

**ALHAISEN ENERGIANSAAANNIN YHTEYS RASITUSMURTUMIIN  
NAISYLEISURHEILJOILLA**

Alina Puhakka

Liikuntalääketieteen kandidaatin tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2024

## TIIVISTELMÄ

Puhakka, A. 2024. Alhaisen energiansaannin yhteys rasitusmurtumiin naisyleisurheilijoilla. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän Yliopisto, liikuntalääketieteen kandidaatintutkielma, 29 s, 1 liite.

Rasitusmurtumat ovat luuhun syntyneitä, kuormituksen aiheuttamia rasitusvammoja. Rasitus synnyttää luuhun mikroaurioita, joita keho korjaa normaalisti itse. Jos keho ei kerkeä korjaamaan mikroaurioita, voi tällöin syntyä rasitusmurtuma. Rasitusmurtumat ovat yleisiä Suomessa etenkin varusmiehillä sekä urheilijoilla. Vaikuttaa siltä, että naisurheilijat ovat miesurheilijoita suuremmassa riskissä saada rasitusmurtuman ja tälle altistaa etenkin alhainen energiansaanti, sekä siihen yhdistetty ennen naisurheilijan oireyhtymänä tunnettu suhteellinen energianvaje urheilussa (RED-S). Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa on tarkoituksena tutkia, onko alhaisella energiansaannilla ja rasitusmurtumilla yhteyttä naisyleisurheilijoilla. Työstä on rajattu pois kestävyyslajien edustajat.

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen haku suoritettiin 5.11.2023 Scopus ja CINAHL tietokantoihin. Tuloksena saatiin yhteensä 169 tutkimusartikkelia, joista poistettiin 33 duplikaattia. Käsihaun sekä harmaan kirjallisuuden haun jälkeen jäljelle jäi 14 tutkimusartikkelia, joista sisäänottokriteerien jälkeen tutkielmaan valikoitui 3. Koska aiheesta on tutkimuksia vähän, tutkielma päätettiin tehdä näiden 3 tutkimuksen pohjalta.

Tutkielman perusteella vaikuttaa siltä, että alhaisen energiansaannin ja rasitusmurtumien välillä voi olla yhteyttä, mutta aihe vaatii silti vielä lisää jatkotutkimuksia, jotta tarkkoja johtopäätöksiä voidaan tehdä. Tutkielman luotettavuuteen vaikuttaa aiheen vähäiset tutkimukset. Jotta voidaan tehdä tarkempia johtopäätöksiä, tarvitaan aiheesta lisää tutkimuksia pidemmällä seuranta-ajoilla ja kohdistettuna paremmin myös muihin yleisurheilulajien edustajiin, kuin kestävyysurheilijoihin.

Asiasanat: naisyleisurheilijat, rasitusmurtuma, alhainen energiansaanti, RED-S, ulkonäköpaineet

## SISÄLLYS

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

1	JOHDANTO .....	1
2	RASITUSMURTUMA .....	2
2.1	Rasitusmurtumalle altistavat tekijät.....	3
2.2	Rasitusmurtuman toteaminen .....	4
3	YLEISURHEILU JA NAISURHEILIJAT .....	5
3.1	Naisyleisurheilijan harjoittelu.....	5
3.2	Naisurheilijoiden kokemat ulkonäköpaineet .....	6
4	URHEILIJAN ENERGIANSAAATAVUUS .....	8
4.1	Urheilijan riittävä energiansaanti.....	8
4.2	Urheilijan riittämätön energiansaanti .....	9
4.3	Suhteellinen energianvaje urheilussa (RED-S) .....	10
5	MENETELMÄT .....	12
5.1	Sisäänotto- ja poissulkukriteerit .....	12
5.2	Haun toteutus.....	13
5.3	Laadunarviointi.....	16
6	TULOKSET .....	17
6.1	Tutkimusten esittely.....	17
6.2	Tulosten yhteenveto.....	18
7	POHDINTA .....	21
7.1	Tulosten analysointi.....	21
7.2	Tutkielman luotettavuus .....	24
7.3	Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet .....	27
	LÄHTEET.....	30

## LIITTEET

Liite 1: Laadunarviointikriteeristöt JBI mukaan

# 1 JOHDANTO

Luuston rasitusvammat ovat mielletty Suomessa erityisesti urheilijoiden, varusmiesten sekä kuntoilijoiden rasitusperäiseksi vammoiksi (Kiuru ym. 2003). Rasitusmurtuma on yksi yleisimmistä rasitusvammoista urheilijoilla (Nattiv ym. 2013). Rasitusmurtumat ovat vammoja, jotka syntyvät toistuvan epänormaalin kuormituksen seurauksena luuhun, johon kuormitus aiheuttaa mikrovaurioita, joka voi lopulta johtaa murtumaan (Abbot ym. 2020). Rasitusmurtuma-nimike nykyään rajataan terveeseen luuhun väsymismekanismilla syntyneeseen murtumaan (Aro & Mäyränpää 202) ja siitä voidaan käyttää myös lääketieteellistä termiä rasitusosteopatia (Kiuru ym. 2003). Rasitusmurtuma voi lopettaa urheilijan kauden ennenaikaisesti tai pahimmillaan se voi jopa lopettaa uran kokonaan (Joy & Campbell 2002). Rasitusmurtuma voi aiheuttaa urheilijalle kovaa kipua, jopa pysyvän vamman sekä taloudellisia menetyksiä (Abbot ym. 2020).

Aiheen ollessa laaja ja sen koskettaessa monia urheilijoita, on tärkeää perehtyä vamman kuntouttamisen sijaan myös sen ehkäisyyn (Moreira & Bilezikian, 2016). Riittävä energiansaanti on merkittävä tekijä urheilijan terveydessä ja urheilusuorituksessa. Joskus naisurheilijat saattavat rajoittaa energiansaantia säilyttääkseen kevyemmän kehonpainon tietyissä lajeissa, näin ollen saavuttaakseen paremman suorituskyvyn – etenkin esteettisissä ja painolajeissa (Ishizu ym. 2022). Vaikuttaa siltä, että energiansaannilla voi olla yhteyttä rasitusmurtumiin naisurheilijoilla (Moreira & Bilezikian, 2016) ja tärkeää olisi puuttua liian alhaiseen energiansaantiin sekä tunnistaa riskitekijät rasitusmurtuman taustalla, kuten urheilijan kuukautiskierto ja aikaisemmat luuvauriot (Joy & Cambell 2002). Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen on tarkoitus selvittää, onko alhaisella energiannaannilla yhteyttä naisyleisurheilijoiden rasitusmurtumiin. Tutkimukset ovat osoittaneet, että naisilla saattaa olla suurempi riski saada rasitusmurtuma kuin miehillä, vaikka harjoitusmäärä olisi sama. Tätä voi selittää tietyt anatomiset ja biomekaaniset sukupuolierot, sekä etenkin nuorilla naisilla kuukautiskierron epäsäännöllisyyden on tutkittu olevan yhteydessä rasitusmurtuman riskin kasvamiseen (Abbot ym 2020). Tässä työssä keskitytään tarkastelemaan rasitusmurtumia tavoitteellisesti urheilevilla naisyleisurheilijoilla.

## 2 RASITUSMURTUMA

Luu on dynaamista kudosta, joka reagoi muutoksiin ja ulkoisiin voimiin resorptiolla eli hajoamalla sekä uudelleen muodostumalla eli korjautumalla (Nelson 2002). Rasisusmurtuma on luun vamma, joka syntyy epänormaalin kuormituksen seurauksena (Abbot ym. 2020). Usein taustalla on pitkäkestoinen ja toistuvan tärähdysimpaktion, kompression ja lihasvenytysrasituksen kohdistuminen luuhun, joka ei ole tottunut tällaiseen rasiitukseen (Taimela ym. 1994). Rasiituksen aiheuttama luuvaurio syntyy, kun kuormitus ylittää luun korjauskyvyn (Nelson & Arciero 2002). Rasisusmurtumalle tyypillisiä oireita voivat olla esimerkiksi leposärky sekä kipu rasiituksessa (Taimela ym. 1994). Kiuru ym. (2003) kertoo, että rasiitusosteopatia eli rasisusmurtuma voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin: 1) ”fatigue fracture” eli väsymys murtuma, joka syntyy toistuvan epänormaalin rasiituksen seurauksena tai 2) ”insufficiency fracture” joka on taas seurausta jonkun sairauden heikentämässä luussa, johon on kohdistunut normaalia rasiitusta. Tässä työssä keskitytään tyyppiin 1 eli väsytyks murtuman tarkasteluun, sillä sen on katsottu olevan juuri urheilijoiden rasiitusvamma, kun taas insufficiency fracturen katsotaan olevan enemmän iäkkäiden ihmisten ongelma, jonka taustalla voi olla esimerkiksi osteoporoosi (Kiuru ym. 2003).

Yleisurheilijoilla juoksijoiden ja hyppääjien yleisimpiä rasisusmurtuman kohtia ovat sääriluu, pohjeluu sekä nilkan alue, kun taas heittäjien yleisin alue rasisusmurtumalle on olkapään alue (Nelson & Arciero 2002). Nattiv ym. (2013) yleisurheilijoihin kohdistuneessa tutkimuksessa 211 mies- ja naisyleisurheilijalla todettiin viiden vuoden aikana yhteensä 61 rasisusmurtumaa kilpailukausien aikana, jolloin voidaan todeta rasisusmurtuman olevan melko yleinen vamma yleisurheilijoilla. Koripalloon, cheerleadingiin ja voimisteluun verrattuna juoksua harrastavat naiset saattavat olla suuremmissa riskissä saada rasisusmurtuman (Abbot ym. 2020).

## 2.1 Rasitusmurtumalle altistavat tekijät

Rasitusmurtumalle voi altistaa tietyt ulkoiset ja sisäiset tekijät. Ulkoisia tekijöitä, jotka voi altistaa rasitusmurtumalle, ovat tietyt urheilulaji, kengät ja muut välineet sekä ympäristölliset tekijät kuten alusta, jolla urheillaan (Moreira & Bilezikian, 2016). Korkeat kilometrimäärät juostessa sekä äkillinen harjoitusohjelman intensiteetin nosto voi myös altistaa urheilijaa rasitusmurtumalle (Nelson & Arciero 2002). Myös tekniikkavirheet urheilusuorituksessa voivat altistaa rasitusmurtumalle (Taimela ym. 1994). Tietyn tyyppinen harjoittelu itsessään altistaa pelkän harjoittelun vuoksi rasitusmurtumille ja tutkimukset ovat osoittaneet, että lajit, joissa juoksua tulee enemmän kuin 67 km viikossa juoksua, ovat erityisen alttiita rasitusmurtumille (Moreira & Bilezikian, 2016). Myös raajojen pituuserot, korkea jalkaholvi sekä jalkaterän pronaatio voivat olla riskitekijöitä (Nelson & Arciero 2002).

