

NAISJALKAPALLOILIJAN SUHTEELLINEN ENERGIAVAJE

Matilda Nurmi

Terveyskasvatuksen kandidaatintutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2022

TIIVISTELMÄ

Nurmi, M. 2022. Naisjalkapalloilijan suhteellinen energiavaje. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, terveystieteiden kandidaatintutkielma. 32 sivua, 1 liite.

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa keskitytään suhteelliseen energiavajeeseen ilmiönä sekä alhaisen energiansaataavuuden esiintymiseen. Katsauksen keskeisenä tarkoituksena on selvittää alhaisen energiansaataavuuden esiintymistä naisjalkapalloilijoilla. Lisäksi halutaan tarkastella suosituksista poikkeavan ravitsemuskäyttäytymisen tutkimista, minkä avulla voidaan todeta riskiä suhteelliselle energiavajeelle. Suhteellisella energiavajeella tarkoitetaan tilannetta, jossa pitkän ajanjakson aikana energiansaanti on liian vähäistä suhteessa energiankulutukseen, aiheuttaen haitallisia terveydellisiä oireita ja heikentynyttä suorituskykyä. Naisjalkapalloilijan energiansaataavuuden, terveyden ja suorituskyvyn kannalta keskeisiä asioita ovat riittävä energiansaanti, sopiva ateriarytmi sekä riittävä hiilihydraattien sekä nesteen saanti. Näistä ongelmia tuottaa usein riittävä energian- ja hiilihydraatin saanti.

Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaussa pyrittiin löytämään tutkimusartikkeleita, jotka ovat selvittäneet alhaisen energiansaataavuuden esiintymistä naisjalkapalloilijoilla. Katsauksen kirjallisuushaku toteutettiin kolmeen kansainväliseen tietokantaan 1.3.2022. Käytetyt tietokannat olivat seuraavat: Medline (Ovid), Web of Science ja Sportdiscus (EBSCO). Tutkielman aineistoksi valikoitui neljä poikkileikkaustutkimusta ja kaksi seurantatutkimusta, jotka ovat julkaistu vuosina 2013–2021.

Tämän kirjallisuuskatsauksen päätuloksena on se, että alhaista energiansaataavuutta esiintyi jokaisessa tutkimuksessa yli 20 prosentilla, keskimäärin kaikissa tutkimuksissa yli joka kolmannella naisjalkapalloilijalla. Missään tutkimuksissa energiansaataavuus ei ollut suositusten tasolla. Poikkeavan syömiskäyttäytymisen riskin tutkimiseen on käytetty useita kyselymittareita, mutta mitään niistä ei ole validoitu. Validointia kaipaavat myös energiansaataavuuden laskemiseen käytettävät osatekijät.

Katsauksen pohjalta voidaan todeta, että tarve lisätutkimukselle naisjalkapalloilijoiden energiansaataavuudesta on suuri vähäisen tutkimustiedon takia. Tulevaisuudessa on myös pystyttävä validoimaan tutkimuksissa käytettävät mittarit, selvittäessä niin energiansaataavuutta, kun sen riskissä olevia henkilöitä. Jatkotutkimustietoa tarvitaan, jotta voidaan turvata yhä paremmin naisjalkapalloilijoiden terveys ja suorituskyky. Lisäksi naisjalkapalloilijoiden urheiluravitsemustietoisuuden lisäämiselle on tarve tulevaisuudessa.

Asiasanat: suhteellinen energiavaje, energiansaataavuus, alhainen energiansaataavuus, jalkapallo, naisurheilija, urheiluravitsemus

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1	JOHDANTO.....	1
2	SUHTEELLINEN ENERGIAVAJE	2
2.1	Määrittely.....	2
2.2	Tutkiminen.....	4
2.3	Suhteellisen energiavajeen vaikutukset terveyteen	6
2.4	Toiminnalliset seuraukset suorituskykyyn ja harjoitusvasteeseen	8
3	NAISJALKAPALLOILIJAN RAVITSEMUS	11
3.1	Pääpiirteet	11
3.2	Ravintoaineet	12
3.3	Yleisimmät ravitsemukselliset ongelmat aiemmissa tutkimuksissa.....	14
4	TUTKIMUSKYSYMYKSET	16
5	MENETELMÄT.....	17
5.1	Hakustrategiat	17
5.2	Sisäänotto- ja poissulkukriteerit	17
5.3	Laadunarvioinnin kriteeristön kuvaus	18
6	TULOKSET	19
6.1	Kirjallisuushaun tulokset	19
6.2	Tutkimusten laadunarviointi.....	20
6.3	Valitut tutkimukset	21
6.4	Alhaisen energiansaatavuuden esiintyminen tutkimuksissa.....	22
6.5	Suosituksista poikkeavan syömiskäyttäytymisen selvittäminen	24
7	POHDINTA.....	27
7.1	Tulosten analysointi ja vertailu muihin aiheeseen liittyviin tutkimuksiin.....	27
7.2	Tutkimusten rajoitukset ja luotettavuus.....	30
7.3	Yhteenvedo ja jatkotutkimusehdotukset.....	32
	LÄHTEET	33
	LIITTEET	

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. Keskimäärin naisjalkapalloilijat juoksevat pelin aikana 9–11 kilometria, joista korkean intensiteetin juoksua on noin 1–3 kilometria (Andersson ym. 2010; Gabett ym. 2008; Scott ym. 2020). Ravitsemuksella on suuri ja merkitsevä rooli jalkapalloilijan optimaalisen suorituskyvyn ulosmittaamisessa, ja hiilihydraatti on jalkapalloilijan tärkein energianlähde (Ali ym. 2007; Bangsbo ym. 2006; Fogelhom ym. 2006).

Tutkimusaiheena suhteellisen energiavajeen ja energiasaataavuuden kenttä on nuori. Naisurheilijan oireyhtymä -nimikkeellä (Female Athlete Triad) tutkimusta on tehty 1990-luvulta, ja suhteellisesta energiavajeesta (Reduced Energy Availability in Sports) on puhuttu vuodesta 2014 lähtien (Mountjoy ym. 2014; Yeager ym. 1993). Jalkapallotutkimusta on tehty luonnollisesti pidempään, mutta kaikista jalkapalloon liittyvistä julkaistuista tutkimuksista vain viidesosa koskee naisjalkapalloilijoita. Ammattilaisnaisjalkapalloa koskevista tutkimuksista luku on vielä pienempi, vain 15 prosenttia (Kirkendall & Krusturp 2021). Tarve lisätiedolle koskien näitä molempia teemoja on siis 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).

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa keskitytään suhteelliseen energiavajeeseen ilmiönä sekä alhaisen energiansaataavuuden esiintymiseen. Katsauksen keskeisenä tarkoituksena on selvittää alhaisen energiansaataavuuden esiintymistä naisjalkapalloilijoilla. Lisäksi halutaan tarkastella suosituksista poikkeavan ravitsemuskäyttäytymisen tutkimista, minkä avulla voidaan todeta riskiä suhteelliselle energiavajeelle.

2 SUHTEELLINEN ENERGIAVAJE

2.1 Määrittely

Energiansaatavuudella (EA, Energy Availability) tarkoitetaan sitä energianmäärää, joka on elimistön käytettävissä, kun kokonaisenergiansaannista on vähennetty liikuntaan käytetty energiamäärä (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 ylirasitukselle (Mountjoy ym. 2014). Suhteellinen energiavaje on erittäin yleistä naisurheilijoilla, mutta sitä esiintyy sukupuolesta riippumatta (Mountjoy ym. 2014; 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 naispaloilijoista oli syömishäiriö. Poikkimäen ym. (2017) katsaus selvitti tyttö- ja naispaloilijoilla syömishäiriöoireilun yleisyyden olevan 16 prosenttia.

Energiansaatavuuden ja suhteellisen energiavajeen termit ovat melko uusia. Aikaisemmin puhuttiin naisurheilijan oireyhtymästä (Female Athlete Triad). 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 (Reduced Energy Deficiency in Sports, RED-S) käsite huomioi laajemmin oireita kuin vain syömishäiriöt, kuukautiskierron häiriöt ja osteoporoosin (Mountjoy ym. 2014). 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).

Alhainen energiansaatavuus on taso, jonka alle mentäessä elimistö alkaa tekemään muutoksia toimintaansa, mahdollistaakseen välttämättömät kehontoiminnot, kuten sydämen, keuhkojen ja aivojen toiminnot. Muutoksia syntyy esimerkiksi laskevaan hormonitoimintaan, hidastuvaan

aineenvaihduntaan sekä psyykkisiin toimintoihin (Loucks 2004). Kohtalainen energiansaataavuus on tila, jossa elimistön toiminta pysyy useimmiten yllä, ja se mahdollistaa esimerkiksi painonpudotuksen (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). 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 energiovajeeseen. Alhaiseen energiansaataavuuden fysiologisiin vaikutusten kannalta ei ole merkitystä, miten se syntyy; oli syynä liian alhainen energiamäärä, kova harjoittelu tai tahaton tai tahallinen energiovaje (Loucks ym. 1998; Williams ym. 2015). Tahaton energiovaje syntyy esimerkiksi tilanteessa, 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 energiovajetta. Myös mahdollisimman terveelliseen ruokavalioon pyrkiminen 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 energiovajetta. 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 energiovaje saattaa pohjautua ajatusmalleihin, joissa alhaisemman energiansaannin myötä suorituskyky paranisi, jos kehonpaino olisi alhaisempi (Bratland-Sanda & Sundgot-Borgen 2013). Näin asia ei kuitenkaan ole: hetkittäisten positiivisten muutosten jälkeen suorituskyky ennemmin heikkenee, kuin paranee (Mountjoy ym. 2018). On tärkeää huomioida, että esimerkiksi Thein-Nissenbaun ym. (2011) tutkimuksen mukaan syömishäiriöoireilevilla urheilijoilla oli kaksinkertainen riski loukkaantua verrattuna urheilijoihin, joilla ei ollut syömishäiriöoireilua. Tahallisen energiovajeen 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 kehotyytymättömyys, 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 (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 Tutkiminen

Energiansaatavuuden laskemiseksi pitää olla selvillä henkilön rasvaton massa (FFM, fat free mass), energiansaanti (EI, energy intake) sekä harjoitusten aikainen energiankulutus (EEE, exercise energy expenditure) (Loucks 2004). 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 energiansaatavuuteen. Tutkimuksissa yleisesti alhaisen energiansaatavuuden rajana pidetään naisilla 30 kcal/kg rasvaton massa (FFM, fat free mass) /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).

