

**KEHONKOOSTUMUKSEN JA FYYSISTEN SUORITUSKYKYTESTIEN
TULOSTEN VÄLISET YHTEYDET NAISJALKAPALLOILJOILLA**

Mirva Harjunen

Liikuntafysiologian kandidaatintutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Syksy 2023

TIIVISTELMÄ

Harjunen, M. 2023. Kehonkoostumuksen ja fyysisten suorituskykytestien tulosten väliset yhteydet naisjalkapalloilijoilla. Liikuntatieteellinen tiedekunta, liikuntafysiologian kandidaatintutkielma, 49 s.

Naisten jalkapallo on kehittynyt viime vuosina merkittävästi ja kehitys näkyy myös pelin fyysisten vaatimusten nousuna. Korkeammalla kilpailullisella tasolla pelaavat pelaajat ovat useilta eri fyysisen suorituskyvyn osatekijöiltä edellä alemmalla tasolla pelaavia. Kehonkoostumuksen tiedetään olevan yhteydessä parempaan suorituskykyyn useissa eri lajeissa, mutta naisjalkapalloilijoilla tutkittua tietoa on vielä varsin vähän. Aiemmissä tutkimuksissa on saatu osittain epäjohdonmukaisia tuloksia, mutta tulokset viittaavat siihen, että kehonkoostumus voi olla yhteydessä parempaan fyysiseen suorituskykyyn. Tämän kandidaatintutkielman tavoitteena oli selvittää, onko A-maajoukkuepelaajien (AM) ryhmän ja Kansallisen liigan (KL) pelaajien ryhmän välillä eroja fyysisten suorituskykytestien tuloksissa ja kehonkoostumuksessa sekä onko fyysisten suorituskykytestien tulosten ja kehonkoostumusmuuttujien välillä yhteyttä.

Tutkielma on toteutettu osana Suomalaisten ja Suomessa pelaavien naisjalkapalloilijoiden fyysinen suorituskyky -tutkimusta. Tutkielman tutkittavien joukko koostui AM-ryhmästä (n=14) sekä KL-ryhmästä (n=31). Tutkittavien fyysisistä suorituskykyä mitattiin jalkapallolle tyypillisillä suorituskykytesteillä: 30 metrin nopeustesti (10 metrin väliajalla), kevennyshyppytesti ja 1200-metrin kestävyystesti (MAS-testi). Lisäksi tutkittavien kehonkoostumusta arvioitiin bioimbedanssilla.

AM-ryhmällä oli merkitsevästi paremmat 10 metrin nopeustesti ($p<0,001$), 30 metrin nopeustesti ($p<0,05$), kevennyshyppytesti ($p<0,05$) ja MAS-testi ($p<0,05$) tulokset kuin KL-ryhmällä. Kehonkoostumusmuuttujissa ei havaittu merkitseviä eroja ryhmien välillä. Kehonkoostumusmuuttujista rasvamassa oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä 30 metrin nopeustestin tuloksien kanssa ($r=0,470$, $p=0,001$), kevennyshyppytestin tulosten kanssa ($r=-0,365$, $p=0,015$) ja MAS-testin tuloksien kanssa ($r=-0,577$, $p<0,001$). Myös rasvaprosentti oli tilastollisesti yhteydessä 30 metrin nopeustestin tulosten ($r=0,435$, $p=0,004$), kevennyshyppytestin tulosten ($r=-0,327$, $p=0,030$) ja MAS-testin tulosten ($r=-0,496$, $p<0,001$). Lihasmassan prosentuaalinen osuus kehonpainosta oli tilastollisesti yhteydessä 30 metrin nopeustestin tulosten ($r=-0,416$, $p=0,005$), kevennyshyppy testin tulosten ($r=0,333$, $p=0,027$) ja MAS-testin tulosten kanssa ($r=0,434$, $p=0,004$). Lisäksi kehonpaino oli tilastollisesti yhteydessä MAS-testin tulosten kanssa ($r=-0,522$, $p<0,001$)

Tämän tutkielman tulokset ryhmien välisistä eroista fyysisen suorituskyvyn testeissä olivat odotettuja. Tutkielman tulokset kehonkoostumusmuuttujien ja fyysisen suorituskyvyn välisistä yhteyksistä tukevat aiempaa tutkimusnäyttöä siitä, että urheilijoille alhaisempi rasvamassan määrä ja suurempi lihasmassa voivat olla suorituskyvyn kannalta eduksi. Kehonkoostumus voi siis olla yhteydessä parempaan fyysiseen suorituskykyyn myös naisjalkapalloilijoilla. Tutkielmaan liittyy kuitenkin useita rajoituksia. Keskeisimpänä niistä, ettei pelipaikkaa huomioitu ja poikkileikkaus asetelma ei mahdollista syy-seuraussuhteiden tarkastelua. On myös syytä huomioida aiheen herkkyys urheilijoille ja edistää urheilijoiden kokonaisvaltaista terveyttä tukevaa ilmapiiriä kehonkoostumus keskustelun ympärillä.