Sisäisiä riskitekijöitä voi olla esimerkiksi sukupuoli, sillä tutkimukset ovat osoittaneet, että naisurheilijoilla saattaa olla enemmän rasitusmurtumia kuin miesurheilijoilla ja tätä voidaan ainakin osittain selittää ravitsemus- ja hormonitekijöillä (Moreira & Bilezikian 2016). Tätä tukee myös Wentz ym. (2011) laaja systemaattinen kirjallisuuskatsaus rasitusmurtumista, jossa verrattiin yli 20 tutkimusta (10 tutkimusta mies- ja naisurheilijoista ja 11 tutkimusta asepalvelusta suorittavista miehistä ja naisista). Tämä asepalvelusta suorittaviin miehiin ja naisiin sekä mies- ja naisurheilijoihin kohdistunut systemaattinen kirjallisuuskatsaus osoitti, että niin asepalvelusta suorittavilla naisilla kuin myös naisurheilijoilla oli enemmän rasitusmurtumia, kuin asepalvelusta suorittavilla miehillä tai miesurheilijoilla.

Myös liian alhainen estrogeenin määrä voi altistaa rasitusmurtumille, ja riittävä määrä estrogeeniä on välttämätöntä naisille, jotta heillä on mahdollisuus saavuttaa suurin luumassa kahden- ja kolmenkymmenen vuoden iässä, johon voi vaikuttaa riittävällä ravitsemuksella (Nelson & Arciero 2002). Naisilla kuukautiskierron häiriöt säännöllisen harjoittelun yhteydessä saattaa nostaa riskiä rasitusmurtumalle (Taimela ym. 1994). Luun

alentuneen mineraalitiheyden on myös todettu altistavan rasisusmurtumille, mutta siihen liittyy useita muuttujia ja suhde vaatii vielä lisää tutkimuksia (Nelson & Arciero 2002). Naisurheilijoilla muita ravitsemukseen liittyviä riskitekijöitä alhaisen energiansaannin lisäksi on todettu olevan alhainen D-vitamiinin ja kalsiumin saanti (Abbott ym. 2020).

Abbot ym. (2020) kertoo, että kehonkoostumuksen on myös osoitettu vaikuttavan riskiin saada rasisusmurtuma ja vaikuttaa siltä, että erityisesti ne urheilijat, joilla on alhainen rasvamassa kehossa ovat riskissä saada rasisusmurtuman, mutta myös ne urheilijat, joilla on korkea rasvamassa kehossa ovat riskissä saada rasisusmurtuma. Erityisesti korkean rasvamassa omaavilla urheilijoilla on lisääntynyt riski saada sääriluun rasisusmurtuma (Abbott ym. 2020). Naisilla myös miehiä pienempi luun koko sekä pienempi lihassmassa voi altistaa enemmän rasisusmurtumille (Nelson & Arciero 2002). Yksi suurimmista riskitekijöistä rasisusmurtumalle miehillä ja naisilla on kuitenkin aikaisempi rasisusmurtuma, mutta naisurheilijoilla kuitenkin suurimman riskin rasisusmurtumalle aiheuttaa naisurheilijan oireyhtymä, joka on seurausta liian alhaisesta energiansaannista (Abbott ym. 2020). Naisurheilijan oireyhtymästä – joka nykyään tunnetaan paremmin nimellä suhteellinen energianvaje urheilussa – kerrotaan lisää omassa kappaleessa.

## **2.2 Rasisusmurtuman toteaminen**

Rasisusmurtuma voidaan todeta kuvantamalla ja sen yleisimpiä tapoja ovat röntgenkuvaus, gammakuvaus sekä magneettikuvaus (MRI) (Nelson & Arciero 2002). Muita kuvantamistapoja ovat tietokonetomografia (CT) sekä ultraäänitutkimus (DX), mutta näistä luotettavin on silti magneettikuvaus (MRI), joka antaa tarkimman kuvan rasisusmurtuman laadusta ja tilasta (Matcuk ym. 2016).



### **3 YLEISURHEILU JA NAISURHEILIJAT**

Yleisurheilu on laji, joka on muotoutunut eri liikuntamuotojen kuten kävelyn, juoksemisen, hyppäämisen ja heittämisen ympärille. Se on yksi harrastetuimmista ja kilpailluimmista yksilöurheilumuodoista. Yleisurheilussa on kuusi eri lajiryhmää: pika- ja aitajuoksu, kestävyysjuoksu, kilpakävely, hyppylajit (pituushyppy, korkeushyppy, seiväshyppy ja kolmiloikka), heittolajit (keihäänheitto, moukarinheitto, kiekonheitto ja kuulantyyntö) ja moniottelut (Turun seudun kenttäurheilijat 2023).

#### **3.1 Naisyleisurheilijan harjoittelu**

Yleisurheilijan harjoittelu on monipuolista ja se usein sisältää paljon hyppeilyä, räjähtävää voimaa sekä kestävyyttä (Suomen Urheiluliitto 2011). Yleisurheilussa nopea ja voimakas juoksu on lähes joka lajissa tärkeässä roolissa ja siksi nopeutta kehittävän juoksun harjoittelun voidaan sanoa kuuluvan lähes jokaisen yleisurheilijan harjoitteluohjelmaan (Bridgett ym. 2002). Huippu-urheiluun tähtäävät yleisurheilijat saattavat harjoitella jopa n. 16–18 tuntia viikossa ja harjoituksia voi olla myös kahdesti päivässä (Suomen Urheiluliitto 2011). Voimaa, lajitekniikkaa ja nopeutta on tavoitteellisen urheilijan tärkeää harjoitella viikoittain (Haugen ym. 2019). Kilpailuun valmistavalla kaudella sekä kilpailukaudella treenimäärät yleensä vähenevät ja palautumisen toivotaan olevan laadukasta (Suomen Urheiluliitto 2011).

Naisurheilijan harjoitusohjelmassa olisi tärkeää ottaa tiettyjä asioita huomioon, kuten miesten ja naisten väliset fysiologiset erot. Solli & Sandbakk (2019) toteavat naisurheilijoita koskevassa tutkimuksessaan, että miesten ja naisten fysiologisten erojen huomioimatta jättäminen erityisesti yksilötasolla voi vaikuttaa huomattavasti huippu-urheilijan suorituskykyyn. Samassa artikkelissa todetaan, että yksi isoimmista fysiologisista tekijöistä, joka erottaa mies- ja naisurheilijat toisistaan, on naisurheilijan kuukautiskierto.

Solli & Sandbakk (2019) tutkimuksessa 140 naisurheilijaa raportoivat kyselylomakkeella kuukautiskierron ja/tai hormonaalisen ehkäisyn vaikutuksista suorituskykyyn. Tutkimuksessa suuri osa naisurheilijoista koki suorituskyvyn heikentyneen 1–4 päivää ennen kuukautisvuotoa tai sen aikana. Taipale & Ihalainen (2019) kertovat, että kuukautisten vaikutukset naisurheilijan harjoitteluun ovat vielä lisätutkimuksia vailla, sillä vaikuttaa siltä, että ne voivat olla hyvin yksilöllisiä, mutta niiden on kuitenkin todettu vaikuttavan voimantuotto-ominaisuuksiin, aineenvaihduntaan, kehon lämpötilaan, tulehduksiin sekä näiden kautta loukkaantumisiin, jonka vuoksi ne olisi tärkeää huomioida harjoittelussa. Koska yleisurheilijan treenimäärät ovat jopa viikkotasolla melko korkeat, on tärkeää vammojen ehkäisemiseksi, että urheilijan valmennuksessa otetaan huomioon erityisesti myös yksilölliset tekijät (Suomen Urheiluliitto 2011). Koska erityisesti kuukautishäiriöt voivat olla merkki liian alhaisesta energiansaannista, niihin olisi tärkeää kiinnittää huomiota myös valmennuksessa ja harjoittelussa, sillä kuukautishäiriöt voivat altistaa urheilijaa esimerkiksi rasitusmurtumalle tai muille rasitusvammoille (Matcuk ym. 2016).

### **3.2 Naisurheilijoiden kokemat ulkonäköpaineet**

Vaikuttaa siltä, että naisurheilijat kokevat ulkonäköpaineita, jolla voi olla vaikutusta myös itse urheiluun. Zaccagni & Gualdi-Russo (2023) tekemän laajan, 15 tutkimusta sisältävän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mukaan naisurheilijat kokevat enemmän tyytymättömyyttä omaan kehonkuvaan ja ulkonäköpaineita, kuin miesurheilijat. Samassa tutkimuksessa todettiin yhdeksi syyksi, että naisurheilijat kokevat enemmän median painetta näyttää urheilulliselta ja hoikalta.

Fortes ym. (2015) naisyleisurheilijoiden ulkonäköpaineisiin liittyvään poikkileikkaustutkimukseen osallistui 92 naispikajuoksijaa. Tutkimuksessa 25.3 % koki tyytymättömyyttä omaan kehonkuvaan ja paineita optimoida oma kehonpaino niin, että keho vastaisi ”yleistä käsitystä” siitä, miltä urheilijan kehon kuuluisi näyttää. Samassa tutkimuksessa todettiin, että urheilijoiden käyttämät kilpailuasut saattavat paljastaa urheilijan kehoa yleisölle, josta voi aiheutua urheilijalle häpeää ja tyytymättömyyttä omaa

kehoaan kohtaan. De Bruin ym. (2007) tutkimuksen mukaan naisurheilijoiden tyytymättömyys omaan kehonkuvaan on lisääntynyt viime vuosina, jota voi selittää tyytymättömyys kilpailusuorituksiin ja niiden vuoksi kehoa halventavien kommenttien saaminen, joka voi johtaa häiriintyneeseen syömiskäyttäytymiseen.

Urheiluravitsemuksessa energiaa, joka jää kehon käyttöön fysiologisten perusasioiden tukemiseen ja toimintoihin, kutsutaan energiansaatavuudeksi (engl. energy availability) (Burke ym. 2018). Thomas ym. (2016) kertoo, että riittävä energiansaanti on urheilijan ruokavalion kulmakivi, sillä riittävä energiansaanti tukee elimistön optimaalista toimintaa, suojaa riittävän makro- ja hivenravinteiden saannin sekä vaikuttaa kehonkoostumukseen. Energiansaannin katsotaan olevan tasapainossa, kun kokonaisenergian saatavuus vastaa energian kokonaiskulutusta (Thomas ym. 2016). Jos urheilijan energiansaatavuus ei ole riittävää ja oikein rytmitettyä, voi harjoituksista palautuminen ja kehittyminen hidastua (Suomen Urheiluliitto 2011).