Energiansaatavuuden 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-röntgenmittauksen 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 siihen pyrkiminen voi myös olla haaste (Mountjoy

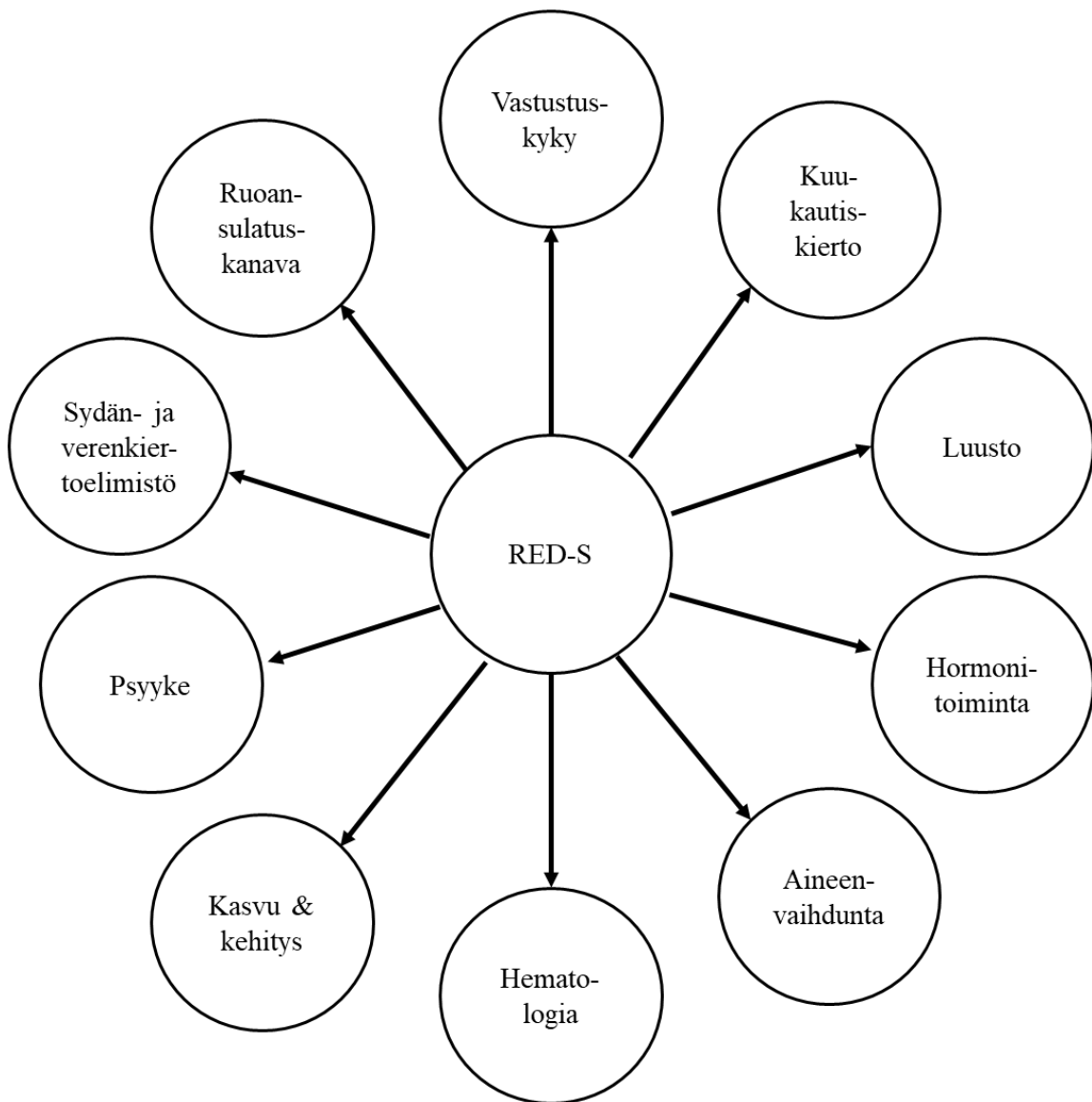
ym. 2014). Harjoitusten aikaisen energiankulutuksen täydellinen mittaaminen muualla kuin laboratorio-olosuhteissa tuottaa myös hankaluuksia. Erilaiset mittarit, jotka perustuvat muun muassa MET-arvoihin, kehon massaan ja pituuteen, sukupuoleen ja sydämen sykkeeseen, antavat jälleen mahdollisimman lähellä totuutta olevan arvion mittaamatta kuitenkaan absoluuttista totuutta. Laboratoriossa mitatessa pystytään huomioimaan myös hengityskaasut ja niiden suhde (McArdle & Katch 2009). 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 on 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 määrittelemine objektiivisesti mittaamalla on kallista ja työlästä. Varhaisen tunnistamisen avulla myös suhteellisen energiavajeen terveyshaitat pienenevät. Osaa suhteellisen energiavajeen negatiivisista seurauksista ei välttämättä ole edes mahdollista hoitaa, jos niitä ei todeta ajoissa. 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).

2.3 Suhteellisen energiavajeen vaikutukset terveyteen

Alhainen energiansaataavuus 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, vaikka fysiologisesti energiansaataavuus 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, minkä takia lihaksen anabolialla ei synny (Elliott-Sale ym. 2018).

Selkeä hälytysmerkki, jolloin energiansaataavuutta 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). 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 energiansaataavuudella 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). Luuston heikentyminen altistaa rasitusmurtumille ja myöhemmin osteoporoosille (Chen ym. 2013). Alhainen energiansaataavuus 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 ja verisuonien endoteelin 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).

Erityisen tarkkana pitää olla nuorien urheilijoiden kanssa, sillä suhteellisella energiavajeella on myös negatiivisia vaikutuksia kasvuun ja kehitykseen. 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 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. 2017).

2.4 Toiminnalliset seuraukset suorituskykyyn ja harjoitusvasteeseen

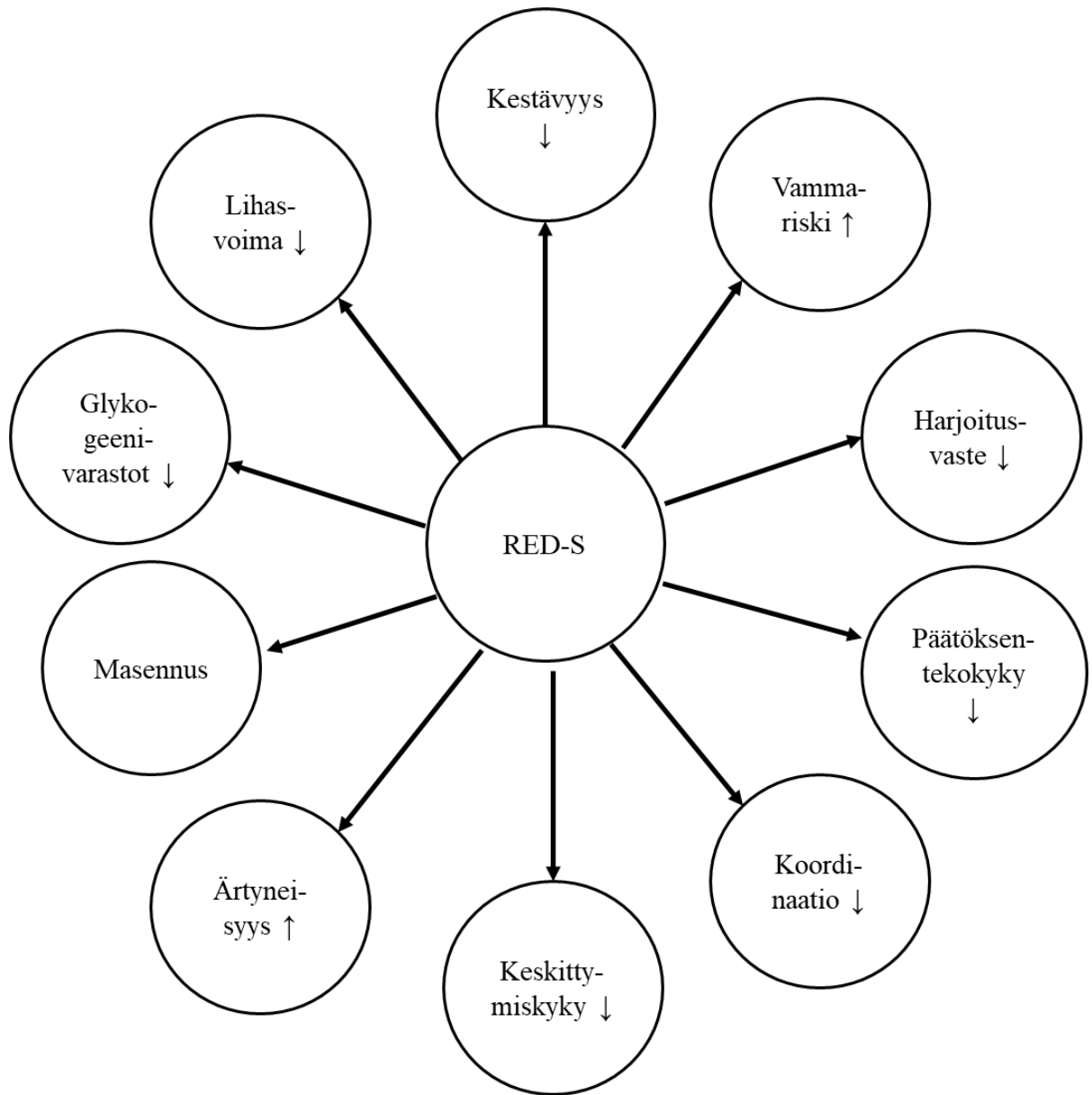
Suhteellisella energiavajeella on fysiologisten muutosten myötä merkityksiä suorituskykyyn. Suhteellisen energiavajetta pitäisi epäillä, kun harjoitusvaste ja palautuminen ovat heikentyneet, ja kunto ei kehity harjoituksien myötä ajatellulla tavalla (Fogelholm 1994). Ackermanin ym. (2018) tutkimuksen mukaan suhteellinen energiavaje aiheutti 1,7 kertaa suuremman todennäköisyyden luumurtumille, 2,1 kertaisen todennäköisyyden harjoitusvasteen heikkenemiselle,

ja 1,5 kertaa suuremman todennäköisyyden kestävyyskunnan heikkenemiselle. Suhteellisen energiavajeen vaikutukset suorituskykyyn ovat esitelty kuvassa 2.

