepo-, kuin ottelupäiviä. Annoskokojen mittaamiseen Dasan ym. (2023), Morehenin ym. (2022) ja Mossin ym. (2021) tutkittavat käyttivät ruokavaakaa, kun muiden tutkimusten tutkittavien annoskoot perustuivat heidän omiin arvioihinsa. Annoksien punnitseminen lisää ruokapäiväkirjojen luotettavuutta. Väärinraportointia ruokapäiväkirjojen suhteen esiintyy 7,6-49,0 prosentilla tutkittavista yleisesti (Black 2000; Poslusna ym. 2009).

Suurinta hajontaa voitiin nähdä harjoitusten aikaisen energiankulutuksen mittareissa (liite 3). Yleisesti mittarit perustuivat GPS-mittareihin, ja niistä saatuihin dataan. Morehen ym. (2022) tutkimuksessa huomioitiin muista poiketen kaikki aktiivisuus harjoitusten ulko-puolella (*AEE*) harjoitusten aikaisen energiankulutuksen sijaan (*EEE*), jolloin *EEE*:n osuus laskukaavassa kasvaa aiheuttaen eroa energiansaataavuuden laskukaavaan.

Kehonkoostumuksen mittaukseen suurin osa tutkimuksista käytti DXA-mittaria (Dasa ym. 2023; Moss ym. 2021; Morehen ym. 2022; Reed ym. 2013; 2014; Torres-McGehee ym. 2021). Mageen ym. (2020) tutkimuksessa hyödynnettiin vedenalaispunnituksen kaltaista ilma-pletysmografia-mittausta. Dobrowolski ja Wlodarek (2020) käyttivät bioimpedanssia, jonka on luokiteltu vähemmän luotettavaksi mittariksi verrattuna vedenalaispunnitukseen ja DXA-mittaukseen. DXA-mittarin käyttäminen voidaan nähdä lisäävän tutkimusten luotettavuutta (McArdle & Katch 2009).

Tilastolliset analyysit koostuivat sekä parametrisistä että epäparametrisistä mittareista. Yleisin analyysimenetelmä oli 2-suuntainen varianssianalyysi (ANOVA), jota käytettiin kaikissa tutkimuksissa Mageen ym. (2020) lukuun ottamatta, sekä Pearsonin korrelaatiokerroin, jota käytettiin kaikissa paitsi Torres-McGeheen ym. (2021) tutkimuksessa. Muita käytettyjä parametrisiä testejä olivat Chi-square (Torres-McGehee ym. 2021) ja kahden riippuvan otoksen t-testi (Morehen ym. 2022). Epäparametrisistä testeistä käytössä olivat Mann-Whitneyn U -testi (Magee ym. 2020), Friedmanin testi (Reed ym. 2013; 2014), Kruskal-Wallis (Dobrowolski & Wlodek 2020; Reed ym. 2013; 2014) sekä Spearmanin korrelaatiokerroin (Dobrowolski & Wlodek 2020). Epäparametriset testit ovat usein luokiteltu heikoimmiksi kuin parametriset, koska ne hyödyntävät vähemmän dataa tutkittavista. Kuitenkin pienissä ja vinosti jakautuneissa tutkimuksissa niiden käyttö on perusteltua (Wasserman 2006).