#### 4.1 Urheilijan riittävä energiansaanti

Thomas ym. (2016) kertoo, että päivittäin saatavasta energiasta osa kuluu lepoaineenvaihduntaan, arkiaktiivisuuteen sekä liikunnassa kuluviin suorituksiin. Osa energiasta varastoituu kehoon rasvakudoksen, hiilihydraatin (lihas- ja maksaglykokeenin) sekä lihasproteiinin muodossa, ja kun päivittäinen energiansaanti on riittävää tai jopa hieman kulutusta suurempaa, keho pystyy paremmin vastaanottamaan harjoitteluun sekä palautumaan siitä (Ilander, 22, 2014). Jos keho saa vähemmän energiaa kuin se kuluttaa, keho kompensoi energiavajetta käyttämällä sen omia energiavarastoja ja tällöin rasvakudosta kuluu enemmän kuin sitä varastoituu (Ilander, 22, 2014).

Urheilijan ruokavaliota ja riittävää energiansaantia voidaan arvioida esim. kyselylomakkeella, jossa kerätään tietoa syömisen, juomisen ja ravintolisien ajoituksesta sekä määrästä (Loucks ym. 2011). Yleensä seuranta-aika on 3-7 päivää, sillä on todettu, että 3-4 päivän seuranta ruokailussa on optimaalisin, sillä pidemmät seuranta-ajat voivat vaikuttaa tarkkuuteen (Thomas ym. 2016). Thomas ym. (2016) artikkelissa kerrotaan, että vaikka ruokailujen seuranta on hyvä tapa saada tietoa urheilijan ravitsemuksesta, on niissä urheilijan itse täyttämänä kuitenkin riskejä harhoille, kuten yli-/ali/väärinraportoinneille

ja hankaluus saada laaja kuva pitkän aikavälin ravinnonsaannista ja vaikuttaa siltä, että yleisin harha raportoinnissa on aliraportointi.

## **4.2 Urheilijan riittämätön energiansaanti**

Jos päivittäinen energiansaanti on niukkaa eikä vastaa kulutusta, keho joutuu käyttämään energiavarastoja tasapainottamaan energiavajetta, jolloin kehoon varastoitunutta rasvaa kuluu enemmän kuin sitä varastoituu, jonka johdosta rasvakudos vähenee ja rasvaprosentti pienenee, mutta myös lihaskudos voi pienentyä (Ilander, 22, 2014). Riittämätön energiansaanti voi vaikuttaa negatiivisesti urheilijan suorituskykyyn ja altistaa loukkaantumisille (Ishizu ym. 2022). Jos päivittäinen energiansaanti on niukkaa eikä vastaa kulutusta, harjoitusadaptaatio voi pienentyä, jolloin ylläpidon sekä loukkaantumisen riski kasvaa (Ilander, 22, 2014). Logue ym. (2019) tutkimuksessa todettiin, että alhaisen energiansaannin merkkejä osoittavilla urheilijanaissilla oli 3 kertaa suurempi riski olla pois harjoituksista n. 22 päivää enemmän vuodessa kuin niillä urheilijoilla, joilla ei ollut merkkejä alhaisesta energiansaannista.

Urheilijan riittämättömän energiansaannin taustalla voi olla erilaisia syitä. American College of Sports Medicine (2011) tunnisti tutkimuksessaan kolme erilaista syytä urheilijoiden energianvajeelle. Ensimmäinen syy oli pakkomielleiset syömishäiriöt ja niihin liittyvät kliiniset mielenterveysongelmat. Toinen syy oli tarkoituksellinen painonpudotus, joka oli toteutettu huonosti, ja usein tässä oli taustalla pyrkimyksenä vähentää kehon rasvakudosta sekä sen myötä menestyä paremmin kilpailuissa. Tämä tapa saattoi sisältää myös osalla häiriintynyttä syömiskäyttäytymistä, kuten paastoamista, laihduttavia pillereitä, laksatiivia, diureetteja, peräruiskeita tai oksentamista. Kolmas syy oli tahattomasti liian vähäinen syöminen energian kulutukseen nähden (Loucks ym. 2011).

Erityisesti pitkään jatkunut riittämätön energiansaanti voi johtaa kehon mukautumiseen liian alhaiseen energiansaantavuuteen, joka voi johtaa monien metabolisten,

hormonaalisten ja toiminnallisten kehonprosessien häiriintymiseen (Loucks ym. 2011). Riittämättömän energiansaannin sivuoireita voi olla esimerkiksi raudanpuute, jolla voi olla negatiivisia vaikutuksia fyysiseen sekä henkiseen terveyteen, sekä se heikentää harjoittelussa jaksamista (Thomas ym. 2016).

Niukan energiansaannin vuoksi myös estrogeenitasot voivat laskea naisurheilijalla (Abbot ym. 2020). Estrogeenihormoni on myös yksi luun kuntoon vaikuttavista tekijöistä (Luustoliitto 2021). Tämä hormoni on tärkeässä roolissa luun muodostumiselle ja uudelleen rakentumiselle (Krum ym. 2008). Alhaista estrogeenitasoa voi selittää esimerkiksi raskas urheilu, alhainen energiansaanti, syömishäiriöt, autoimmuunisairaudet ja luonnollinen ikääntyminen (Luustoliitto 2021). Alhainen estrogeenitaso altistaa myös muille luusairauksille kuten osteoporoosille (Krum ym. 2008). Riittämätön energiansaanti voi myös johtaa riittämättömään kalsiumin saantiin, joka voi johtaa luun mineraalipitoisuuden vähenemiseen sekä helpommin rasitusmurtumien syntyyn (Thomas ym. 2016). Luussa esiintyvän alhaisen mineraalipitoisuuden on katsottu korreloivan suoraan luun mekaaniseen lujuuteen (Kiuru ym. 2003).

### **4.3 Suhteellinen energianvaje urheilussa (RED-S)**

Riittämättömän energiansaannin johdosta urheilijalle voi kehittyä suhteellinen energiavaje urheilussa eli Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S) joka tunnettiin ennen termillä naisurheilijan oireyhtymä (female athlete triad) (Sim & Burns 2021). Nykyään kuitenkin tiedetään, että niukka energiansaantavuus ei kuitenkaan aiheuta ongelmia vain naisille, joten naisurheilijan oireyhtymä on laajennettu RED-S termiin, joka tarkoittaa ja kattaa riittämättömästä energiansaannista johtuvat fysiologiset ja psykologiset häiriötilat niin miehillä kuin naisilla (Ilander, 24, 2014). Koska useat tutkimukset aiheeseen liittyen ennen RED-S termin käyttöönottoa ovat käyttäneet termiä naisurheilijan oireyhtymä, myös tässä työssä on käytössä lähteen mukaan molemmat termit. Tämä tutkielma tutkii vain naisurheilijoita, jonka vuoksi tässä työssä keskitytään tarkastelemaan RED-S oireita vain naisilla.

RED-S on termi kuvaamaan häiriötilaa urheilijoilla, jossa riittämätön energiansaanti yhdistettynä raskaaseen harjoitteluun johtaa naisilla hormonitasapainon sekä kuukautiskierron häiriöihin ja niistä aiheutuvaan luun tiheyden pienenemiseen (Tenforde ym. 2017). Jos kuukautiset puuttuvat kokonaan, sitä kutsutaan amenorreaksi ja jos kuukautiskierron pituus vaihtelee viiden viikon ja usean kuukauden välillä, kutsutaan tätä tilaa oligomenorreaksi (Tiitinen 2022). Amenorreaan ja oligomenorrean on todettu usein olevan seurausta liian alhaisesta energiansaannista ja siksi sen voidaan katsoa olevan yksi suurimmista alhaisen energiansaannin oireista naisilla (Nelson & Arciero 2002).

Amenorreaa sairastavilla naisurheilijoilla luun mineraalipitoisuuden vähentyminen on tutkittu johtuvan vähentyneestä estrogeenin määrästä, joka voi johtua vähäisestä energiansaannista (Loucks ym. 2011). Naiset, joilla on amenorrea tai oligomenorrea kahden- ja kolmenkymmenen vuoden iässä, saattavat menettää luumassaan sen lisäämisen sijasta ja näinä vuosina tapahtunut luukato voi olla pysyvää (Nelson & Arciero 2002). Poikkeavuudet kuukautiskierrossa saattaa johtaa luun mineraalitiheyden pienenemiseen, mutta amenorreasta voi kärsiä myös ilman, että luun mineraalitiheys pienenee (Nelson & Arciero 2002). RED-S taas voi vaikuttaa myös kehon metaboliseen ja hematologiseen järjestelmiin sekä psyykkiseen puoleen, sekä myös sydän- ja verisuonijärjestelmät, ruoansulatuskanava ja immunologiset järjestelmät voivat olla vaarassa saada negatiivisia vaikutuksia RED-S johdosta (Thomas ym. 2016).

RED-S voi myös vaikuttaa alentavasti suorituskykyyn mm. lisäämällä vamman riskiä, heikentämällä kestävyyttä, heikentämällä harjoitusvastetta ja koordinaatiokykyä. Lisäksi se voi lisätä ärtyneisyyttä, masennusta ja vähentää glykogeenivarastoja sekä lihaksia (Thomas ym. 2016). Naisurheilijan oireyhtymää on tutkittu paljon ja sen voidaan todeta olevan merkittävästi yhteydessä rasitusmurtumiin naisurheilijoilla (Abbot ym. 2020).

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on selvittää alhaisen energiansaannin vaikutuksia naisyleisurheilijoiden rasitusmurtumiin. Energiansaannin vaikutuksia rasitusmurtumiin on tutkittu paljon erityisesti kestävyysjuoksua harrastavilla, mutta vähemmän muiden lajien urheilijoilla. Erityisesti yleisurheilussa muihin lajeihin kuin kestävyysjuoksuun kohdistuvat tutkimukset ovat vielä melko vähäisiä tai tutkimuksia ei tietyistä lajeista yleisurheilun sisällä ole ollenkaan. Tämän vuoksi tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymykseksi muotoutui: onko liian alhaisella energiansaannilla yhteyttä rasitusmurtumiin naisyleisurheilijoilla, poislueutuna kestävyysjuoksijat?

### 5.1 Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Tämä tutkielma keskittyy naisyleisurheilijoihin, mutta rajaa pois kestävyysurheilulajit, sillä pitkänmatkan juoksijoilla on todettu kestävyysjuoksun juoksumäärän olevan yhteydessä alhaisempaan luun mineraalitiheyteen, joka voi itsessään altistaa rasitusmurtumille (Tenforde ym. 2013). Ne naisurheilijat, jotka juoksevat yli 16 kilometriä viikossa ovat suuremmassa riskissä saada rasitusmurtuman, kuin ne urheilijat, jotka juoksevat alle 16 kilometriä viikossa (Abbott ym. 2020).

Tutkielmaan otettiin mukaan vain ne tutkimukset, joiden tuloksissa oli selvästi eroteltu juuri yleisurheilijoiden (pois luettuna kestävyysurheilijat) tulokset.