Elimistön glykogeenivarastot mahdollistavat pitkään jatkuvan suorituskyvyn. Glykogeenia 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 glykogeenivarastot eivät pääse täyttymään, työskentelykapasiteetti ja kokonaissuorituskyky heikkenevät (Skein ym. 2012; Tarnopolsky ym. 1995). Koska elimistön useat fysiologiset toiminnot ovat heikentyneet, on luonnollista, että kestävyyskuntonkin heikkenee suhteellisen energiavajeen myötä (kuva 1). Glykogeenivarastot ovat myös merkittävässä roolissa kestävyysuorituksissa pitkien suoritusten suuren energiatarpeen myötä (Febbrío & Dancy 1999). Kuten aiemmin kuvattiin, proteiinisynteesin heikentyessä myös lihasvoima heikentyy (Elliott-Sale ym. 2018). Tämä heikentää myös voimaharjoittelun tuloksia, kuten myös alhaiset glykogeenivarastot: raskaan voimaharjoituksen jälkeen glykogeenivarastot 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.

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).



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

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 toppari alle 10 kilometriä (Di Salvo ym. 2007; Di Salvo ym. 2009; Keen 2018). Urheilijan henkilökohtaiset tavoitteet voivat myös vaikuttaa sopivan energiansaatavuuden tasoon ja ravintoaineiden saantiin. Esimerkiksi lihassmassan 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). Optimaalisen energiansaatavuuteen 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). Riittävä nesteen nauttiminen on myös suorituskyykyyn vaikuttava tekijä. Jo kahden prosentin nestevaje saattaa näkyä 13–15 prosenttia heikentyneenä suorituskyydynä (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). Nesteidен avulla voidaan myös helposti lisätä energiansaantia päivään nauttimalla esimerkiksi sokeoituja mehuja tai urheilujuomia (Garth & Burke 2013).

Säännöllinen ja riittävän tiheä ateriarytmi tuottaa voimakkaamman kylläisyydentunteen ja auttaa hallitsemaan näläntunnetta sekä syömistä. Pitkät ateriavälit heikentävät harkintakyykyä ja

järkevien ruokavalintojen tekemistä (Westerterp-Plantenga ym. 1994). Toisaalta kova energi-ankulutus vähentää näläntunnetta, jonka takia riittävän energiansaannin mahdollistaminen pelkäästään 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.

3.2 Ravintoaineet

Hiilihydraatit. Hiilihydraatit ovat jalkapalloilijan tärkein energianlähde. Keskimäärin jalkapallo-ottelussa kenttäpelaajien sykkeet ovat keskimäärin noin 85 prosenttia maksimista. Kenttäpelaajien pelisuoritus vastaa 70–80 prosenttia VO_{2max} rasituksesta, jolloin kaikki energia tuotetaan elimistön glukoosivarastoista, eli hiilihydraateista (Ali ym. 2007; Bamgsbo ym. 2006; Fogelhom ym. 2006). Tutkimuksia maalivahtien pelinaikaisesta rasituksesta ei juurikaan ole (White ym. 2018). Suositeltu hiilihydraatin saanti on jalkapalloilijoilla harjoittelu- ja pelikauden aikana 5–12 g/kg/vrk, useimmissa tutkimuksissa 5–8 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 LH-hormonin pitoisuuksia (Hilton & Loucks 2000).

Hiilihydraattien saantien määrää on hyvä säädellä viikon sisällä riippuen eri päivien rasituksesta. Varsinkin lähestyessä pelipäivää hiilihydraattitankkaus olisi suositeltavaa (Burke ym. 2006; Collins ym. 2021). 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). 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 takaaminen riittää (Collins ym. 2021). Raskaan suorituksen, kuten raskaan harjoituksen tai pelin, aikana on suositeltu nautittavan 30–60 g/h hiilihydraatteja elimistön glukoosinsaannin tukemiseksi (Burke ym. 2006; Jeukendrup 2014). Myös pelipäivien jälkeen riittävä hiilihydraattien saanti on tärkeää: edes yli 8 g/kg/vrk hiilihydraattien saanti ei välttämättä takaa kaikkien lihassolujen palautumista otteluista jopa 48 tuntia ottelun jälkeen (Gunnarsson ym. 2013).

Proteiinit. Ravinnosta nautitut proteiinit edistävät proteiinisynteesiä. Riittävä proteiininsaanti auttaa korjaamaan lihaskaurioita, 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 tai harjoittelu olevan 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 aterialta 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 merkitsevintä 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-vitamiinilla on terveydelle edullisia vaikutuksia kaatumisten ja luumurtumien ehkäisyssä, kun sen pitoisuus veressä on yli 50 nmol/l (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Jalkapalloilijan kannalta D-vitamiini tukee myös lihasten toimintaa, palautumista sekä immunitettiin (He ym. 2013; Owens ym. 2018). 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 Yleisimmät ravitsemukselliset ongelmat aiemmissä tutkimuksissa

Naisjalkapalloilijoiden – sekä naispallolijoiden ylipäätään – energiansaataavuuden tutkimuksia on vähän, mutta energiansaantia sekä päivän aikaista keskimääräistä energiankulutusta on aikaisemmin laajastikin tutkittu (Burke ym. 2018; Condo ym. 2019). Aikaisemmassa tutkimustiedossa verrataan useimmiten päivän aikaista energiankulutusta suhteessa energiansaantiin. Esimerkiksi Dobrowolskin ym. (2019) tutkimuksessa pelaajien päivän aikainen keskimääräinen kulutus oli 2811 ± 493 kcal, mutta energiansaanti vain 1476 ± 434 kcal. Scottin ym. (2003) tutkimuksessa energiaa saatiin 2290 ± 310 kilokaloria, ja kulutettiin 2153.5 ± 596 kcal (Clark ym. 2003; Scott ym. 2003). Yli-Piiparin (2019) tutkimuksessa keskimääräinen energiankulutus oli 2486 ± 208 kcal, ja energiansaanti 1895 ± 428 kcal. Alhaista energiansaataavuutta ja sen riskiä on raportoitu aiemmissä tutkimuksissa varsinkin esteettisissä- ja kestävyyslajeissa sekä uimareilla (Melin ym. 2015; Mooses & Hackney 2017; Sygo ym. 2018; Vanheest ym. 2014; Ziegler ym. 2001). Nuorilla jalkapalloilijoilla, keskimäärin 14,8-vuotiailla, energiansaataavuus oli alle 30 kcal/kg FFM/vk 53 prosentilla tutkittavista (Braun ym. 2017). Naislentopalloilijoilla energiansaataavuus oli keskimäärin 42,5 kcal/kg FFM/vrk (Woodruff & Meloche 2013).

Hiilihydraattien saanti on jäänyt tutkimuksissa useimmiten alhaiseksi verrattuna suosituksiin naisjalkapalloilijoilla. Esimerkiksi Martinin ym. (2006) tutkimuksessa hiilihydraatinsaanti oli 4.1 ± 1.0 g/kg/vrk, Mullinixin ym. (2003) tutkimuksessa 4.7 g/kg/vrk ja Clarkin ym. (2003) tutkimuksessa 5.2 ± 1.1 g/kg/vrk. Dobrowolskin ym. (2019) tutkimuksessa hiilihydraattien saanti oli vain 3.3 ± 1.2 g/kg/vrk. Myös Yli-Piiparin (2019) tutkimuksessa hiilihydraatin saanti jäi alhaiseksi, ollen $4,2 \pm 2,3$ g/kg/vrk. Proteiinin ja rasvan suositusten mukainen saanti ei yleensä muodostu ongelmaksi (Clark ym. 2003; Martin ym. 2006; Yli-Piipari 2019). Mikroravintoaineista varsinkin raudan esiintyvyys on usein puutteellista. Rauta-arvoihin vaikuttaa keskeisesti kuukautiset, ja esimerkiksi Landahl ym. (2005) ja Braun ym. (2018) raportoivat raudanpuutetta naisjalkapalloilijoilla (Chatard ym. 1999).

4 TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän kandidaatintutkielman tavoitteena on selvittää naisjalkapalloilijoiden alhaisen energiansaataavuuden esiintymistä. Lisäksi on tarkoituksena kartoittaa kyselymittareita, joilla on selvitetty riskiä suosituksista poikkeavalle syömiskäyttäytymiselle: esimerkiksi riskiä mahdolliseen suhteelliseen energiavajeeseen tai syömishäiriökäyttäytymiseen. Tämä tutkimus toteutetaan systemaattisena kirjallisuuskatsauksena.

Tutkimuskysymykset:

- 1) Kuinka paljon alhaista energiansaataavuutta esiintyy naisjalkapalloilijoilla?
- 2) Millä keinoin suosituksista poikkeavaa syömiskäyttäytymistä on selvitetty naisjalkapalloilijoita koskevissa tutkimuksissa?

5 MENETELMÄT

5.1 Hakustrategiat

Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku toteutettiin kolmeen kansainväliseen tietokantaan 1.3.2022. 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, ja siinä oli kolme hakuehtoa: energiansaataavuus, naissukupuoli sekä jalkapallo. Hakulauseke oli 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 (inadvertent undereating) 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).

Laaja hakulauseke on perusteltu, jotta olisi mahdollisuus tavoittaa kaikki aihepiirin tutkimukset. Suhteellinen energiavaje ja sen sateenvarjokäsitteet ovat verrattain uusia käsitteitä, ja tutkimuksia aiheesta ei ole julkaistu paljon. Aiheesta on voitu julkaista tutkimuksia myös ”tietämättään”: ei ole käytetty juuri näitä termejä, mutta tutkimuksesta löytyvät tarvittavat tiedot – energiansaanti, harjoittelun aikainen energiankulutus, kehon rasvaton massa – energiansaataavuuden määrittämiseksi.

5.2 Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Kirjallisuuskatsauksen sisäänotto- ja poissulkukriteerien avuksi käytettiin PCC-taulukkoa (taulukko 1), jolla pyrittiin tekemään tutkimuskysymysten mukainen ensimmäinen rajaus. Kirjallisuuskatsauksen tiedonhakua rajattiin eteenpäin tarkemmaksi taulukossa 2 esitellyillä sisäänotto- ja poissulkukriteereillä. Niiden avulla pyrittiin vastaamaan tämän kandidaattitutkielman tutkimuskysymyksiin mahdollisimman luotettavasti ja osuvasti vastaavaan tiedonhakuun. Tutkielmaan valikoitui kuusi tutkimusta sisäänotto- ja poissulkukriteerien mukaisesti.