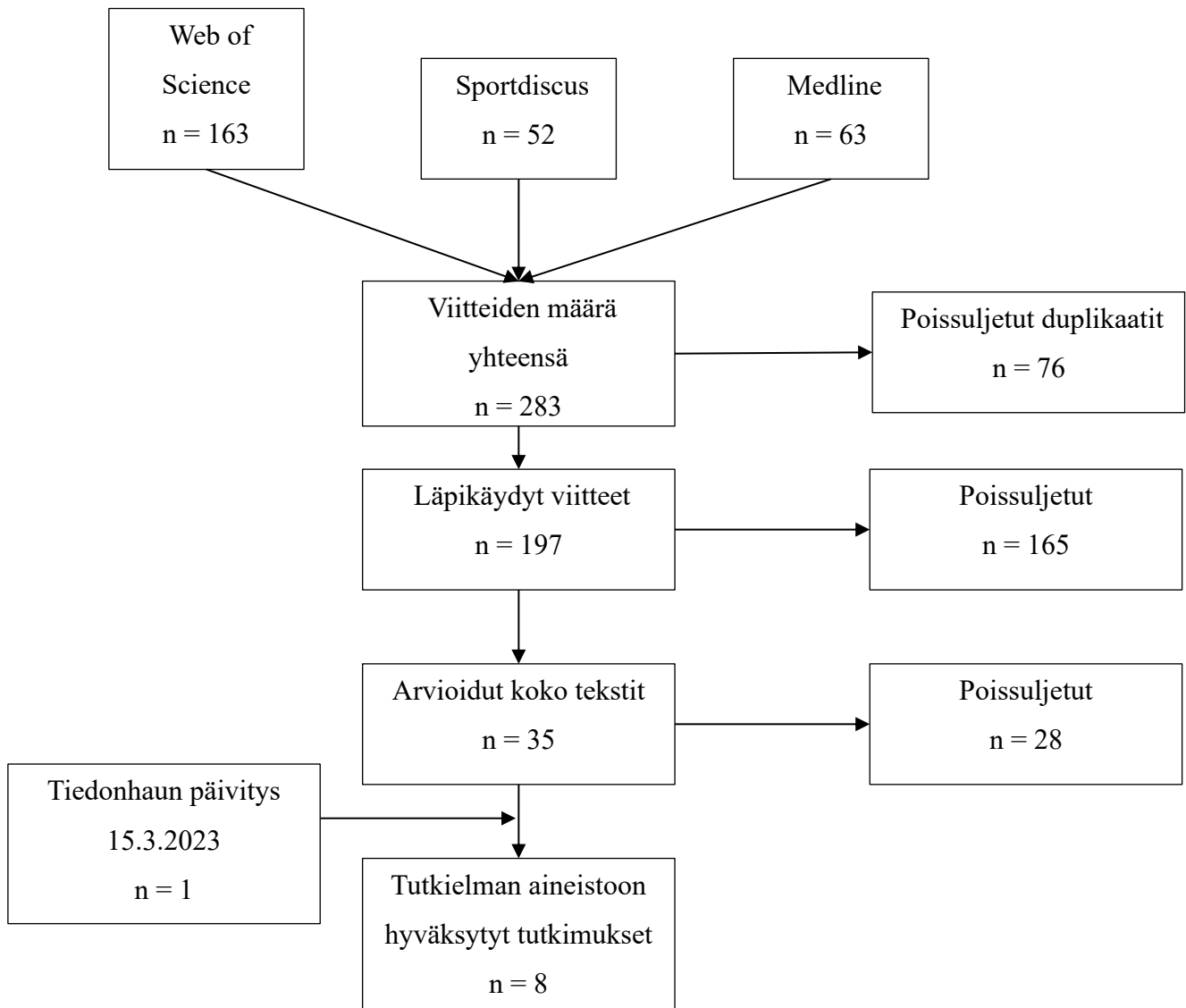
Yhteensä pisteitä Kmetin ym. (2004) arviointivälineestä oli mahdollista saada 28. Pisteet vaihtelivat välillä 16-20. Morehenin ym. (2022) tutkimuksen luotettavuus arvioitiin suurimmaksi. Tuloksissa on huomioitava lähtökohtainen kuuden pisteen vähennys, joka johtuu interventiotutkimuksille suunnatuista kysymyksistä 5–7.

TAULUKKO 5. Kvantitatiivisten tutkimusten laadunarvioinnin tarkistuslista (Kmet ym. 2004)

Arviontikriteeri	Dasa ym. (2023)	Dobrowolski & Wlodarek (2020)	Magee ym. (2020)	Morehen ym. (2022)	Moss ym. (2021)	Reed ym. (2013)	Reed ym. (2014)	Torres-McGehee ym. (2021)
1. Question/objective sufficiently described?	2	2	2	2	2	2	2	2
2. Study design evident and appropriate?	2	2	2	2	2	2	2	2
3. Method of subject/comparison group selection or source of information/input variables described and appropriate?	2	2	1	2	1	1	1	2
4. Subject (and comparison group, if applicable) characteristics sufficiently described?	2	2	2	2	2	2	2	2
5. If interventional and random allocation was possible, was it described?	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
6. If interventional and blinding of investigators was possible, was it reported?	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
7. If interventional and blinding of subjects was possible, was it reported?	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8. Outcome and (if applicable) exposure measure(s) well defined and robust to measurement / misclassification bias? Means of assessment reported?	2	2	2	2	2	1	1	2
9. Sample size appropriate?	2	1	1	1	1	1	1	1
10. Analytic methods described/justified and appropriate?	2	2	2	2	2	2	2	2
11. Some estimate of variance is reported for the main results?	2	2	2	2	2	2	2	2
12. Controlled for confounding?	0	0	0	0	0	0	0	0
13. Results reported in sufficient detail?	1	1	2	2	1	1	2	2
14. Conclusions supported by the results?	2	2	2	2	2	2	2	2
Yhteenlaskettu tulos (-/28 p.)	19	18	18	20	17	16	17	19

*Kyllä (2); Osittain (1); Ei (0); Ei saatavilla (N/A).*

LIITE 2. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tiedonhaun vuokaavio.



LIITE 3. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen päätulokset alhaisen energiansaatavuuden esiintyvyydestä.