Vaikka tarvitaan lisää tutkimuksia siitä, onko naisilla todella suurempi riski saada rasitusmurtuma kuin miehillä, on tutkimuksissa kuitenkin osoitettu tiettyjä riskitekijöitä, jotka altistavat naisia enemmän rasitusmurtumille kuin miehiä. Näitä riskitekijöitä voivat olla esimerkiksi hormonaaliset erot, naisten pienempi luukoko ja pienempi lihasmassa (Nelson & Arciero 2002). Koska naiset saattavat olla suuremmassa riskissä saada rasitusmurtuma, on miehet rajattu tästä työstä pois.

Tähän kirjallisuuskatsaukseen valittiin vain englanninkielisiä tutkimusartikkeleita, jotka olivat saatavilla maksutta.



Koska tutkielmassa tutkittiin liian alhaisen energiansaataavuuden yhteyttä rasitusmurtumiin, oli sisäänottokriteerinä tutkimuksissa täytyneen tutkia urheilijan energiansaataavuutta joko kyselomakkeella tai muulla luotettavalla menetelmällä. Sisäänottokriteerinä oli myös rasitusmurtumien toteaminen asianmukaisella ja luotettavalla lääketieteellisellä keinolla, kuten MRI- tai röntgenkuvauksella. Koska tutkielmassa haluttiin tutkia tavoitteellisesti urheilevia naisyleisurheilijoita, oli sisäänottokriteerinä urheilijoiden oltava vähintään kilpatason urheilijoita, jolloin harrasteurheilijat poissuljettiin tutkielmasta.

Koska Robbeson ym. (2013) tutkimus oli muuten sopiva, mutta tutkimuksesta ei löytynyt tietoa siitä, minkä lajien edustajista tutkimus oli tehty, tiedot saatiin tutkielmaa varten laittamalla sähköpostia suoraan yhdelle tutkimuksen tutkijoista, DR. Wrightille (2024). Sähköpostilla tutkielmaa varten saatiin tiedot siitä, mitä lajien edustajia tutkimuksissa oli ja ketkä heistä olivat raportoineet rasitusmurtumista. Näiden tietojen perusteella myös Robbeson ym. (2013) tutkimus pystyttiin ottamaan mukaan tutkielmaan. Myös Bennell ym. (1995) tutkimusartikkeli saatiin sähköpostilla suoraan tutkijalta.

## **5.2 Haun toteutus**

Tiedonhaku suoritettiin 5.11.2023 Scopus ja CINAHL tietokantoihin seuraavalla hakulausekkeella: "energy\*" OR "nutrition\*" OR "low energy intake\*" OR "food intake\*" OR "energy availability\*" OR "food\*" OR "eating\*" OR "diet\*" OR "dietary intake" OR "energy sufficiency\*" OR "energy deficiency\*" OR "female athlete triad\*" OR "RED-S\*" OR "relative energy deficiency\*" AND "stress fracture\*" OR "fatigue fracture\*" OR "fracture\*" OR "bone injury\*" AND "track and field\*" OR "sprint\*" OR "athletics\*" OR "long jump\*" OR "Hurdling\*" OR "hurdle\*" or "javelin throw\*" OR "shot put\*" OR "triple jump\*" OR "pole vault\*" OR "high jump\*" OR "hammer throw\*" OR "discus throw\*" OR "heptathlon\*".

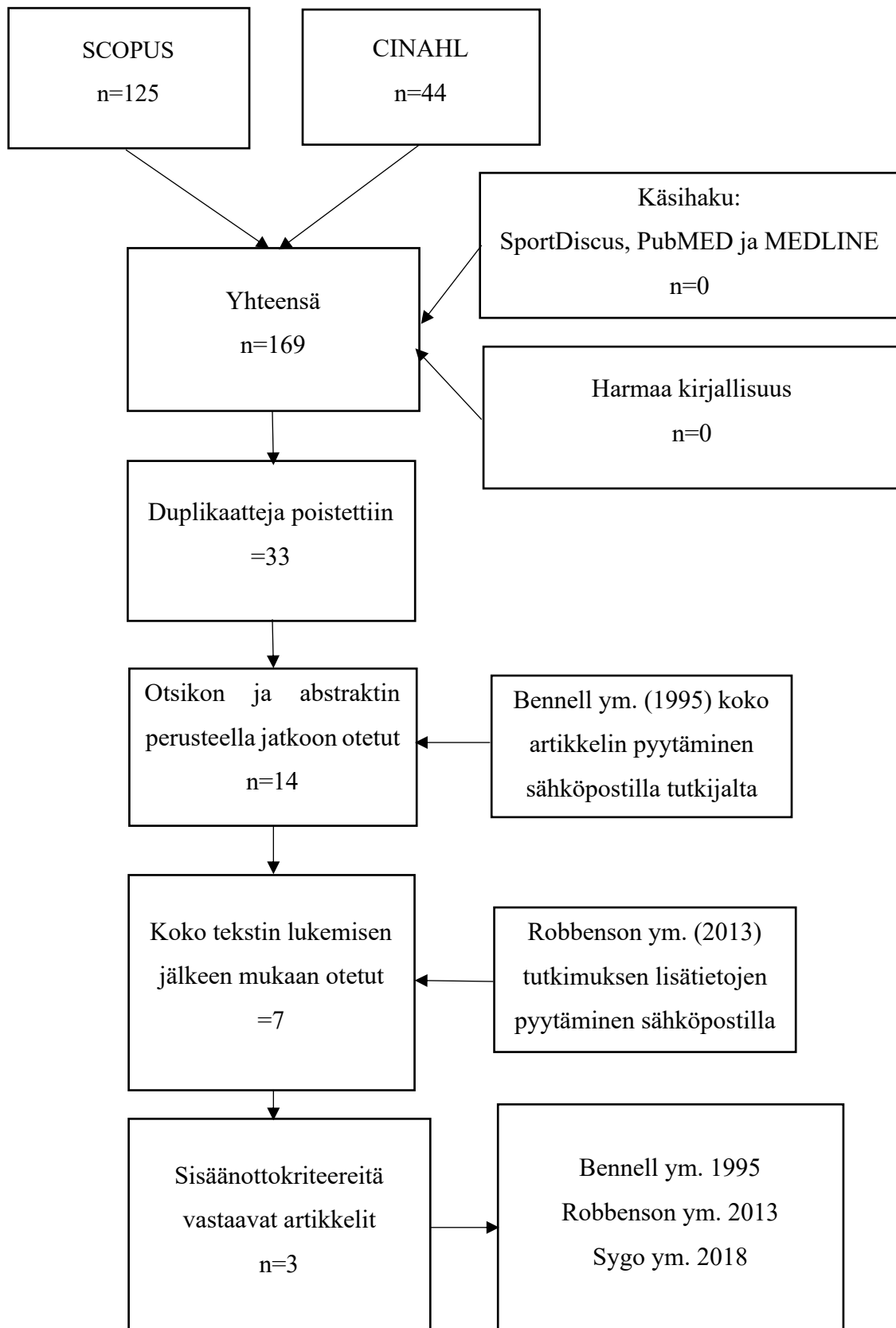
Scopussesta saatiin yhteensä 125 tutkimusartikkelia ja CINAHL tietokannasta tulokseksi tuli 44 tutkimusartikkelia ja yhteensä tutkimusartikkeleita näistä kahdesta tietokannasta löytyi 169 tutkimusartikkelia. Näistä poistettiin 33 duplikaattia. Kun tutkimusten otsikot

sekä tiivistelmät käytiin läpi, jäljelle jäi 14 tutkimusartikkelia, jotka luettiin kokonaisuudessaan läpi. Sisäänottokriteerien perusteella niistä mukaan pääsi vain 3. Haun toteutus näkyy myös vuokaaviossa (Kuvio 1.)

Koska tutkimusartikkeleita löytyi vain 3, päätettiin hakua laajentaa myös käsihakuun. Käsihauulla on myös mahdollista ehkäistä julkaisuharhaa, sillä tekemällä käsihakuja eri tietokantoihin, on mahdollista löytää myös varsinaisen haun ulkopuolelle jääneet tutkimukset (Mäkelä ym. 1996). Käsihaussa käytettiin samoja hakutermejä kuin varsinaisessa haussa, mutta sen avulla ei löytynyt yhtään sopivaa tutkimusartikkelia. Käsihaussa käytettiin seuraavia tietokantoja: SportDiscus, PubMed ja MEDLINE. Lisäksi käsihaussa tarkasteltiin lähellä aihetta olevien tutkimusten ja kirjallisuuskatsausten lähdeluetteloita, mutta niistäkään ei löytynyt tähän tutkielmaan sopivia tutkimuksia.

Jotta voitiin olla varmoja, että kaikki mahdolliset tehdyt tutkimukset ovat mukana kirjallisuuskatsauksessa, laajennettiin käsihakua vielä ”harmaan kirjallisuuden alueelle”, jonka kautta voi mahdollisesti löytyä vähemmän valvottujen lähteiden alta esimerkiksi julkaisemattomia raportteja tai tutkimuksia (Siddaway ym. 2019). Harmaan kirjallisuuden haussa käytettiin seuraavia alustoja: Google Scholar ja Google. Käsihaun ja varsinaisen haun jälkeen systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen löytyi edelleen vain 3 artikkelia, mutta tutkielma päätettiin silti tehdä näiden pohjalta. Koko haku näkyy vuokaaviossa kuviossa 1.

KUVIO 1. Vuokaavio



### 5.3 Laadunarviointi

Tutkielman tutkimukset laadunarvioitiin käyttämällä JBI kriittisen arvioinnin tarkistuslistasta juuri näille tutkimuksille sopivalla poikkileikkaustutkimuksille suunnatulla kriteeristöllä. Tarkistuslista sisältää kahdeksan eri kohtaa, jotka on luotu arvioimaan tutkimuksien luotettavuutta ja harhan riskiä. Tutkimusten laatu on kaikissa tutkimuksissa lähes kiitettävällä tasolla. Ainoat puutteet olivat Sygo ym. (2018) ja Bennell ym. (1995) tutkimuksissa, joissa tutkimuksen sekoittavien tekijät oli kyllä tunnistettu, mutta niitä ei juuri huomioitu aineiston analyysissä tai tutkimuksen suunnittelussa. Laadunarviointi näkyy kokonaisuudessaan talukossa 1. Arviointi tapahtui asteikolla: Kyllä (**K**), Ei (**E**), Epäselvä (?), Ei sovellettavissa (**NA**) (Moola ym. 2017.) Laadunarvioinnissa käytetty JBI kriteeristö löytyy liitteestä 1.

TAULUKKO 1. Tutkimusten laadunarviointi

	Bennell ym. 1995	Robbenson ym. 2013	Sygo ym. 2013
1.	<b>K</b>	<b>K</b>	<b>K</b>
2.	<b>K</b>	<b>K</b>	<b>K</b>
3.	<b>K</b>	<b>K</b>	<b>K</b>
4.	<b>K</b>	<b>K</b>	<b>K</b>
5.	<b>K</b>	<b>K</b>	<b>K</b>
6.	<b>K</b>	<b>E</b>	<b>E</b>
7.	<b>K</b>	<b>K</b>	<b>K</b>
8.	<b>K</b>	<b>K</b>	<b>K</b>

## 6 TULOKSET

Kirjallisuuskatsaukseen valikoitui mukaan yhteensä kolme tutkimusartikkelia. Seuraavassa kappaleessa esitellään tutkimukset sekä niiden tulokset.