TAULUKKO 1. PCC-rajaus

		Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
P	Populaatio	yli 18-vuotiaat naisjalkapalloilijat	alle 18-vuotiaat, miessukupuoli
C	Käsite	suhteellinen energiavaje tai energiansaataavuus (EA)	ei tietoja energiansaataavuudesta tai sen osatekijöistä (EEE, EI, FFM)
C	Konteksti	jalkapallo	jokin muu kuin jalkapallo lajitaustana

TAULUKKO 2. Tutkimuksen sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
1. Koko teksti on saatavilla vapaasti elektronisesti.	Koko teksti ei ole saatavilla vapaasti elektronisesti.
2. Tutkimus on vertaisarvioitu ja englanninkielinen.	Tutkimus ei ole vertaisarvioitu, ja on muun kuin englanninkielinen.
3. Tutkittavien sukupuoli on nainen.	Tutkittavien sukupuoli ei ole nainen.
4. Tutkimus käsittelee jalkapalloilijoita.	Tutkimus ei käsittele jalkapalloilijoita.
5. Tutkimus käsittelee yli 18-vuotiaita, tai osallistujien keski-ikä on yli 18 vuotta.	Tutkimus käsittelee alle 18-vuotiaita, tai osallistujien keski-ikä on alle 18 vuotta.
6. Tutkimuksesta käsittelee suhteellista energianvajausta, tai sen rinnakkaistermejä.	Tutkimus käsittelee ainoastaan yleistä energiansaantia, eikä siitä ilmene energiansaataavuutta, tai sen kaikkia osatekijöitä.

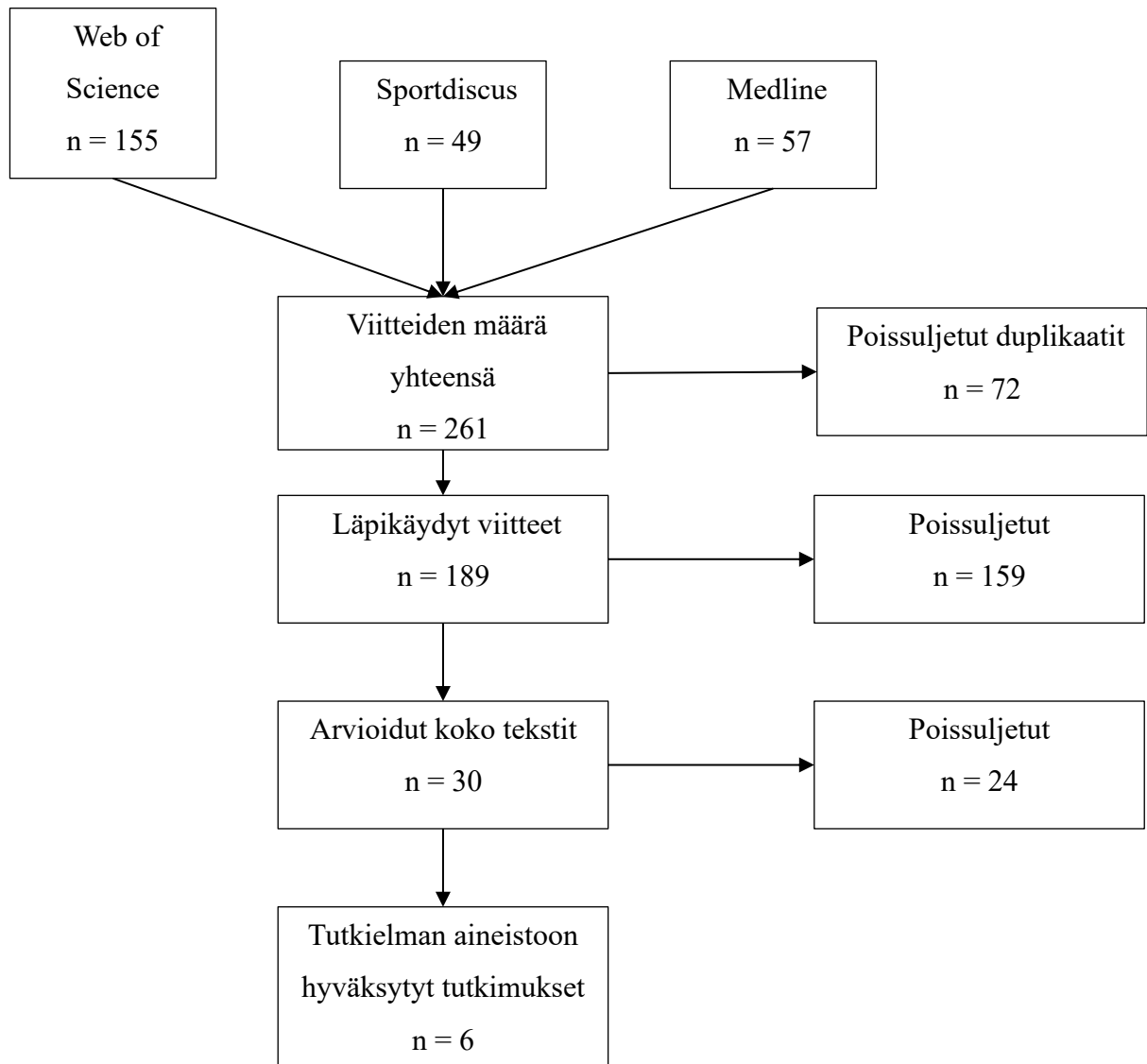
5.3 Laadunarvioinnin kriteeristön kuvaus

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 kirjallisuuskatsauksen laadunarvioinnin mittariksi valikoitui Kmetin ym. (2004) julkaisun kvantitatiivisten tutkimusten mittari, jolla pystytään arvioimaan niin poikkileikkaus- kuin seuranta-tutkimuksia. Mittari koostui 14 kysymyksestä, jotka ovat esitetty liitteessä 1. Tarkastuslistassa jokaisen kohdan toteutumista arvioitiin asteikolla *Kyllä* (2), *Osittain* (1), *Ei* (0) tai *Ei saatavilla* (N/A) (Kmet ym. 2004).

6 TULOKSET

6.1 Kirjallisuushaun tulokset

Tämän katsauksen haku suoritettiin kolmeen tietokantaan, ja se tuotti 261 tulosta. Web of Science -tietokannasta osumia saatiin 155, Sportdiscus-tietokannasta 49 ja Medline-tietokannasta 57. Kaksoiskappaleita havaittiin 72, joiden poiston jälkeen viitteitä kirjattiin 189 kappaletta. 30 arvioidun koko tekstin jälkeen tutkielman aineistoon hyväksyttiin yhteensä kuusi tutkimusta sisäänotto- ja poissulkukriteerien hyödyntämisen myötä (taulukko 2). Tiedonhaun prosessi on kokonaisuudessaan dokumentoitu alla esitettyyn vuokaavioon (kuva 3).



KUVA 3. Systemaattisen tiedonhaun vuokaavio.

6.2 Tutkimusten laadunarviointi

Tähän kirjalliskatsaukseen valittiin neljä poikkileikkaustutkimusta (Dobrowolski & Wlodarek 2020; Magee ym. 2020, Moss ym. 2021; Torres-McGehee ym. 2021) ja kaksi seurantatutkimusta (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. Kaikkien kuuden tutkimusten pohdinnassa oli maininta, että pieni tutkimusjoukko saattoi lisätä harhan riskiä. Tutkimushenkilöitä tutkimuksissa oli 13–31. Kohtaan 12, jossa selvitettiin sekoittavia tekijöitä, vastattiin kaikkien tutkimusten osalta Ei-vaihtoehto, koska niitä ei oltu missään tutkimuksessa mainittu.

Dobrowolskin ja Wlodarekin (2020), Mageen ym. (2020) ja Reedin ym. (2013; 2014) tutkimusten raportoinnissa 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 LEAF-Q-kyselyn tuloksia ei ollut tarkemmin esitelty tai avattu tekstissä. Erikseen ei mainittu harjoitusten aikaisen energiankulutuksen tulosta, mutta sen mittari mainittiin (Magee ym. 2020). Reedin ym. (2013) tutkimuksesta ei suoraan löytynyt arvoja muun muassa energiansaataavuudesta (EA), energiansaannista (EI) tai harjoitustenaikaisesta energiankulutuksesta (EEE). Kyseiset tulokset olivat vain määritely diagrammeihin. Kuitenkin tarvittavat numeraaliset tiedot kyseisen tutkimuksen tuloksista oli mahdollista löytää Torres-McGeheen ym. (2021) tutkimuksen tulososista, sekä osittain Reedin ym. (2014) tutkimuksesta. Reedin ym. (2013; 2014) tutkimuksissa raportoinnissa puutteita aiheutti myös se, että vain kolme pääateriaa oli huomioitu. Epäselväksi siis jää, miksi välipaloja ei tutkimukseen ole raportoitu. Kuitenkin suosituksena olisi jalkapalloilijalle syödä 5–7 kertaa päivässä (Keen 2018; Thomas ym. 2018).

Yhteensä pisteitä Kmetin ym. (2004) arviointivälineestä oli mahdollista saada 28. Reedin ym. (2014) ja Mageen ym. (2020) tutkimukset saivat 17 pistettä, Torres-McGeheen ym. (2021) 19 pistettä ja Reed ym. (2013) 16 pistettä. Dobrowolski ja Wlodarek (2020) ja Magee ym. (2020) saivat pisteitä 18. Tuloksissa on huomioitava lähtökohtainen kuuden pisteen vähennys, joka johtuu interventiotutkimuksille suunnatuista kysymyksistä 5–7.

6.3 Valitut tutkimukset

Tähän systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen valikoitui kuusi tutkimusta poissulkukriteerien perusteella tehdyn seulonnan jälkeen. Tutkimusten aineisto on kolmesta maasta – Iso-Britannia, Yhdysvallat ja Puola – ja ne on julkaistu vuosien 2013 ja 2021 välillä. Yhteensä näihin tutkimuksiin osallistui 101 naisjalkapalloilijaa, joiden keski-ikä oli 20,7 vuotta. Tutkittavat pelasivat Yhdysvaltojen yliopistojalkapalloa (NCAA) (Magee ym. 2020; Reed ym. 2013; 2014; Torres-McGehee ym. 2021), Englannin pääsarjaa (Moss ym. 2021), tai Puolan kolmea korkeinta sarjatasoa (Dobrowolski & Wlodarek 2020).

Taulukossa 3 on esitelty katsaukseen valittujen tutkimusten päätulokset koskien fyysisiä perustietoja sekä alhaisen energiansaataavuuden määrittämistä. Tutkittavien kehonkoostumuksen mitaukset tehtiin DXA- (Reed ym. 2013; 2014; Moss ym. 2021; Torres-McGehee ym. 2021), ilma-pletysmografia- (Magee ym. 2020) tai bioimpedanssimittarilla (Dobrowolski & Wlodarek 2020). Harjoitusten aikaisen energiankulutuksen mittaamiseksi hyödynnettiin Reedin ym. (2013; 2014) ja Mageen ym. (2020) tutkimuksissa Polar-mittareita. Mossin ym. (2021) tutkimus hyödynsi sekä MET-arvoja että Global Positioning -laitteita. SenseWear Armband -kiihtyvyysanturia ja MET-arvoja hyödynsivät niin Dobrowolski ja Wlodarek (2020) kuin Torres-McGehee ym. (2021) tutkimuksissaan.