Asiasanat: jalkapallo, naisurheilijat, fyysinen suorituskyky, kehonkoostumus

KÄYTETYT LYHENTEET

BW	body weight, kehonpaino
CMJ	countermovement jump, kevennyshyppy
FFM	fat free mass, kehon rasvatonmassa
FM	fat mass, rasvamassa
HIR	high intensity running, kovatehoinen juoksu
LIR	low intensity running, matalatehoinen juoksu
MAS-testi	maksimal aerobic speed -testi, 1200-metrin kestävyystesti
MM	muscle mass, lihasmassa
T10 m	10 metrin nopeustestin aika
T30 m	30 metrin nopeustestin aika
VHIR	very high intensity running, todella kovatehoinen juoksu
YoYo	YoYo intermittent recovery test, YoYo -kestävyystesti
%FM	rasvaprosentti
%MM	lihasmassan suhteellinen osuuskehonpainosta

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 JALKAPALLO LAJINA.....	2
2.1 Fysiologiset ominaispiirteet.....	2
2.2 Energian tuotto jalkapallossa.....	3
3 FYYSISET OMINAISUUDET JALKAPALLOSSA.....	5
3.1 Fyysisen suorituskyvyn testaaminen.....	5
3.2 Kestävyys suorituskyky.....	7
3.3 Nopeus- teho- ja voimaominaisuudet.....	8
4 KEHONKOOSTUMUKSEN YHTEYS FYYSISEEN SUORITUSKYKYYN.....	11
4.1 Kehonkoostumus urheilijoilla.....	11
4.1.1 Lihasmassa.....	11
4.1.2 Rasvamassa.....	12
4.2 Mittaus- ja arviointimenetelmät.....	13
4.3 Kehonkoostumuksen yhteys fyysisen suorituskykytestien tuloksiin.....	15
5 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEEESIT.....	18
6 MENETELMÄT.....	19
6.1 Koeasetelma ja tutkittavat.....	19
6.2 Aineiston keräys ja analysointi.....	20
7 TULOKSET.....	24
8 POHDINTA.....	28
8.1 Ryhmien väliset erot fyysisen suorituskyvyn testeissä.....	28
8.2 Ryhmien väliset erot kehonkoostumuksessa.....	31
8.3 Kehonkoostumuksen yhteys fyysisen suorituskykytestien tuloksiin.....	32
8.4 Tutkielman rajoitukset ja vahvuudet.....	35

8.4.1 Koeasetelma ja otos	35
8.4.2 Menetelmiin liittyvät virhelähteet ja rajoitukset.....	36
8.5 Yhteenveto, johtopäätökset ja jatkotutkimus.....	38
LÄHTEET	41

1 JOHDANTO

Naisten jalkapallon suosio on noussut merkittävästi viime vuosina, ja huippupelaajat ovat yhä useammin ammattilaisia tai puoliammattilaisia (Datson ym. 2014). Kansainvälisen jalkapalloliiton eli FIFA:n tilastojen mukaan vuonna 2007 4.1 miljoonaa naista pelasi jalkapalloa, mikä on yli puolet enemmän kuin 2000-luvun alussa. Varsinkin nuorten naispelaajien ja amatööripelaajien määrä on noussut selvästi, mikä kuvaa naisjalkapalloilun suurta kasvua. (Kunz 2007) Yhä vuoteen 2023 naisjalkapalloilijoiden määrä on nelinkertaistunut vuoteen 2007 verrattuna ollen nyt 16.6 miljoonaa naispelaajaa. Ammattilaisia näistä pelaajista on 19 000. Myös kaupallisten tulojen kasvu ja lisääntynyt kiinnostus naisten jalkapalloa kohtaan ovat osoitus naisten jalkapallon kehityksestä. Vuoden 2019 MM-kisoja seurasi maailmanlaajuisesti 30 % enemmän yleisöä kuin edellisiä MM-kisoja vuonna 2015 ja paikan päällä ottelut olivat loppuun myytyjä. (FIFA 2023a)