### 6.1 Tutkimusten esittely

Jokaisessa tutkimuksessa tutkittiin alhaisen energiansaannin yhteyttä rasisurmurtumiin joko suoraan mittaamalla urheilijan energiansaantia sekä RED-S tai naisurheilijan oireyhtymän kautta. Jokaisessa tutkimuksessa tutkittiin pelkästään täysi-ikäisiä, tavoitteellisesti kilpailevia naisyleisurheilijoita. Bennell ym. (1995) ja Robbenson (2013) tutkimuksessa urheilijoiden energiansaantia mitattiin kyselylomakkeella, kun taas Sygo ym. (2018) tutkimuksessa alhaisen energiansaannin oireita mitattiin verikokeilla. Urheilijoiden lepoinneenvaihdunta arvioitiin tutkimuksissa joko kyselylomakkeella tai epäsuoralla kalorimetrialla ja sen lisäksi urheilijat raportoivat treenimäärät kyselylomakkeella.

Kaikissa tutkimuksissa tutkittiin urheilijoiden kuukautiskiertoa ja kuukautiskierron häiriöt laskettiin alhaisen energiansaannin oireiksi. Kaikissa tutkimuksissa rasisurmurtumat oli todettu lääketieteellisillä tavoilla, kuten röntgen- tai magneettikuvauksella. Tutkielman kaikki tutkimukset olivat sisällöltään melko samanlaisia.

Bennell ym. (1995) ja Robbenson ym. (2013) tutkimukset olivat retrospektiivisiä, eli niissä tutkittiin urheilijoiden sen hetken energiansaannin ja aikaisempien rasisurmurtumien yhteyttä jälkikäteen. Sygo ym. (2013) tutkimuksessa urheilijoita seurattiin viisi kuukautta, jossa urheilijoilta otettiin ennen tutkimusta (PRE) mittaukset sekä tutkimuksen jälkeen (POST) mittaukset, mutta myös siinä tarkasteltiin sen hetkisen energiansaannin sekä aikaisempien rasisurmurtumien yhteyksiä jälkikäteen eli retrospektiivisesti.

## 6.2 Tulosten yhteenveto

Sygo ym (2018) 5 kuukauden tutkimuksen aikana tai sen jälkeen kelloon urheilijalla ei todettu rasisurmutumaa, vaikka neljällä (31 %) ja seitsemällä (54 %) urheilijan todettiin olevan vähintään yksi ensisijainen tai yksi toissijainen liian alhaisen energiansaannin oire tutkimuksen alussa tehdyissä (PRE) mittauksissa tai tutkimuksen lopussa tehdyissä (POST) mittauksissa. Kolmella urheilijalla (23 %) todettiin vähintään yksi ensisijainen tai toissijainen liian alhaisen energiansaannin oire molemmissa (PRE ja POST) mittauksissa. Tutkimuksessa kuitenkin 5 urheilijaa ilmoitti aiemmasta rasisurmutumasta, mutta tutkimuksessa alhaisen energiansaannin ei katsottu kuitenkaan olevan merkittävästi yhteydessä rasisurmutumiin (PRE:  $r = 0.52$ ,  $p = 0.07$  POST  $r = -0.07$ ,  $p = 0.82$ ).

Bennell ym. (1995) tutkimuksessa 54 urheilijasta 22 raportoivat rasisurmutumasta ja näistä eniten rasisurmutumia todettiin aitajuoksijoilla (87.5 %). 22 yleisuurheilijasta 11 eli noin puolet määrästä olivat kestävyysurheilijoita, loput olivat muita kenttälajien edustajia kuten pikajuoksijoita. Tulokset voitiin silti ottaa mukaan tutkielmaan, sillä kaikki ne urheilijat, jotka raportoivat rasisurmutumista, osoittivat silti viitteitä liian alhaisesta energiansaannista esimerkiksi saamalla matalammat pisteet kuukautiskierron indeksistä, korkeamman kuukautishäiriöiden suhdeluvun ja heillä oli todettu enemmän vuosia amenorreassa tai oligomenorreassa kuin niillä urheilijoilla, jotka eivät raportoineet rasisurmutumista. Lähes kaikilla (18.7) rasisurmutumasta raportoineista urheilijoista katsottiin myös olevan häiriintynyttä tai liian vähäistä syömiskäyttäytymistä. Bennell ym. (1995) raportoivat myös tutkimuksessaan, että ne urheilijat, jotka punnitsivat itseään useita kertoja kuukaudessa ja joiden syömishäiriötä testaavan kyselylomakkeen tulokset viittasivat syömishäiriöön ( $p < 0.05$ ), raportoivat myös eniten rasisurmutumia tutkimuksen aikana. Samassa tutkimuksessa myös tulokset osoittivat, että ne urheilijat, joilla oli historiaa oligomenorrean kanssa ja jotka usein punnitsivat itseään, raportoivat myös rasisurmutumista ja oligomenorrean sekä itsensä usein punnitsemisen katsottiin olevan itsenäisiä ennustajia rasisurmutumalle ( $B = 1.82$ ,  $SE = 0.77$  ja  $B = 2.09$ ,  $SE = 0.95$ .  $p = 0.03$ ). Urheilijat, joilla oli todettu oligomenorreaa, olivat kuudenkertaisessa riskissä saada rasisurmutuma ja ne urheilijat, jotka punnitsivat itseään, olivat

kahdeksankertaisessa riskissä saada rasitusmurtuman kuin ne, jotka eivät kiinnittäneet huomiota painoon.

Robbeson ym. (2013) tutkimuksessa 5 (31.1 %) urheilijaa raportoivat rasitusmurtumista viimeisen kahden vuoden aikana. 4 (80 %) niistä viidestä urheilijoista, jotka raportoivat rasitusmurtumista, todettiin olevan syömishäiriö käyttäytymistä. Wright (2024) kertoo sähköpostilla, että Robbenson ym. (2013) tutkimuksen 5 urheilijaa, jotka olivat raportoineet rasitusmurtumista, olivat 1x kestävyysjuoksija, 1x kolmiloikkaaja, 1x 100/200 m pikajuoksija, 1x keihäänheittäjä sekä 1x seiväshyppääjä. Tutkimuksessa 11 (73.3 %) urheilijoista katsottiin saavan liian vähän energiaa, sekä heillä tunnistettiin myös syömishäiriö käyttäytymistä. Tutkielmaan valikoituneiden tutkimusten perusteella voidaan siis olettaa, että alhaisella energiansaannilla ja rasitusmurtumilla saattaa olla yhteyttä naisyleisurheilijoilla, poislukien kestävyysurheilijat. Tutkimukset ja niiden tulokset näkyvät myös taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Tulostaulukko

<b>Tutkimus</b>	<b>Otos</b>	<b>Lajit</b>	<b>Rasitusmurtumat</b>
Bennell ym. (1995)	n=54	100m, 200m, 400m, 100m aj., 400m aj., pituushyppy, korkeushyppy, kolmiloikka, seitsenottelu, keskipitkät matkat, kestävyysjuoksu	22 urheilijalla todettiin tutkimuksen aikana rasitusmurtuma.
Robbenson ym. (2018)	n=15	100m, 200m, 400m aj., kolmiloikka, keihäänheitto, seitsenottelu, seiväshyppy, kiekonheitto, kestävyysjuoksu	5 urheilijaa raportoi aiemmista rasitusmurtumista viimeisen kahden vuoden aikana.
Sygo ym. (2018)	n=13	100m, 200m, 400m, 100m aj.	Ei rasitusmurtumia 5kk kestäneen tutkimuksen aikana, 5 urheilijaa ilmoitti aiemmasta rasitusmurtumasta



Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin liian alhaisen energiansaannin yhteyttä rasisurmuksiin. Bennell ym. (1995) tutkimuksessa 54 urheilijasta 22 urheilijaa raportoi rasisurmuksista ja 18.7 urheilijalla todettiin alhaisen energiansaannin oireita. Robbenson ym. (2013) tutkimuksessa 15 urheilijasta 5 urheilijaa ilmoitti rasisurmuksista ja näistä urheilijoista 80 % katsottiin olevan alhaisen energiansaannin oireita. Sygo ym. (2018) tutkimuksessa kukaan urheilijoista ei saanut 5 kuukauden tutkimuksen aikana rasisurmuksia, mutta neljällä (31 %) ja seitsemällä (54 %) urheilijan todettiin olevan vähintään yksi ensisijainen tai yksi toissijainen liian alhaisen energiansaannin oire tutkimuksen alussa suoritetuissa mittauksissa.

Koska tutkimusnäyttöä aiheesta on vielä hyvin vähän ja tutkimuksia on kohdistettu juuri tähän ryhmään vielä hyvin vähän, on tarkan johtopäätöksen tekeminen kuitenkin vielä hankalaa ja tarvitsee se vielä jatkotutkimuksia. Tutkielman tutkimuskysymys oli, onko liian alhaisella energiansaannilla yhteyttä rasisurmuksiin naisyleisurheilijoilla, poislukien kestävyysjuoksijat? Alustavasti tutkielmassa käytettyjen tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että alhaisella energiansaannilla ja rasisurmuksilla saattaa olla yhteyttä naisyleisurheilijoilla, poislukien kestävyysurheilijat. Tätä tukee myös muiden lajien edustajilla tehdyt tutkimukset.

## 7.1 Tulosten analysointi

Vaikka tutkimuksia on tehty liian alhaisen energiansaannin ja rasisurmuksien yhteyksistä, on niitä kuitenkin hyvin vähän kohdistettu muihin yleisurheilulajien edustajiin kuin kestävyysjuoksijoihin. Useissa tutkimuksissa oli mukana yleisurheilijoita myös muista lajeista kuin kestävyysjuoksusta, mutta tutkimusten tuloksissa ei ollut eroteltu eri lajien edustajia, jolloin tutkimusta ei voitu ottaa mukaan. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että alhaista energian saantia esiintyy naisurheilijoilla melko paljon. Tätä tukee myös Logue ym. (2019) tutkimus jossa tutkittiin alhaisen energiansaannin yleisyyttä naisurheilijoilla. Tutkimukseen osallistui yhteensä 833 naista, joista urheilijoita eri lajeista

oli 598 ja loput liikunnallisesti aktiivisia naisia. Kyselylomakkeella tehdyssä tutkimuksessa todettiin, että 833 naisesta 40 % (n= 331) oli merkkejä liian alhaisesta energiansaannista.