Kaikissa tutkimuksissa energiansaantia selvitettiin ruokapäiväkirjalla, jota täytettiin 3–7 päivää tutkimuksesta riippuen. Ruokapäiväkirjoja täytettiin sekä harjoittelu- lepo-, että ottelupäivinä. Annoskokojen ja määrien mittaamisen apuna Dobrowolski ja Wlodarek (2020), Magee ym. (2020) ja Torres-McGehee ym. (2021) antoivat pelaajien tueksi kuvia ja ohjeita, joilla annoskokojen määrittäminen olisi selkeämpää. Reedin ym. (2013; 2014) tutkimuksissa ateriakokojen hahmottamiseksi ravitsemusasiantuntija antoi pelaajille erilaisia mittoja, joiden avulla ruokien määrää oli helpompi hahmottaa. Mossin ym. (2021) tutkimus oli ainut, missä ruokamäärät punnittiin. Pelaajat lähettivät lisäksi kaikista aterioista kuvat (Moss ym. 2021). Muiden tutkimuksien ruokamäärät perustuivat pelaajien itse tekemään arvioon. Reed ym. (2013; 2014) huomioivat vain kolme pääateriaa, aamupalan, lounaan ja päivällisen, ja epäselväksi jäi, huomioitiinko muilla aterioilla nautittua energiaa kokonaistulokseen.

6.4 Alhaisen energiansaataavuuden esiintyminen tutkimuksissa

Jokaisessa tutkimuksessa yli 20 prosentilla pelaajista energiansaataavuus oli alhaista (< 30 kcal/kg FFM/vrk). Keskimäärin alhaisen energiansaataavuuden esiintyminen näissä tutkimuksissa oli siis jopa 36,5 prosentilla, eli yli joka kolmannella naisjalkapalloilijalla voitaisiin todeta näiden tutkimusten myötä alhainen energiansaataavuus. Mossin ym. (2021) tutkimuksessa alhaisen energiansaataavuuden esiintyvyys oli matalinta (23,0 %) ja Mageen ym. (2020) tutkimuksessa korkeinta (66,7 %). Torres-McGeheen ym. (2021) tutkimuksessa alhainen energiansaataavuus oli 30,0 prosentilla pelaajista. Reedin ym. (2013) tutkimuksessa ennen kautta alhainen energiansaataavuus oli 26,3 prosentilla pelaajista, kauden aikana 33,3 ja kauden jälkeen 11,8. Dobrowolskin ja Wlodarekin (2020) tutkimuksessa alhaisen energiansaannin esiintyvyys oli myös korkea, 64,1 prosenttia.

Myös keskimääräisesti energiansaataavuus jäi alle suosituksen: Dobrowolskin ja Wlodarekin (2020) tutkimuksessa se oli vain 25 ± 11 kcal/kg FFM/vrk ja Mageen ym. (2020) 27.5 ± 8.9 kcal/kg FFM/vrk. Mossin ym. (2021) tutkimuksessa keskimääräinen energiansaataavuus 35 ± 10 kcal/kg FFM/vrk, ja 85 prosenttia pelaajista ei saavuttanut energiansaataavuuden tavoitettaan. Reedin ym. (2013; 2014) tutkimuksissa alhaisen energiansaataavuuden ryhmässä saataavuus oli vain 19.5 ± 2.1 kcal/kg FFM/vrk, mutta ei-alhaisessa ryhmässä 43.0 ± 3.2 kcal/kg FFM/vrk. Torres-McGeheen ym. (2021) energiansaataavuus oli keskimäärin lähes suositusten mukaista, ollen 42.3 ± 18.4 kcal/kg FFM/vrk. Ravintoaineista hiilihydraatin saanti jäi useimmiten tämän katsauksen tutkimuksissa alle naisjalkapalloilijoiden suosituksen. Esimerkiksi Mossin ym. (2021) tutkimuksessa keskimäärin hiilihydraatteja saatiin $3,3 \pm 0,6$ g/kg/vrk, ja Mageen ym. (2020) $3,7 \pm 1,0$ g/kg/vrk.

TAULUKKO 3. Päätulokset alhaisen energiansaatavuuden esiintyvyydestä tutkimuksissa.

Tutkijat, vuosi, julkaisumaa	Tutkittavien lukumäärä	Fyysiset perustiedot	Energiansaanti (kcal)	Harjoitusten aikainen energiankulutus (kcal), mittari	Energiansaatavuus (kcal/kg FFM/vrk)	LEA:n esiintyvyys
Dobrowolski & Wlodarek (2020) Puola	n = 31	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	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 TeamProTM (Suomi)	LEA: 23,0 ± 5,7 non-LEA: 36,4 ± 7,3	66,7 % (n = 12)
Moss ym. (2021) Iso-Britannia	n = 13	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 Global Positioning device (Irlanti)	35,0 ± 10,0	23,0 % (n = 3)
Reed ym. (2013; 2014) Yhdysvallat	n = 19 (ennen kautta)	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 Polar Team2 (Suomi)	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 Polar Team2 (Suomi)	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 Polar Team2 (Suomi)	LEA: 21,3 non-LEA: 46,3	11,8 % (n = 2)
Torres-McGehee ym. (2021) Yhdysvallat	n = 20	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 SenseWear Armband (BodyMedia Inc, Yhdysvallat)	42,3 ± 18,4	30,0 % (n = 6)

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).

6.5 Suosituksista poikkeavan syömiskäyttäytymisen selvittäminen

Syömiskäyttäytymisen ja alhaisen energiansaatavuuden yhteyttä oli tutkittu viidessä kuudesta mahdollisesta tutkimuksesta. Dobrowolskin ja Wlodarekin (2020) tutkimuksessa ei ollut huomioitu syömiskäyttäytymistä erilaisin kyselymittarein. Tämän katsauksen tutkimuksissa käytettiin seuraavia kyselymittareita selvittämään syömiskäyttäytymistä ja riskiä sairastua joko syömishäiriöön tai alhaiseen energiansaatavuuteen: The Low Energy Availability in Females Questionnaire (LEAF-Q) (Melin ym. 2014), The Eating Disorder Examination – Questionnaire (EDE-Q) (Fairburn & Beglin 2008), The Abridged Sport Nutrition Knowledge Questionnaire (ANSKQ) (Trakman ym. 2017), Eating Disorder Inventory 2 (EDI-2) (Garner & Olmstead 1984) ja Eating Disorder Inventory 3 (Garner 2004). Poikkeavan syömiskäyttäytymisen tunnistamiseksi käytetyt kyselymittarit ovat esitelty taulukossa 4.

LEAF-Q-kyselyä hyödynnettiin Mossin ym. (2021) ja Mageen ym. (2020) tutkimuksissa, joka pyrkii selvittämään alhaisen energiansaatavuuden riskiä erilaisten fyysisten oireiden myötä. Näitä oireita ovat muun muassa loukkaantumishistoria, ruoansulatuskanavan ongelmat ja kuukautiskierron häiriöt. Myös EDI-2- ja EDI-3-kyselymittarit selvittävät kuukautiskierron ongelmia, mitä käytettiin Reedin ym. (2013; 2014) ja Torres-McGeheen ym. (2021) tutkimuksissa. Mossin ym. (2021) tutkimuksessa kolme pelaajaa oli alhaisen energiansaatavuuden riskissä LEAF-Q-kyselyä sekä ruokapäiväkirjaa tulkiten. Näistä kolmesta pelaajista yksi raportoi kuukautiskierron häiriöitä. Myös Reedin ym. (2013; 2014) tutkimuksissa raportoitiin pelaajista, jolla oli kuukautiskierron häiriöitä sekä alhainen energiansaatavuus. Jopa 67 prosentilla Reedin ym. (2013; 2014) tutkimusten pelaajista oli kuukautiskierron häiriöitä.

Kuten aiemmin on todettu, alhainen energiansaatavuus saattaa johtua joko tiedostetuista tai tiedostamattomista valinnoista. Mageen ym. (2020) tutkimuksessa niillä, jotka tiesivät yleisesti ravitsemuksesta sekä urheiluravitsemuksesta, todettiin harvemmin alhainen energiansaatavuus ($40,9 \pm 10,4$ % vs. $52,4 \pm 9,8$ %; $p = 0.040$). Tutkimuksesta saatiin myös kohtalaista näyttöä sille, että niillä, joiden ravitsemustieto oli heikompaa, oli korkeampi rasvamassa ($r = -0,508$) (Magee ym. 2020). Torres-McGeheen ym. (2021) tutkimuksessa, oli vain kahdella kuudesta alhaisen energiansaatavuuden riski ilman syömishäiriöriskiä. Kokonaisuudessaan syömishäiriöriski oli 75 prosentilla ($n = 15/20$) jalkapalloilijoista, ja alhainen energiansaatavuus todettiin 30 prosentilla ($n = 6/20$).