Tutkijat, vuosi, julkaisumaa	Tutkittavien lukumäärä	Fyysiset perustiedot	Energiansaanti (kcal)	Harjoitusten aikainen energiankulutus (kcal), mittari	Energiansaatavuus (kcal/kg FFM/vrk)	LEA:n esiintyvyys
Dasa ym. (2023) Norja	n = 51	Ikä = 22,0 ± 4,0 v Pituus = 169,0 ± 7,0 cm Paino = 63,9 ± 6,6 kg FFM = 49,3 ± 4,9 kg BF% = 24,6 ± 4,2 %	2274,0 ± 450,0	624,0 ± 90,5  GPS-mittari (Statsports, Newry, Ireland)	37,3 ± 14,7	29,5 % (n = 15)
Dobrowolski & Wlodarek (2020) Puola	n = 31	Ikä = 21,5 ± 4,9 v Pituus = 166,0 ± 5,0 cm Paino = 59,1 ± 6,5 kg FFM = 42,4 ± 3,9 kg BF% = -	1548,0 ± 452,0	483,0 ± 94,0  SenseWear Pro3 Armband (BodyMedia Inc, Yhdysvallat)	25,0 ± 11,0	64,1 % (n = 20)
Magee ym. (2020) Yhdysvallat	n = 18	Ikä = - Pituus = 167,0 ± 10,0 cm Paino = 65,3 ± 7,9 kg FFM = 49,1 ± 4,7 kg BF% = 24,9 ± 5,6 %	LEA: 1806,8 ± 264,0 non-LEA: 2179,7 ± 452,0	- Polar TeamPro™ (Suomi)	LEA: 23,0 ± 5,7 non-LEA: 36,4 ± 7,3	66,7 % (n = 12)
Morehen ym. (2022) Yhdysvallat	n = 17 (24)	Ikä = - Pituus = 168,1 ± 5,9 cm Paino = 62,1 ± 4,7 kg FFM = 43,2 ± 3,4 kg BF% = 20,6 ± 3,7 %	1923,0 ± 232,0 (n = 24)	1058 ± 352 (AEE = kaikki aktiivisuus myös harjoitusten ulkopuolella) GPS-mittari Apex, STATSports, (Pohjois-Irlanti)	18,0 ± 9,0 (n= 17)	88 % (n = 15/17)



Moss ym. (2021) Iso-Britannia	n = 13	Ikä = 23,7 ± 3,4 v Pituus = 169,0 ± 0,1 cm Paino = 63,7 ± 7,0 kg FFM = 49,5 ± 5,3 kg BF% = 17,8 ± 4,4	2124,0 ± 444,0	418,0 ± 140,0	35,0 ± 10,0	23,0 % (n = 3)
				Global Positioning device (Irlanti)		
Reed ym. (2013; 2014) Yhdysvallat	n = 19 (ennen kautta)	Ikä = 19,0 ± 1,0 v Pituus = 165,6 ± 1,2 cm Paino = 60,6 ± 1,4 kg FFM = 44,6 ± 0,7 kg BF% = 22,5 ± 1,1	LEA: 1776,0 ± 86,0 non-LEA: 3003,0 ± 243,0	LEA: 913,0 ± 125,0 non-LEA: 786,0 ± 64,0	LEA: 19,7 ± 4,3 non-LEA: 52,3 ± 5,0	26,3 % (n = 5)
	n = 15 (kauden aikana)	FFM = 44,9 ± 0,7 BF% = 22,9 ± 1,1	LEA: 1491,0 ± 99,0 non-LEA: 2567,0 ± 109,0	LEA: 614,0 ± 52,0 non-LEA: 638,0 ± 36,0	LEA: 19,5 ± 2,1 non-LEA: 43,0 ± 3,2	33,3 % (n = 5)
	n = 17 (kauden jälkeen)	FFM = 44,9 ± 0,7 BF% = 22,6 ± 1,1	LEA: 1333,3 ± 299,9 non-LEA: 2219,7 ± 120,3	LEA: 378,0 ± 82,3 non-LEA: 142,4 ± 25,1	LEA: 21,3 non-LEA: 46,3	11,8 % (n = 2)
Torres- McGehee ym. (2021) Yhdysvallat	n = 20	Ikä = 19,8 ± 1,3 v Pituus = 168 ± 10,4 cm Paino = 65,4 ± 9,3 kg FFM = 49,0 ± 4,8 kg BF% = 25,5 ± 5,4	3214,3 ± 818,4	1187,2 ± 39,7	42,3 ± 18,4	30,0 % (n = 6)
				SenseWear Armband (BodyMedia Inc, Yh- dysvallat)		

*FFM = rasvaton massa (fat free mass); BF% = rasvaprosentti (body fat percent); LEA = alhainen energiansaatavuus (low energy availability, < 30 kcal/kg FFM/vrk); non-LEA = ei-alhainen energiansaatavuus (≥ 30 kcal/kg FFM/vrk)*