Myös rasisurmutumat vaikuttavat olevan yleisiä urheilijoilla, erityisesti niissä lajeissa, jotka sisältävät hyppyjä tai juoksua, sekä erityisesti niitä tavataan naisurheilijoilla (Bennell ym. 1995). Tätä väitettä tukee myös Nattiv ym. (2013) viiden vuoden seurantutkimus, johon osallistui 221 mies- ja naisyleisurheilijaa eri juoksulajeista, joista 12 miesurheilijalla ja 22 naisurheilijalla todettiin yhteensä 61 rasisurmutumaa 5 vuoden aikana.

Sygo ym. (2018) tutkimuksessa PRE mittauksissa LEA ja rasisurmutuman välinen suhde oli merkittävämpi (PRE:  $r = 0.52$ ,  $p = 0.07$ ) kuin POST mittauksissa (POST  $r = -0.07$ ,  $p = 0.82$ ), joka saattaa johtua tutkittavien tietoisuudesta tutkimuksesta, jolloin urheilijat ovat saattaneet kiinnittää enemmän huomiota ruuan määrään, jolloin LEA ja rasisurmutuman välinen suhde on saattanut olla vähemmän merkittävä. Kuten Thomas ym. (2016) toteavat, kyselylomake ei ole aina luotettavin keino mitata urheilijan ravitsemusta, sillä riski yli- tai aliraportoinnille on suuri.

Bennell ym. (1995) ja Sygo ym. (2018) tutkimuksissa ei käy ilmi, miltä ajalta rasisurmutumat on raportoitu. Tutkimuksen luotettavuutta parantaisi, jos tutkimuksessa kävisi ilmi, onko rasisurmutumat raportoitu esimerkiksi viimeisen kahden vuoden ajalta, jolloin ruokailutottumukset ovat voineet olla myös melko samanlaiset. Jos rasisurmutumat taas on todettu useita vuosia ennen tutkimusta, voi olla, että tutkimuksessa tutkittua energiansaantia ja ruokailutottumuksia siltä hetkeltä ei voida enää luotettavasti verrata kauan sitten todettuihin rasisurmutumiin. Robbeson ym. (2013) tutkimuksessa mukaan laskettiin rasisurmutumat viimeisen kahden vuoden aikana.

Robbeson ym. (2013) urheilijat raportoivat keskimääräiseksi treenimääräksi 12 tuntia viikossa, Bennell ym. (1995) urheilijat raportoivat treenaavansa keskimäärin 11.4 tuntia viikossa ja Sygo ym. (2018) tutkimuksessa urheilijat raportoivat treenaavansa keskimäärin 15 tuntia viikossa. Vaikka tähän kirjallisuuskatsaukseen käytettävissä tutkimuksissa ei tarkasteltu viikoittaisen treenimäärän yhteyttä rasisurmutumiin, voi myös sillä olla yhteyttä, etenkin niillä urheilijoilla, joilla on myös alhainen

energiansaataavuus. Tätä väitettä voidaan tukea myös Barrack ym. (2014) tutkimuksella, jossa tutkittiin RED-S yhteyttä rasisurmuksiin ja johon osallistui 259 naista eri urheilulajeista (osallistujista mm. 104 oli kestävyysjuoksijoita ja 43 pika- tai kenttälajien edustajia yleisurheilussa). Tutkimuksen aikana 28 urheilijaa sai rasisurmun ja näistä urheilijoista 35.5 % todettiin olevan alhaisen energiansaannin oireita kuten amenorrea tai oligomenorreaa ja 32.1 % todettiin olevan rajoittunutta syömiskäyttäytymistä. Lisäksi tutkimuksessa löytyi mahdollinen yhteys rasisurmutumien sekä yli 12 tunnin harjoittelun välillä, sillä 89.9 % niistä urheilijoista, joilla todettiin rasisurmutuma, harjoittelivat yli 12 tuntia viikossa.

Nelson & Arciero (2012) kertovat, että poikkeavuudet kuukautiskierrossa voi johtaa luun mineraalitiheyden pienenemiseen, mutta näin ei aina ole. Tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että amenorreasta kärsivillä naisilla, joilla on normaali luun mineraalitiheys, on kuitenkin suurempi riski saada rasisurmutuma, joten amenorrea voi olla myös itsenäinen muuttuja rasisurmutumien kehityksessä (Nelson & Arciero 2002). Myös Nattiv ym. (2013) viiden vuoden seuranta tutkimuksessa löydettiin yhteys amenorreaan tai oligomenorreaan ja rasisurmutuman välillä naisyleisurheilijoilla ( $P > 0.009$ ). Myös tähän tutkielmaan käytetyissä tutkimuksissa havaittiin yhteyksiä näiden muuttujien välillä, sillä amenorreaan ja/tai luun alentuneen mineraalipitoisuuden yhteyttä omina muuttujina on tarkasteltu myös Bennell ym. (1995) tutkimuksessa, ja niistä urheilijoista jotka, raportoivat aiemmista rasisurmutumista, raportoivat myös amenorreasta (38.1 %) tai oligomenorreasta (47.6 %). Bennell ym. (1995) tutkimuksessa havaittiin yhteyttä myös alhaisessa luun mineraalipitoisuudessa sekä aiemmin raportoiduissa rasisurmutumissa, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkittävä. Myös Robbenson ym. (2013) tutkimuksessa 25 % urheilijoista todettiin amenorrea, sekä näillä urheilijoilla havaittiin myös yhteyttä alhaisempaan luun mineraalitiheyteen reisiluun kaulassa sekä selkärangassa, mutta niiden yhteyttä rasisurmuksiin ei tarkasteltu. Myös Sygo ym. (2018) tutkimuksessa 3/13 urheilijasta todettiin alhainen luun mineraalipitoisuus, mutta sen yhteyttä ei tarkasteltu rasisurmuksiin. Sygo ym. (2013) tutkimuksessa kukaan urheilijalla ei todettu amenorreaa tai oligomenorreaa tutkimushetkellä, vaikka muita alhaisen energiansaannin oireita urheilijoilla todettiin. Robbenson ym. (2013) sekä Bennell ym. (1995) tutkimuksessa urheilijat olivat kilpaurheilijoita eri tasoilta, kun taas Sygo ym. (2013) tutkimuksen urheilijat olivat kaikki kansainvälisen tai kansallisen tason urheilijoita,

jolloin voitaisiin olettaa, että ”eliittuurheilijoiden” energiansaantiin ja sen riittävyyteen saatetaan kiinnittää enemmän huomiota, mutta vaikka Sygo ym. (2013) tutkimuksessa urheilijoilla ei todettu amenorreaa tai oligomenorreaa – joiden katsotaan olevan alhaisen energiansaannin suurimpia oireita -, todettiin silti urheilijoilla muita alhaisen energiansaannin oireita, jolloin tämä oletus ei ainakaan tässä tapauksessa pidä paikkaansa.

Vaikka missään tutkielmaan käytetyssä tutkimuksessa ei tarkasteltu urheilijoiden alhaisen energiansaannin yhteyttä urheilijoiden kehonkuvaan, voi se olla yksi syy naisyleisurheilijoiden alhaiseen energiansaantiin. Zaccagni & Gualdi-Russo (2023) tutkimuksessa todettiin, että naisurheilijat ovat miesurheilijoita tyytymättömämpiä kehonkuvaansa ja se voi aiheuttaa urheilijalle paineita pudottaa painoa ja näin ollen altistua alhaiselle energiansaannille tai jopa syömishäiriölle. Bennell ym. (1995) tutkimuksessa 39 %, Robbensson ym. (2013) 43.8 % ja Sygo ym. (2018) PRE-mittauksissa 23 % ja POST-mittauksissa 39 % urheilijoista todettiin syömishäiriöitä tai häiriintynyttä/rajoittunutta syömiskäyttäytymistä. Väitettä tukee myös De Bruin ym. (2007) tutkimuksen havainnot eliitti naisvoimistelijoilla, jossa havaittiin, että naisurheilijoiden tyytymättömyys kehonkuvaan on lisääntynyt viime vuosina, joka voi olla seurausta naisurheilijan kehon kommentoinnin lisääntymisestä myös mediassa.

## **7.2 Tutkielman luotettavuus**

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkoitus on pyrkiä tieteellisin menetelmin löytämään kaikki aiheeseen sopivat tutkimukset, sekä arvioida niitä kriittisesti sekä tunnistaa mahdolliset harhat ja pyrkiä välttämään niitä (Malmivaara 2018). Tämän tutkielman tiedonhaussa saatiin yhteensä 169 tutkimusartikkelia, joka on hyvä määrä ottaen huomioon, kuinka vähän aihetta on tutkittu. Lukua nosti se, että mukaan otettiin myös kestävyysjuoksijat sisältävät tutkimusartikkelit, joita on huomattavasti enemmän kuin muihin yleisurheilijoihin kohdistuneita tutkimuksia. Kestävyysurheilijat täytyi silti sisältää myös hakulausekkeeseen, sillä useat tutkimukset sisälsivät myös kestävyyslajien edustajia. Hakulausekkeen hakusanat olivat kaikki aiheeseen sopivia sekä siinä ei rajattu ulos vielä miehiä, sillä joissain tutkimuksissa oli tutkittu niin mies- kuin naisurheilijoita mutta tuloksissa eri sukupuolet oli eroteltu. Tiedonhaussa käytettiin aiheeseen sopivia

tietokantoja (Scopus ja CINAHL). Jotta voitiin olla varmoja, että jokainen aihetta koskeva tutkimus on mukana tutkielmassa, suoritettiin hakuja myös harmaan kirjallisuuden alueelle (Google scholar ja Google) sekä käsihaulla SportDiscus, PubMed sekä MEDLINE tietokantoihin. Tiedonhaussa käytettiin apuna Excel -taulukkoa sekä valitut tutkimukset sekä muut tutkielman lähteet ajettiin Zotero -apuohjelmaan.

Jokaisessa tutkielmaan käytetyssä tutkimuksessa oli korostettu eettisiä tekijöitä ja niitä oli pyritty myös huomioimaan mm. pitämällä tutkimustiedot salassa sekä kertomalla tutkittaville tutkimuksen kulku niin kirjallisesti kuin suullisesti. Robbenson ym. (2013) tutkimuksessa kerrotaan, että tutkimuksen oli hyväksynyt North-West Universityn eettinen komitea, Sygo ym. (2018) tutkimuksen oli hyväksynyt University of Guelph Research eettinen komitea ja Bennell ym. (1995) tutkimuksen raportoidaan olleen hyväksytty LaTrobe University ihmiskokeiden eettisellä lautakunnalla sekä Royal Melbourne sairaalalla.