TAULUKKO 4. Poikkeavan syömiskäyttäytymisen tunnistaminen kyselymittareilla

Tutkijat, vuosi, julkaisumaa	Suosituksista poikkeavan syömiskäyttäytymisen selvitykseen käytetty kyselymittari	Kyselymittarin päätulosmuuttujat	Päätulokset
Magee ym. (2020) Yhdysvallat	The Low Energy Availability in Females Questionnaire (LEAF-Q)	<ul style="list-style-type: none"> – loukkaantumishistoria – ruuansulatuskanavan ongelmat – kuukautiskierto – ehkäisyn käyttö 	56,3 % urheilijoista LEA:n riski (n = 10/18)
	The Abridged Sport Nutrition Knowledge Questionnaire (ANSKQ)	<ul style="list-style-type: none"> – yleinen ravitsemustieto – urheiluravitsemustieto 	44,7 % kysymyksistä vastattiin keskimäärin oikein. Henkilöt, joilla todettiin LEA, saivat matalammat tulokset testistä (40,9 ± 10,4 % vs. 52,4 ± 9,8 %; p = 0,040). Kohtalaista näyttöä negatiiviselle yhteydelle ASNKQ-tulokset ja FM (r = -0,508).
Moss ym. (2021) Iso-Britannia	The Low Energy Availability in Females Questionnaire (LEAF-Q)		Keskiarvotulos 6,2 ± 3,2 23 % urheilijoista LEA:n riski (n = 3/13)
	The Eating Disorder Examination – Questionnaire (EDE-Q)	<ul style="list-style-type: none"> – pidättyneisyys – huoli syömisestä – huoli ulkomuodosta – huoli kehonpainosta – Syömishäiriön raja ≥ 2,3 	Keskiarvotulos 0,57 ± 0,68 Kaikki kyselyn tulokset alle nuorten naisten populaation keskiarvotuloksia. <ul style="list-style-type: none"> – pidättyneisyys 0,60 ± 0,89 – huoli syömisestä 0,27 ± 0,39 – huoli ulkomuodosta 0,76 ± 1,14 – huoli kehonpainosta 0,76 ± 1,14
			Ei riskiä syömishäiriölle.
Reed ym. (2013; 2014) Yhdysvallat	Eating Disorder Inventory 2 (EDI-2)	<ul style="list-style-type: none"> – syömishäiriöriski – kehotytyttömyys – laihtumisen pyrkiminen – bulimia – kuukautiskierron ongelmat 	Negatiivinen yhteys LEA ja <ul style="list-style-type: none"> – kehotytyttömyys (r = -0,62, P = 0,017) – laihtumisen pyrkiminen (r = -0,55, P = 0,041)
			Korkeampi kehotytyttömyys niillä, joilla LEA (6,0 ± 1,8 vs. 1,7 ± 0,7; Kruskal Wallis test, P = 0,021) Kautta ennen ja sen aikana ei eroja tuloksissa.
Torres-McGehee ym. (2021) Yhdysvallat	Eating Disorder Inventory 3 (EDI-3)	<ul style="list-style-type: none"> – syömishäiriöriski – laihtumisen pyrkiminen – bulimia – kehotytyttömyys 	75 % riski syömishäiriölle (n = 15/20) <ul style="list-style-type: none"> – 35 % pyrki laihtuttamaan – 25 % ahmimiskohtauksia – 20 % harjoittelulla pyrki kontrolloimaan painoa 25–50 % ajasta
			66,7 % syömishäiriöriski ja LEA tutkimuksessa (n = 4/6)

LEA = alhainen energiansaataavuus (low energy availability, < 30 kcal/kg/vrk); BM = kehon paino (body mass); FFM = kehon rasvaton paino (fat free mass); FM = rasvamassa (fat mass)

Ulkonäöllä ja kehonkuvalla on usein yhteys alhaisen energiavajeen syntyyn. Torres-McGeheen ym. (2021) tutkimuksen mukaan 35 prosenttia naisjalkapalloilijoista pyrki laihduttamaan ja 20 prosenttia pelaajista pyrki harjoittelulla kontrolloimaan painoa jopa puolet ajasta. Myös Reedin ym. (2013; 2014) tutkimuksissa laihuuteen pyrkiminen oli yhteydessä alhaiseen energiansaataavuuteen. Yleisesti niillä, jotka olivat tyytymättömiä kehoonsa ja ulkonäkönsä, todettiin alhainen energiansaataavuus (Torres-McGehee ym. 2021; Reed ym. 2013; 2014). Mossin ym. (2021) tutkimuksen ammattilaispelaajat eivät pyrkineet tietoisesti vähentämään energiansaantiaan pyrkiäkseen esimerkiksi matalampaan kehonpainoon.

7 POHDINTA

7.1 Tulosten analysointi ja vertailu muihin aiheeseen liittyviin tutkimuksiin

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa keskitytään suhteelliseen energiavajeeseen ilmiönä sekä alhaisen energiansaataavuuden esiintymiseen. Katsauksen keskeisenä tarkoituksena on selvittää alhaisen energiansaataavuuden esiintymistä naisjalkapalloilijoilla. Lisäksi halutaan tarkastella suosituksista poikkeavan ravitsemuskäyttäytymisen tutkimista, minkä avulla voidaan todeta riskiä suhteelliselle energiavajeelle. Kirjaukset päätulos kertoo, että alhaista energiansaataavuutta esiintyy keskimäärin yli joka kolmannella naisjalkapalloilijalla tasosta riippumatta tämän kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa. Missään tutkimuksissa energiansaataavuus ei ollut suositusten tasolla. Poikkeavan syömiskäyttäytymisen riskin selvittämiseen on käytetty useita kyselymittareita, mutta mitään niistä ei ole validoitu. Validointia kaipaavat myös energiansaataavuuden laskemiseen käytettävät osatekijät.

Näissä tutkimuksissa energiansaanti oli jaettu alhaiseen (30 kcal/kg FFM/vrk) ja optimaaliseen (45 kcal/kg/vrk) (Loucks ym. 2011). Kuitenkin väliin jäävä kohtalainen energiansaanti oli se, johon useimmat näistäkin urheilijoista päätyivät: vain Moss ym. (2021) huomioivat kohtalaisen energiansaannin tutkimuksissaan, johon 62 prosenttia tutkittavista päätyi. Esimerkiksi Torres-McGeheen ym. (2021) ja Reedin ym. (2013; 2014) tutkimuksissa olivat erittäin suuret erot energiansaannissa alhaisen ja ei-alhaisen energiansaataavuuden ryhmien välillä. Myös yksilöllisiä eroja esiintyy sen suhteen, mikä on kenellekin juuri optimaalisin energiansaataavuus: jollekin se voi olla 40 kcal/kg FFM/vrk ja toiselle 50 (Heikura 2021). Kohtalaisesti energiaa saavan ryhmän huomioiminen esimerkiksi pidemmän aikavälin kehityksen kannalta on tärkeää, sillä jatkuva energiavaje heikentää kehitystä, vaikkei se olisikaan luokitellun alhaisen energiansaannin alapuolella (Burke ym. 2018; Heikura 2021; Nattiv ym. 2007).

Useimmissa tämän katsauksen tutkimuksissa nousi esille, että 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. Kovina harjoituspäivinä rasvaa nautittiin enemmän, mutta hiilihydraattien ja proteiinin saanti oli samalla tasolla päivän rasituksesta riippumatta (Moss ym. 2021). Varsinkin alhainen energiansaanti lounaalla voisi olla yhteydessä alhaiseen energiansaataavuuteen koko päivän aikana (Reed ym. 2013).

Liian vähäinen energiansaanti pelien jälkeen voi myös selittää alhaista energiansaataavuutta pelipäivinä (Reed ym. 2014). Kauden ulkopuolella oli helpompaa päästä tarvittavaan energiansaataavuuteen, koska raskaus, ja sitä kautta harjoitusten aikainen kulutus laskee (Reed ym. 2013; 2014). Kova harjoittelu aiheuttaa vähentyneitä ruokahalua, ja aina ei riitä, että urheilija seuraa vain nälkäntuntemuksiaan riittävän energiansaannin saavuttamiseksi (Loucks ym. 2011).

Alhainen energiansaataavuus korostui kauden ja kovien harjoittelupäivien aikana, mutta ennen kautta energiansaanti oli kuitenkin parhaimmillaan Torres-McGeheen ym. (2021) ja Reedin ym. (2013; 2014) tutkimuksissa. Reedin ym. (2013; 2014) tutkittavat nauttivat ennen kautta aamupalan ja päivällisen joukkueen tarjoamana, mutta kauden aikana tutkittavat vastasivat kaikista aterioistaan, paitsi pelin jälkeisestä päivällisestä. Torres-McGeheen ym. (2021) tutkittavat söivät joukkueen tarjoamana aamupalan, lounaan ja päivällisen. Mossin ym. (2021) tutkittavat söivät joukkueen tarjoamana lounaan. Ei ole siis mahdollista päätellä, että joukkueen tarjoama ruoka mahdollistaisi paremman energiansaannin, mutta se voi tuoda varsinkin ruoanlaitosta piittaamattomille pelaajille päivään tärkeän lämpimän aterian. Yleisesti naisjalkapalloilijat huolehtivat lähes täysin omasta ruoanlaitostaan pelimatkoja lukuun ottamatta, ollen vastuussa omasta energiansaannistaan.

Energia- ja ravintoaineista varsinkin riittävä hiilihydraattien saanti on naisurheilijoille usein haastavaa: Mageen ym. (2020) tutkimuksessa hiilihydraattia saatiin vain $3,7 \pm 1,0$ g/kg/vrk ja Mossin ym. (2021) tutkimuksessa 46 prosentilla pelaajista hiilihydraattien saanti oli keskimäärin alle 3,0 g/kg/vrk. Hiilihydraattien vähäinen saanti oli linjassa aikaisemman tutkimuksen kanssa (Clark ym. 2003; Dobrowolski ym. 2019; Martin ym. 2006; Mullinx ym. 2003; Yli-Piipari 2019). Vähäinen hiilihydraattien saanti laskee suoritustehoa, ja johtaa lihasten glykogeeni- ja rasvojen tyhjenemiseen sekä kataboliaan. Lisäksi se altistaa ylikuormitusoireille ja sairastelulle (Burke ym. 2006). Yksilöt huomioiden on hyvä ymmärtää, että riittävään energiansaantiin vaikuttavat myös esimerkiksi mikä vaihe kaudessa on, pelipaikka, harjoittelun määrä sekä mahdolliset loukkaantumiset. Monien osatekijöiden takia energiansaantia tulisi pystyä säätelemään sen hetken raskautta vastaavaksi (Burke ym. 2006). Myös energiankulutuksen vaihtelu ennen, kauden aikana ja sen jälkeen on huomioitava energiansaataavuudessa (Dobrowolski & Wlodarek 2020).

Energiansaannin suhteuttaminen energiankulutukseen on hankalaa. Tähän vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi tietämättömyys omasta puutteellisesta syömisestä ja urheiluravitsemustietotaitojen puute (Magee ym. 2020; Torres-McGehee ym. 2021). Mageen ym. (2020) tutkimuksessa alhainen energiansaatavuus oli yhteydessä alhaiseen tulokseen ANSKQ-kyselymittarissa. Aikaisemmin muun muassa Dahn ym. (2021) ovat saaneet samankaltaisia tuloksia heikosta urheiluravitsemustietämyksestä naislentopalloilijoilla. Energiansaatavuuden ja ravitsemustietojen sisällyttäminen urheilijoiden arkeen olisi tärkeää, jotta tietoisuus juuri esimerkiksi suhteellisen energiavajeen haitoista olisi laajemmin urheilijoiden tiedossa (Magee ym. 2020). Ravitsemustietoisuuden lisääminen on aikaisemmassa tutkimuksessa tuottanut ristiriitaisia tuloksia: palloilijoilla energiansaatavuus koheni, mutta naisjuoksijoilla tietoisuuden lisääminen aiheesta ei vaikuttanut suhteellisen energiavajeen esiintymiseen (Day ym. 2015; Hull ym. 2017; Valliant ym. 2012; Zawila ym. 2003). Mossin ym. (2021) tutkittavilla oli apunaan ravitsemusasiantuntija, jonka läsnäolo arjessa voisi ennustaa myös parempaa energiansaatavuutta. Samankaltaisesti Woodruffin ja Melochen (2013) tutkimuksessa lentopalloilijoilla ollut kahden vuoden ajan ravitsemusasiantuntija apunaan, ja seurauksena oli keskimäärin 42,5 kcal/kg FFM/vrk energiansaatavuus.