Isoimman harhan riskin tutkielmaan tuo Bennell ym. (1995) tutkielma, jossa mukaan otettiin 22 yleisurheilijan tulokset, mutta näistä 11 eli puolet olivat kestävyyslajien edustajia ja loput muita kenttälajien edustajia yleisurheilussa. Kestävyysurheilijoiden ja muiden lajien edustajia ei erikseen eritelty tuloksissa, mutta tulokset otettiin kuitenkin mukaan, sillä suurimmalle osalle rasisitusmurtuman raportoineista (18.7/22) urheilijoista diagnosoitiin alhainen energian saanti ja yhteyden katsottiin olevan tilastollisesti merkittävä. Tämä kuitenkin tarkoittaa sitä, että Bennell ym. (1995) tutkimuksen kohdalla ei olla täysin varmoja siitä, sisältyivätkö kaikki 11 sisäänottokriteerien mukaiset urheilijat tutkimuksen 18.7 urheiliijaan, joilla todettiin alhainen energiansaanti.

Kaikissa tutkimuksissa sisäänottokriteerinä oli rasisitusmurtumien toteaminen lääketieteellisin keinoin, joka ehkäisee harhaa rasisitusmurtumien raportoinnissa. Bennell ym. (1995) sekä Sygo ym. (2018) tutkimuksissa rasisitusmurtumat olivat todettu magneettitai röntgenkuvauksella, mutta Robbenson ym. (2013) mainittiin vain rasisitusmurtumien olleen todettu lääketieteellisin keinoin. Muuten tutkimuksissa käytetyt mittausmenetelmät vaikuttivat kuitenkin luotettavilta ja asianmukaisilta tutkimuskysymykset huomioon ottaen sekä mittaukset ja mittaustilanteet oli pyritty vakioimaan, lukuun ottamatta energiansaantia mittaavat kyselylomakkeet. Robbenson ym. (2013) tutkimuksessa

todettiin, että kyselylomake ei ole aina paras tapa selvittää urheilija syömistottumuksia. Tutkielmaan käytettävissä tutkimuksissa syömistä mittaavaa kyselylomaketta käytettiin Robbenson ym. (2013) ja Bennell ym. (1995) tutkimuksissa, mutta Sygo ym. (2018) tutkimuksessa energiansaantia mitattiin muilla tavoin. Thomas ym. (2016) kertoo, että kyselylomakkeessa yleensä suurin harhan riski on aliraportointi. Koska energiansaannin mittaaminen oli näissä kaikissa tutkimuksissa yksi oleellisimmista asioista tutkimuskysymyksen kannalta, on myös oikeanlainen ja tarkka mittaaminen tärkeää harhan riskin välttämiseksi. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että vaikka ravitsemuksen seuranta on hyvä tapa mitata urheilijan energiansaantia, siinä voi olla useita harhan riskejä, mutta tarkempien mittausvälineiden käyttö voi olla hankalaa tai liian kallista käyttää tutkimuksissa (Thomas ym. 2016). Vaikka kaikissa tutkimuksissa oli huomioitu urheilijan treenimäärät viikkotasolla, ei tutkimuksissa kuitenkaan käy ilmi muun päivittäisen fyysisen aktiivisuuden huomiointi, kuten arkiliikunta/hyötyliikunta tai muu fyysinen aktiivisuus, joka voi vaikuttaa urheilijan päivittäiseen kulutukseen ja näin ollen myös energiansaantiin.

Poisputoamisia tutkimuksissa oli vain vähän ja ainut poisputoaminen oli Sygo ym. (2018) jossa yksi urheilija ei suorittanut tutkimuksen lopussa olleita verikokeita, jolloin urheilija pudotettiin pois tutkimuksesta.

Myös tutkimusten retrospektiivinen asetelma on voinut vaikuttaa tutkimusten luotettavuuteen, sillä kuten Bennell ym. (1995) toteavat tutkimuksessaan, että mittaukset suoritettiin urheilijoilla, joiden rasitusmurtumia oli todettu eri aikoihin ennen tutkimuksen alkua ja tietyt mittauskohteet kuten luun mineraalipitoisuus on voinut muuttua huomattavasti tällä aikavälillä.

Tutkimuksia aiheesta on vain vähän ja aihetta voi olla hankala tutkia sen eettisyyden takia. Tutkimuksessa urheilijoita ei voi tarkoituksella altistaa alhaiselle energiansaannille, sillä tämä olisi vastoin Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (2019) ohjeita, joissa selvästi kielletään vahingon tuottaminen tutkittavalle.

On tärkeää huomioida myös tutkimusten laadunarviointi, sillä laadullisesti heikkojen tutkimusten yhdistäminen voi vääristää tutkimustuloksia (Mäkelä ym. 1996), eikä ilman

asianmukaisesti suoritettua laadunarviointia voidaan arvioida tutkimuksiin sisältyvää harhan riskiä tai saada mahdollisimman todenmukaista johtopäätöstä (Malmivaara 2018). Tutkimukset arvioitiin JBI poikkileikkaustutkimusten kriteeristöllä. Tutkimusten laatu oli muuten hyvällä tasolla, mutta puutteita löytyi Sygo ym. (2018) ja Bennell ym. (1995) tutkimuksissa, joissa tutkimuksen sekoittavien tekijät oli kyllä tunnistettu, mutta niitä ei ollut huomioitu aineiston analyysissä tai tutkimuksen suunnittelussa. Tämä on voinut vaikuttaa tutkimusten luotettavuuteen ja sitä kautta myös tämän tutkielman luotettavuuteen. Koska kyseessä oli tutkielman tekijän ensimmäinen systemaattinen kirjallisuuskatsaus, on se voinut vaikuttaa myös tutkielman luotettavuuteen sekä laatuun. Vaikka tutkielmassa on pyritty noudattamaan hyviä tieteellisen käytännön ohjeita eli rehellisyyttä, yleistä huolellisuutta ja tarkkuutta tutkimustyössä, tulosten tallentamisessa ja esittämisessä sekä tutkimusten ja niiden tulosten arvioinnissa, on harhan riski silti olemassa (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012).

### **7.3 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet**

Koska liian alhaisen energiansaannin, syömishäiriöiden ja häiriintyneen syömiskäyttäytymisen sekä rasisusmurtumien välillä on kuitenkin havaittu yhteyksiä muiden lajien edustajilla, olisi tärkeää tehdä lisätutkimusta tästä myös naisyleisurheilijoilla (Abbott ym. 2020). Tärkeää olisi kohdistaa tutkimuksia myös muihin lajeihin kuin kestävyysurheilijoihin, erityisesti heittolajien, pikajuoksijoiden ja hyppylajien edustajista tehtyjen tutkimusten tutkimuskenttä on vielä hyvin pieni, ellei jopa olematon. Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan olettaa, että liian alhaisella energiansaannilla ja rasisusmurtumilla saattaa olla yhteyttä, mutta aihe vaatii vielä lisää tutkimuksia isommilla otoskoilla sekä pidemmällä seuranta-ajoilla, sekä kohdistettuna paremmin eri yleisurheilulajien edustajiin. Aihetta voi olla kuitenkin hankala tutkia, sillä aiheen eettisyyden vuoksi tietyt tutkimusasetelmat eivät käy aiheen tutkimiseen.

Koska liian alhaista energiansaantia voi esiintyä myös ilman syömishäiriötä, on tärkeää niin valmentajien kuin seuran puolesta tuoda riittävän energiansaannin tärkeyttä

tietoisuuteen urheilijoille. Miller ym. (2012) tekemän tutkimuksen mukaan suurin osa urheilijoista ei myöskään itse tiedosta alhaisen energiansaannin riskejä tai oireita. Tutkimukseen osallistui 191 naisurheilijaa eri lajeista ja vain 10 % heistä pystyi kertomaan naisurheilijan oireyhtymän kolme oireita. Vaikuttaa siltä, että urheilijat eivät siis itse välttämättä tiedosta alhaisen energiansaannin riskejä, mutta niistä keskusteleminen voi myös olla hankalaa ja erityisesti kuukautisista keskusteleminen on edelleen tabu urheilijoiden ja valmentajien välillä. Solli & Sandbakk (2019) tekemässä tutkimuksessa 140 naisurheilijasta 27 % raportoi keskustelleensa kuukautiskiertoön liittyvistä kysymyksistä valmentajansa kanssa. Tutkimuksessa urheilijat raportoivat kuukautiskiertoön liittyvät keskustelut olevan yleisempiä valmentajan ollessa nainen (44 %), kuin jos valmentaja oli mies (22 %). Solli & Sandbakk (2019) raportoivat, että miesvalmentajat eivät koe kuukautishäiriöistä puhumista merkityksellisenä ja että miesvalmentajien oli myös vaikeampi ottaa asia puheeksi naisurheilijan kanssa.

Tärkeää on myös huomioida hormonaalisen ehkäisyn käyttö naisurheilijalla, sillä Taipale & Ihalainen (2019) kertovat, että se voi olla yksi syy urheilijan kuukautisten loppumiseen. Kuukautisten loppuminen ehkäisyn vuoksi vaatii kuitenkin vielä lisätutkimuksia, sillä vielä ei olla täysin varmoja siitä, kuinka kuukautisten poisjääminen tai siirtäminen vaikuttaa harjoitteluvasteisiin ja adaptaatioihin, sillä hormonaalinen ehkäisy voi madaltaa estrogeenitasoja (Taipale & Ihalainen 2019). Myös valmentajien ja seurojen vastuulla on lisätä urheilijoiden tietoutta. Myös Solli & Sandbakk (2019) korostavat, että tärkeää olisi lisätä myös urheilijan tietoutta esimerkiksi kuukautiskierron tai kuukautishäiriöiden vaikutuksista harjoittelun laatuun.

Myös alhaisen estrogeenin sekä rasitusmurtumien välillä saattaa olla yhteys, sillä liian alhainen energiansaanti altistaa myös alhaisemmalle estrogeenin eritykselle (Abbott ym. 2020), jonka vuoksi myös näiden kahden muuttujan välistä yhteyttä olisi tärkeää tarkastella.

Interventiot urheilijoiden syömiskäyttäytymisessä ovat tärkeitä, sillä tutkimukset ovat todenneet, että riittävällä energiansaannin lisäämisellä saatetaan saada tiettyjä heikentyneitä kehon toimintoja korjattua. Esimerkiksi 6 kuukauden kokeessa naisurheilijoiden loppuneet kuukautiset saatiin alkamaan uudelleen koehenkilöille



keskimäärin 2,6 kuukaudessa lisäämällä energiansaantia urheilijoiden ravitsemuksessa (Thomas ym. 2016). Tenforde ym. (2013) tekemän laajan, eri lajeja (mm. koripallo, voimistelu, tennis, lentopallo ym.) koskevan tutkimuksen mukaan suurin riski rasitusmurtuman kehittymiselle on aiempi rasitusmurtuma. Tätä tukee myös tässä tutkielmassa käytetty Bennell ym. (1995) naisyleisurheilijoihin kohdistunut tutkimus, jossa 11 (50 %) urheilijaa niistä 22 urheilijasta, jotka raportoivat rasitusmurtumasta, raportoivat heillä olleen jo myös aikaisemmin yksi tai useampi rasitusmurtuma. Vaikka näiden muuttujien yhteys tarvitsee lisää tutkimuksia, voidaan aikaisempien tutkimusten perusteella kuitenkin olettaa aikaisemman rasitusmurtuman olevan yksi isoimmista riskitekijöistä uudelle rasitusmurtumalle (Tenforde ym. 2013), jonka vuoksi on tärkeää pyrkiä ehkäisemään jo ensimmäisen rasitusmurtuman syntyä. Yksi tärkeimmistä keinoista ehkäistä rasitusmurtuman syntymistä naisurheilijalla saattaa olla perehtyminen urheilijan ravitsemukseen ja energiansaannin riittävyyteen.

## LÄHTEET

- Abbott, A., Bird, M. L., Wild, E., Brown, S. M., Stewart, G., & Mulcahey, M. K. (2020). Part I: Epidemiology and risk factors for stress fractures in female athletes. *The Physician and Sportsmedicine*, 48(1), 17–24. <https://doi.org/10.1080/00913847.2019.1632158>
- Aro, H. & Mäyränpää M. (2023). Tunnistatko patologisen rasitusmurtuman?. *Vertaisarvioitu katsaus. Duodecim* 2023;139:211-21.
- Barrack, M. T., Gibbs, J. C., De Souza, M. J., Williams, N. I., Nichols, J. F., Rauh, M. J., & Nattiv, A. (2014). Higher Incidence of Bone Stress Injuries With Increasing Female Athlete Triad-Related Risk Factors: A Prospective Multisite Study of Exercising Girls and Women. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(4), 949–958. <https://doi.org/10.1177/0363546513520295>
- Bennell, K-L., App, B., Malcolm, S., Thomas, S., Ebeling, R., McCrory, P., Wark, J. & Brukner, P. (1995). Risk Factors for Stress Fractures in Female Track-and-field Athletes: A Retrospective Analysis. *Clinical Journal of Sport Medicine* 5:229-235. Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia.
- Bridgett, U. A., Gallowayl, M., & Linthorne, N. P. (2002.). The effect of run-up speed on long jump performance. *Journal of Sports Sciences* 24(8):889-97. DOI:10.1080/024041050029840
- 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. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0142>
- De Bruin, A. P. (Karin), Oudejans, R. R. D., & Bakker, F. C. (2007). Dieting and body image in aesthetic sports: A comparison of Dutch female gymnasts and non-aesthetic sport participants. *Psychology of Sport and Exercise*, 8(4), 507–520. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2006.10.002>
- Fortes, L. D. S., Ferreira, M. E. C., Filgueiras, J. F., Neves, C. M., Paes, S. T., & Almeida, S. D. S. (2015). Relação entre imagem corporal e internalização geral e atlética em jovens atletas de atletismo do sexo feminino. *Revista Brasileira*

- de Cineantropometria e Desempenho Humano, 17(4), 428.  
<https://doi.org/10.5007/1980-0037.2015v17n4p428>
- Haugen, T., Seiler, S., Sandbakk, Ø., & Tønnessen, E. (2019). The Training and Development of Elite Sprint Performance: An Integration of Scientific and Best Practice Literature. *Sports Medicine - Open*, 5(1), 44.  
<https://doi.org/10.1186/s40798-019-0221-0>
- Ilander, O. (2018). Energia - syö riittävästi! Teoksessa Ilander, O. (toim.) Liikuntaravitsemus - tehoa, tuloksia ja terveyttä ruuasta. Vk-kustannus Oy, 19-38.
- Ishizu, T., Torii, S., & Taguchi, M. (2022). Habitual Dietary Status and Stress Fracture Risk Among Japanese Female Collegiate Athletes. *Journal of the American Nutrition Association*, 41(5), 481–488.  
<https://doi.org/10.1080/07315724.2021.1920068>
- Joy, E. A., & Campbell, D. (2002.). Stress Fractures in the Female Athlete. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. Vol. 10, No. 1, 2002.
- Kiuru, M., Pihlajamäki H. & Ahovuo J. (2003). Luuston rasisuurtumien ja niiden esiasteiden kuvantaminen. *Suomen lääkirilehti* 41/2003 VSK 58, 4117–4122
- Krum, S. A., Miranda-Carboni, G. A., Hauschka, P. V., Carroll, J. S., Lane, T. F., Freedman, L. P., & Brown, M. (2008). Estrogen protects bone by inducing Fas ligand in osteoblasts to regulate osteoclast survival. *The EMBO Journal*, 27(3), 535–545. <https://doi.org/10.1038/sj.emboj.7601984>
- Logue, D. M., Madigan, S. M., Heinen, M., McDonnell, S.-J., Delahunt, E., & Corish, C. A. (2019). Screening for risk of low energy availability in athletic and recreationally active females in Ireland. *European Journal of Sport Science*, 19(1), 112–122. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1526973>
- Loucks, A. B., Kiens, B., & Wright, H. H. (2011). Energy availability in athletes. *Journal of Sports Sciences*, 29(sup1), S7–S15.  
<https://doi.org/10.1080/02640414.2011.588958>
- Luustoliitto. (2021). Uusi potilasohje: Luuston terveys ja vaihdevuodet. Viitattu 15.12.2023 <https://luustoliitto.fi/uusi-potilasohje-luuston-terveys-ja-vaihdevuodet/> Viitattu 03.01.2024
- Malmivaara, A. (2008). Järjestelmällinen kirjallisuuskatsaus vaikuttavuudesta -

Apuväline terveyden- ja sosiaalihuollon ammattilaisille, tutkijoille ja päättäjille. Sosiaalilääketieteellinen aikakauslehti 2008: 45 273-278.

- Matcuk, G. R., Mahanty, S. R., Skalski, M. R., Patel, D. B., White, E. A., & Gottsegen, C. J. (2016). Stress fractures: Pathophysiology, clinical presentation, imaging features, and treatment options. *Emergency Radiology*, 23(4), 365–375. <https://doi.org/10.1007/s10140-016-1390-5>
- 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. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.22.2.131>
- Moreira, C. A., & Bilezikian, J. P. (2016). Stress fractures: Concepts and therapeutics. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, jc.2016-2720. <https://doi.org/10.1210/jc.2016-2720>
- Mäkelä, M., Varonen, H. & Teperi, J. (1996). Systemoitu kirjallisuuskatsaus tiedon tiivistäjänä. *Duodecim*. <https://www.duodecimlehti.fi/duo60413> Viitattu 03.01.2024
- Nattiv, A., Kennedy, G., Barrack, M. T., Abdelkerim, A., Goolsby, M. A., Arends, J. C., & Seeger, L. L. (2013). Correlation of MRI Grading of Bone Stress Injuries With Clinical Risk Factors and Return to Play: A 5-Year Prospective Study in Collegiate Track and Field Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(8), 1930–1941. <https://doi.org/10.1177/0363546513490645>
- Nelson, B. J. (2002). Stress Fractures in the Female Athlete. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 10(1). Nutrition and Athletic Performance. (2016). *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 543–568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>
- Robbenson, J.G., Havemann-Nel, L. & Wright H. (2013). The female athlete triad in student track and field athletes. *South African Journal of Clinical Nutrition*. DOI: 10.1080/16070658.2013.11734446
- Siddaway, A. P., Wood, A. M., & Hedges, L. V. (2019). How to Do a Systematic Review: A Best Practice Guide for Conducting and Reporting Narrative Reviews, Meta-Analyses, and Meta-Syntheses. *Annual Review of Psychology*, 70(1), 747–770. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803>

- Sim, A., & Burns, S. F. (2021). Review: Questionnaires as measures for low energy availability (LEA) and relative energy deficiency in sport (RED-S) in athletes. *Journal of Eating Disorders*, 9(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s40337-021-00396-7>
- Solli, G-S. & Sandbakk, O. (2019). Turhia tabuja naisurheilijoiden valmennuksessa. *Liikunta & Tiede* 56–6/2019.
- Suomen Urheiluliitto ry. (2011). Koulutusohjeet 2011–2013. [https://kihuenergia.kihu.fi/urapolku/media/Yleisurheilu,%20yleisurheilijan%20peruspolku\\_896\\_sul\\_koulutusohjeet\\_2011\\_rajala.pdf](https://kihuenergia.kihu.fi/urapolku/media/Yleisurheilu,%20yleisurheilijan%20peruspolku_896_sul_koulutusohjeet_2011_rajala.pdf) Viitattu 18.1.2024
- 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*, 28(5), 490–496. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0397>
- Taipale, R. S., & Ihalainen, J. (2019). Kuukautiskierron ja hormonaalisen ehkäisyn vaikutus suorituskykyyn ja harjoitteluun. *Liikunta ja Tiede-lehti* 6/2019.
- Tenforde, A. S., Carlson, J. L., Chang, A., Sainani, K. L., Shultz, R., Kim, J. H., Cutti, P., Golden, N. H., & Fredericson, M. (2017). Association of the Female Athlete Triad Risk Assessment Stratification to the Development of Bone Stress Injuries in Collegiate Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 45(2), 302–310. <https://doi.org/10.1177/0363546516676262>
- Tenforde, A. S., Sayres, L. C., McCURDY, M. L., Sainani, K. L., & Fredericson, M. (2013). Identifying Sex-Specific Risk Factors for Stress Fractures in Adolescent Runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(10), 1843–1851. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182963d75>
- Tiitinen, A. (2022). Kuukautisten puuttuminen. *Duodecim*. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00705> Viitattu 18.1.2024
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta (2012). Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja. ISBN 978-952-5995-07-7.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta (2019). Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja. ISSN 2669-9427.

Wentz, L., Liu, P.-Y., Haymes, E., & Ilich, J. Z. (2011). Females Have a Greater Incidence of Stress Fractures Than Males in Both Military and Athletic Populations: A Systemic Review. *Military Medicine*, 176(4), 420–430. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-10-00322>

Wright, H. (2024). Sähköposti. 03.01.2024

Zaccagni, L., & Gualdi-Russo, E. (2023). The Impact of Sports Involvement on Body Image Perception and Ideals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6), 5228. <https://doi.org/10.3390/ijerph20065228>

LIITE 1. JBI laadunarvioinnin kriteeristö poikkileikkaustutkimuksilla

**Arvioinnin asteikko: Kyllä (K), Ei (E), Epäselvä (?), Ei sovellettavissa (NA).**

1. Onko otoksen mukaanotto- ja poissulkukriteerit määritelty selvästi?
2. Onko kohderyhmä ja tutkimusolosuhteet kuvattu riittävän tarkasti?
3. Mitattiinko altistus pätevästi ja luotettavasti?
4. Käytettiin objektiivisia, standardoituja kriteereitä osallistujien valintakriteerinä toimineen tilan/tilanteen mittaamiseen?
5. Onko sekoittavat tekijät tunnistettu?
6. Mainitaanko menetelmät, joita käytettiin sekoittavien tekijöiden huomioimisessa?
7. Onko tulosmuuttujat mitattu pätevästi ja luotettavasti?
8. Käytettiinkö soveltuvia tilastollisia menetelmiä?