Riittämätön energiansaatavuus ei aina ole kiinni vain tietämättömyydestä tai nälänpuutteesta, vaan siihen syynä voi usein olla tietoinen ruokailun rajoittaminen. Tilanne, jossa 35 prosenttia joukkueesta pyrkii jatkuvasti laihduttamaan, voi kertoa esimerkiksi ulkonäköpaineista tai joukkueen toimintakulttuurista (Torres-McGehee ym. 2021). Nykypäivän laihuutta ihannoiva kulttuuri ja sosiaalisen median paineet voivat myös luoda kuvaa tietynnäköisestä muotista, johon urheilijan pitäisi sopia. Liian alhainen energiansaatavuus ja syömishäiriöön liittyvä käyttäytyminen saattaa kertoa myös esimerkiksi pelaajan perfektionistisesta luonteesta, painonnousun pelosta, tai pyrkimyksestä kehittyä keinoja kaihtamatta (Reed ym. 2013; 2014; Torres-McGehee ym. 2021). Kaikissa tämän kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa nousi esille, että tietoista syömistä rajoittavaa käyttäytymistä esiintyy laajasti jalkapalloilijoilla. Torres-McGeheen ym. (2021) tutkimuksessa vain 24 prosentilla urheilijoista oli alhainen energiansaatavuus ilman syömishäiriön riskiä, ja Poikkimäki ym. (2017) mukaan tyttö- ja naispalloilijoilla syömishäiriöoireilun yleisyyden olevan 16 prosenttia.

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, ja sen ehkäisystä. Valmentaja voi omalla käyttäytymisellään ennaltaehkäistä syömishäiriöiden sekä suhteellisen energiavajeen syntymistä sekä luoda tervettä kulttuuria joukkueeseen (Currie 2010). Valmentajien pitäisi pystyä korostamaan myös ravitsemuksen terveydellistä näkökulmaa, ja miten se vaikuttaa suorituskykyyn (Burke ym. 2006). Se, miten annetaan mahdollisesti – ja vain tarvittaessa – painonhallintaohjeita, on keskeistä: järkevien ohjeiden anto, asiantuntijoiden konsultointi ja urheilijan tukeminen, 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

Tutkimuksissa toistui samankaltaisia rajoituksia. Tutkimusryhmät olivat melko samanlaisia, koska tutkittavien iät olivat melko lähellä toisiaan ja kolme tutkimusta tapahtui yhdysvaltalaisessa yliopistossa. Eri tasoilla ja kulttuureissa tapahtuneet mittaukset kuvaavat ilmiön laajuutta ja monimuotoista ongelmallisuutta tasosta riippumatta. Oletettavasti kuitenkin tutkimuksista korkeimmalla tasolla pelaaminen suojasi parhaiten alhaisen energiansaataavuuden esiintyvyydeltä (Moss ym. 2021). Kuitenkin puolalaisilla pelaajilla korkeimman sarjatason energiansaataavuus oli ristiriitaisesti heikointa suhteessa kahteen alempaan tasoon (Dobrowolski & Wlodek 2020). Puolalaisen naisjalkapallon taso (FIFA ranking 33.) on kuitenkin huomattavasti englantilaista (8.) ja yhdysvaltalaista (1.) tasoa jäljessä, tehden liigasta heikomman (FIFA 2022). Mossin ym. (2021) tutkimuksen pelaajat ovat ammattilaisia yhdessä maailman kovimmista jalkapallosarjoista, jonka takia ymmärrettävää, että riski sairastua syömishäiriöön ja alhaisen energiansaataavuuden esiintyminen oli pienintä näistä tutkimuksissa. Se kertoo siitä, että menestyäkseen pelaajien on pystyttävä myös optimoimaan oma ravitsemuskäyttäytymisensä, jolla on erittäin suuri merkitys esimerkiksi pitkäaikaisen kehityksen kannalta.

Tutkimusjoukot olivat tutkimuksissa pieniä, noin 20 tutkimushenkilöä, joka heikentää tutkimustuloksien suhteuttamista käytäntöön. Saadut tulokset olivat tutkimusjoukkojen koosta huolimatta samansuuntaisia keskenään, ja linjassa aiemman tutkimuksen kanssa naisurheilijoilla (Braun ym. 2017; Melin ym. 2015; Mooses & Hackney 2017; Sygo ym. 2018; Torres-McGehee ym. 2021; Vanheest ym. 2014; Ziegler ym. 2001).

Kuten osiossa 2.2 todettiin, suhteellisen energiavajeen tutkimusvälineitä ei ole validioitu, eikä siis ole selvää, mitkä käytetyistä menetelmistä tuottaa luotettavimman arvion. LEAF-Q-kyselymittaria ainoana arvostelukeinona arvosteltiin sekä Mageen ym. (2020) ja Mossin ym. (2021) tutkimuksissa, sillä alhaisen energiansaataavuuden esiintyvyys oli vielä suurempaa, kuin testin riskitulokset antoivat. Energiankulutuksen arviointi on yksinkertaisempaa esimerkiksi kestävyysjuoksussa, kuin jalkapallon kaltaisessa lajissa, jossa tulee lyhyitä pyrähdyksiä, suunnanmuutoksia sekä paikallaanoloa (Heikura 2021).

Yleensä, kun käyttäytymistä tarkkaillaan, siihen saattaa tulla muutoksia. Ravitsemus- ja energiankulutuskäyttäytymisen muutosten kitkemiseksi Moss ym. (2021) ja Torres-McGehee ym. (2021) painottivat mittausten tapahtuneen pelaajien omassa arkiympäristössään, jotta tulokset olisivat mahdollisimman totuutta vastaavia. Vain Mossin ym. (2021) tutkimuksessa käytettiin vaakaa ruokapäiväkirjan apuna, jonka takia tuloksia voidaan pitää kaikista luotettavimpina ruokamäärien suhteen. Ruoka-annoksien koon hahmottaminen – kolme perunaa, kauhallinen kastiketta, keskikokoinen puuroannos – ilman vaakaa voi luoda harhaa syödyistä energianmäärästä, joka vaikuttaa energiansaannin laskemiseen ja kaikkiin lopullisiin tuloksiin. Raportointiaika oli myös lyhyt, 3–7 päivää, jonka myötä pitkän aikavälin johtopäätöksiä ei ole mahdollista tuloksista suoraan vetää (Moss ym. 2021). 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. Todenäköisyys on siis suuri, että tämänkin katsauksen tutkimuksessa esiintyy ali- tai ylipraportointia.

Katsauksen tekoon hyödynnettiin hyvän tieteellisen käytännön periaatteita (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012). Tutkimuksen aihetta perusteltiin sen ajankohtaisuudella ja puutteellisenä aikaisempina tietona. Suhteellinen energiavaje vaikuttaa merkitsevästi urheilijoiden terveyteen ja suorituskykyyn, jonka takia tietoisuuden lisääminen on keskeistä. Tässä kirjallisuuskatsauksessa pyrittiin objektiiviseen aiheen tarkasteluun niin, ettei tämän katsauksen tekijän omat mielipiteet ja näkemykset vaikuttaneet lopputuloksiin. Tuloksia pyrittiin käsittelemään mahdollisimman todenmukaisesti. Katsauksen tekijä pyrki huolellisiin lähdeviittauksiin, jotta tutkielmasta olisi eriteltävissä tekijän omat havainnot sekä muiden tutkijoiden aikaisemmat havainnot (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012).

7.3 Yhteenveto ja jatkotutkimusehdotukset

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen pohjalta voidaan todeta, että tarve lisätiedolle naisjalkapalloilijoiden energiansaatavuutta koskien on suuri. Kuitenkin voidaan odottaa, että tutkimustieto yleisesti naisurheilijoiden energiansaatavuudesta ja naisjalkapalloilijoiden tutkimuksista lisääntyisi. Muun muassa Kansainvälisen olympiakomitean maailmankongressissa marraskuussa 2021 pääteemoja olivat juuri naisjalkapallo – lähinnä vamma-preventioiden muodossa – sekä suhteellinen energiavaje ilmiönä (IOC 2021). Ainakin Johanna Ihalaisen No-REDS-tutkimukselta voidaan odottaa tietoja suomalaisten naisurheilijoiden energiansaatavuuden tilanteesta muutaman vuoden sisällä (STT-viestintäpalvelut 2021). Myös esimerkiksi Norjasta on odotettavissa muutaman vuoden päästä suhteelliseen energiansaatavuuteen liittyvää tutkimusta norjalaisjalkapalloilijoista (Rosenvinge ym. 2022).

Jatkotutkimuksissa olisi hyvä selvittää yhä laajemmalla joukolla naisjalkapalloilijoita suhteellisen energiansaatavuuden esiintymistä ennen kautta, kauden aikana ja sen jälkeen. Ravitsemustietojen ja alhaisen energiansaatavuuden yhteyden tarkasteleminen on myös tarpeen. Tulevaisuudessa olisi hyvä pyrkiä validoimaan ilmiön tutkimusmittarit mahdollisimman luotettavan tutkimustiedon saavuttamiseksi. Suomalaisten naisjalkapalloilijoiden suhteellisen energiavajeen esiintymisen tutkiminen olisi merkittävää kotimaisen jalkapalloseuran kannalta.

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*.
- Ali, A., Williams, C., Nicholas, C.W. & Foskett, A. (2007). The influence of carbohydrate-electrolyte ingestion on soccer skill performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 39, 1969–1976.
- 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. <https://doi.org/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. *J Strength Cond Res.* 24(4):912-919. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d09f21
- 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.
- Beard J. & Tobin B. (2000). Iron status and exercise. *Am J Clin Nutr* 72(59) 7.
- 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.
- Bloomfield, J., Polmar, R. & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA premier league soccer. *J. Sports Sci. Med.* 6, 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*

- Braun H., von Andrian-Werburg J., Schänzer W. & Thevis M. (2018). Nutrition Status of Young Elite Female German Football Players. *Pediatr Exerc Sci.* 30(1), 57-167. 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 Med.* 45 (1), 33–S49.
- Burke, L.M., Cox, G., Culmings, N. & Desbrow, B. (2001). Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them? *Sports Med* 31, 267–99.
- Burke, L.M., Loucks, A. & Broad, N. (2006) Energy and carbohydrate for training and recovery. *Journal of Sports Sciences*, July 24(7), 675 – 685. DOI: 10.1080/02640410500482602
- 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):1-14. <http://dx.doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0142>
- 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. *Curr Rev Musculoskelet Med* 6, 173–81.
- Cholewa, J.M., Newmire, D.E. & Zanchi, N.E. (2019). Carbohydrate restriction: Friend or foe of resistance-based exercise performance? *Nutrition.* 60, 136- 146.
- Clark, M., Reed, D. & Crouse, S. (2003). Pre- and post-season dietary intake, body composition, and performance indices of NCAA division in female soccer players. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 13, 303–319.
- 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* 25:85–95.

- Collins J, Maughan R.J., Gleeson M., Bilbrough, 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. *Br J Sports Med* 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.*
- Currie, A. (2010). Sport and eating disorders – Understanding and managing the risks. *Asian Journal of Sports Medicine*, 1(2): 63–68.
- Dahn, J.P., Nucci, A., Doyle, A. & Feresin, R.G. (2021). Assessment of sports nutrition knowledge, dietary intake, and nutrition information source in female collegiate athletes: A descriptive feasibility study. *Journal Of American College Health* 1-9. <https://doi.org/10.1080/07448481.2021.1987919>
- 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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093218>
- Dobrowolski, H., Karcxemna, A. & Wlodarek, D. (2020). Nutrition for Female Soccer Players—Recommendations. *Medicina* 56(1), 28; <https://doi.org/10.3390/medicina56010028>

- Dobrowolski, H. & Włodarek, D. (2019). Dietary intake of Polish female soccer players. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 1134.
- Dobrowolski, H. & Włodarek, D. (2020). Low energy availability in group of Polish soccer players. *Rocz Panstw Zakl Hig* 71(1),89-96. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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.
- Fairburn, C. G. & Beglin, S. (2008). Appendix B. In C. G. Fairburn (Ed.), *Cognitive behavior therapy and eating disorders*. New York: Guildford Press.
- FIFA. (2022). FIFA Women's World Ranking. Viitattu 6.5.2022. https://www.fifa.com/fifa-world-ranking/women?dateId=ranking_20220325
- Fogelholm, M. (1994). Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Med* 18:249–67.
- Garner, D. M. (1991). *Eating Disorder Inventory – 2*. Professional manual. Odessa: FL.
- Garner, DM. (2004). *EDI-3—Eating Disorder Inventory: Professional Manual*. Psychological Assessment Resources, Inc; 2004. Lutz: FL.
- Garth, A. K. & Burke, L. M. (2013). What do athletes drink during competitive sporting activities? *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(7), 539–564. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0028-y>
- 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.

- 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. <https://doi.org/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.
- Heikura, I. (2021). *Suhteellinen energiavaje urheilussa. Teoksessa Ilander, O. 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. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0313>
- 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.
- 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. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 14, 29.
- Ihle, R., & Loucks, A.B. (2004). Dose-response relationships between energy availability and bone turnover in young exercising women. *J Bone Miner Res* 19, 1231–40.
- Ilander O., Laaksonen M., Lindblad P. & Mursu J. (2014). *Liikuntaravitsemus – tehoa, tuloksia ja terveyttä ruuasta. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy.*
- IOC. (2021). *The IOC World Conference on Prevention of Injury & Illness in Sport, Monaco, 25/11/2021-27/11/2021.* Viitattu 16.4.2022. <https://ioc-preventionconference.org/>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2013.07.001>
- Jeukendrup, A. (2014). A Step Towards Personalized Sports Nutrition: Carbohydrate Intake During Exercise. *Sports Med.*, 44 (1), 25–33.

- 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.
- Keen, R. (2018). Nutrition-Related Considerations in Soccer: A Review. *Am J Orthop*. December 3, 2018. doi: 10.12788/ajo.2018.0100
- Kirkendall, D. & Krstrup, P. (2021). Studying professional and recreational female footballers: A bibliometric exercise. *Scand J Med Sci Sports*. 1, 1-15. doi:10.1111/sms.14019
- Kitchin B. (2013). Nutrition counseling for patients with osteoporosis: a personal approach. *J Clin Densitom* 16, 426–31.
- 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 24.4.2022. <https://doi.org/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 = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 38(7), 725–733. <https://doi.org/10.1139/apnm-2012-0373>
- Lambrinoudaki, I. & Papadimitriou D. (2010). Pathophysiology of bone loss in the female athlete. *Ann N Y Acad Sci* 1205, 45–50.
- Lemon, P. (1994). Protein requirements of soccer. *J. Sports Sci*. 1994, 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. <https://doi.org/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.
- Loucks, A.B. & Heath, E. (1994). Induction of low-T3 syndrome in exercising women occurs at a threshold of energy availability. *Am J Physiol* 266(3), 817–23.
- 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.

- Loucks A. B. (2004). Energy balance and body composition in sports and exercise. *J Sports Sci* 22, 1–14.
- Loucks, A.B., Kiens, B. & Wright, H. (2011). Energy availability in athletes. *J. Sports Sci.* 29 (1), 7–15.
- 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. <https://doi.org/10.3390/jfmk5040096>
- Martin, L., Lambeth, A. & Scott, D. (2006). Nutritional practices of national female soccer players: Analysis and recommendations. *J. Sports Sci. Med.* 2006, 5, 130–137.
- 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. *J Trace Elem Med Biol* 28, 388–92.
- 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., . . . & Sjödin, 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*, 2019, 29, 152-164. <https://doi.org/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? *Clin J Sport Med* 22, 122–5.
- 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. *J Sports Sci* 21, 439-449.
- 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. *Am. J. Clin. Nutr.* 89, 161–168.
- 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. *Front. Physiol.* 6, 245.
- 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. <https://doi-org.ezproxy.jyu.fi/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093502>
- Mullinix, M., Jonnalagadda, S., Rosenbloom, C., Thompson, W. & Kicklighter, J. (2003). Dietary intake of female U.S. soccer players. *Nutr. Res.* 2003, 23, 585–593.
- Nappi, R.E. & Facchinetti, F. (2003). Psychoneuroendocrine correlates of secondary amenorrhea. *Arch Womens Ment Health* 6:83–9.
- 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. <https://doi.org/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 (Auckland, N.Z.)*, 47(10), 1951–1982. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0738-7>
- Nyman-Carlsson, E. & Garner, D.M. (2016). Eating Disorder Inventory. doi: 10.1007/978-981-287-087-2_192-1 . Viitattu 31.3.2022.
- 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.
- Ogan, D. & Pritchett, K. (2013). Vitamin D and the Athlete: Risks, Recommendations, and Benefits. *Nutrients* 5, 1856–1868.
- Owen, J.A., Kehoe, S.J. & Oliver, S.J. (2013). Influence of fluid intake on soccer performance in a temperate environment. *J Sports Sci.* 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 Med* 48:3–16.
- Petterson, 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. <https://doi.org/10.1007/s002230001131>
- 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.
- 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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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* (Bethesda, Md.: 1985), 88(5), 1707–1714. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.5.1707>
- Rosenvinge, J. H., Dasa, M. S., Kristoffersen, M., Pettersen, G., Sundgot-Borgen, J., Sagen, J. V. & Friberg, O. (2022). Study protocol: prevalence of low energy availability and its relation to health and performance among female football players. *BMJ open sport & exercise medicine*, 8(1), e001219. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2021-001219>
- Rumball, J. & Lebrun, C. (2005). Use of the preparticipation physical examination form to screen for the female athlete triad in Canadian interuniversity sport universities. *Clin J Sport Med* 15, 320–5.
- Saltin, B. (1973). Metabolic fundamentals in exercise. *Med Sci Sports* 1973; 5:137–46.
- Scott, D., Chisnall, P. & Todd, M. (2003) Dietary analysis of English female soccer players. *Science and soccer*. Eds: Reilly, T. and Williams, M. London: Routledge, an imprint of Taylor & Francis Books Ltd. 245-250.
- 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 Med Football*. 4(3), 211-215. [doi:10.1080/24733938.2020.1745265](https://doi.org/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. <https://doi.org/10.3109/13697137.2012.669530>
- 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.
<https://doi.org/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. <https://doi.org/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). DOI: 10.1080/02640414.2016.1156241
- Souglis, 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. *J. Strength Cond. Res.* 27, 2235–2247.
- Stice, E. (2002). Risk and maintenance factors for eating pathology: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 128(5), 825-848.
- 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. *J Clin Child Adolesc Psychol* 2012; 41:845–55.
- Strudwick, A. (2016). *Soccer Science*; Human Kinetics Publishers: Champaign, IL, USA, 2016.
- STT-viestintäpalvelut. (2021). Opetus- ja kulttuuriministeriöltä rahoitusta neljälle tutkimushankkeelle Jyväskylän yliopiston liikuntatieteelliseen tiedekuntaan. Artikkelijulkaistu 30.3.2021. Viitattu 5.5.2022. <https://www.sttinfo.fi/>
- 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.
- 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. <https://doi.org/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.
- Syömishäiriokeskus. (2020). Oman Elämänsä Urheilija -projekti. Viitattu 6.5.2022. <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. <https://doi.org/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. *J Appl Physiol* 78, 1360–1368.
- 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.
- Thomas, D., Erdman, K.A. & Burke, L.M (2016). American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 48, 543–568.
- 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. <https://doi.org/10.4085/JAT0502-20>
- Trakman, G.L., Forsyth, A., Hoye, R. & Belski, R. (2017). The nutrition for sport knowledge questionnaire (NSKQ): Development and validation using classical test theory and Rasch analysis. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 14, 26.
- 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.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2012). Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäiltyjen käsitteleminen Suomessa. Viitattu 5.5.2022. <https://tenk.fi/fi/ohjeet-ja-aineistot/HTK-ohje-2012>

- Valliant, M.W., Emplainscourt, 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, 506–516.
- Valtion ravitsemusneuvottelukunta. 2014. Terveyttä ruuasta! Suomalaiset ravitsemussuositukset. 2. korjattu painos. Viitattu 20.4.2022. <https://www.ruokavirasto.fi/>
- Van Loon, L. (2014). Is there a need for protein ingestion during exercise? *Sports Med.* 44, 105–111.
- 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
- 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. <https://doi.org/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 (Auckland, N.Z.)*, 48(11), 2497–2516. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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
- 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
- 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. <https://doi.org/10.1249/00005768-199307000-00003>

- Yli-Piipari, S. (2019). Energy Expenditure and Dietary Intake of Female Collegiate Tennis and Soccer Players During a Competitive Season. *Kinesiology* 51(1) 70-77. <https://doi.org/10.26582/k.51.1.11>
- Zawila, L.G., Steib, C.S. & Hoogenboom, B. (2003). The female collegiate cross-country runner: Nutritional knowledge and attitudes. *J. Athl. Train* 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. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(01\)00083-9](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(01)00083-9)

LIITE 1. Kvantitatiivisten tutkimusten laadunarvioinnin tarkistuslista (Kmet ym. 2004).

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

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