Naisjalkapalloilun kehitys näkyy tietenkin myös pelin fyysisten vaatimusten nousuna. Vuoden 2019 MM-kisoissa oli havaittavissa selkeä nousu pelin intensiteetissä ja nopeudessa verrattuna edeltäviin kisoihin. Tämän vuoksi systemaattinen harjoittelu on tärkeää pelaajien fyysisen statuksen ja suorituskyvyn kehittämiseksi, jotta kehitys jatkuu samansuuntaisena. (FIFA 2019) Jalkapallon parissa työskentelevät sekä tutkijat pyrkivätkin selvittämään avaintekijöitä, joilla optimoidaan naispelaajien suorituskykyä (Ramos ym. 2019; Manson ym. 2014). Sen seurauksena myös kiinnostus kehonkoostumuksen optimointia kohtaan on noussut ja kehonkoostumuksen on esitetty olevan jopa keskeinen tai ratkaiseva suorituskyvyn osatekijä (Oliveira ym. 2021; Sutton ym. 2009). Kehonkoostumuksen yhteys parempaan fyysiseen suorituskykyyn on yleisesti tiedossa monissa eri lajeissa (Stephenson ym. 2015; Haakonssen ym. 2013; Ackland ym. 2012), mutta naisjalkapalloilijoilla tehtyä tutkimusta aiheesta on kuitenkin vielä varsin vähän.

Tässä kandidaatintutkielmassa perehdytään jalkapallo-ottelun asettamiin fyysisiin vaatimuksiin, naisjalkapalloilijoiden fyysiseen suorituskykyyn sekä kehonkoostumukseen. Tutkielman tavoitteena on selvittää, onko eri tasoisten pelaajien välillä eroja fyysisessä suorituskyvyssä ja kehonkoostumuksessa. Lisäksi tavoitteena on selvittää, onko kehonkoostumus yhteydessä fyysiseen suorituskykyyn naisjalkapalloilijoilla.

2 JALKAPALLO LAJINA

Jalkapalloa pidetään maailman suosituimpana urheilulajina, jota pelataan niin miesten, naisten kuin lastenkin keskuudessa monilla eri tasoilla. Yksi jalkapallon suosiota selittävä tekijä voikin olla se, että niin yksittäisen pelaajan kuin koko joukkueenkin suorituskyky riippuu monista eri tekijöistä kuten, teknisistä, biomekaanisista, taktisista, psyykkisistä ja fysiologisista tekijöistä. Nykyjalkapallossa on kuitenkin yhä enemmän siirrytty kohti systemaattista harjoittelua. (Stølen ym. 2005) Ottelun aikaisessa kuormituksessa ja fysiologisissa sekä fyysisissä vaatimuksissa on myös huomattavia eroja yksilöiden välillä johtuen pelipaikasta ja roolista joukkueessa (Mohr ym. 2003).

2.1 Fysiologiset ominaispiirteet

Jalkapallo ottelussa pelaajien suoritukset ovat ajoittaisia ja ottelun aikana intensiteetti on hyvin vaihteleva (Bangsbo ym. 2006). Ammattilaisnaispelaajat liikkuvat jalkapallo-ottelun aikana keskimäärin 9–11 km (FIFA 2019; Krstrup ym. 2010; Mohr ym. 2008), joka on hieman vähemmän kuin vastaavat arvot, 10–13 km, miespelaajilla (Mohr ym. 2003). Huolimatta ajoittaisista korkean intensiteetin työskentelyjaksoista, suurimman osan ottelusta pelaajat työskentelevät matalalla intensiteetillä kävellen tai hölkkäten (Mohr ym. 2003) Käytetyissä juoksun intensiteettialueiden määrittelyissä on eroja, ja ne ovat muuttuneet aika ajoin myös pelin kehittyessä. Park ym. (2019) määrittelivät naisjalkapalloilijoille seuraavat raja-arvot eri juoksuintensiteettien välille: HIR (high intensity running) $\geq 12,5$ km/h, VHIR (very high intensity running) ≥ 19 km/h ja SPR (sprinting) $\geq 22,5$ km/h. Kansainvälisen tason peleissä kovatehoisia juoksuja (HIR) naispelaajat suorittavat keskimäärin 2.16 km, todella kovatehoisia juoksuja (VHIR) naispelaajille kertyy keskimäärin 0.68 km, josta täysivauhtista juoksua (SPR) on keskimäärin 0.18 km (FIFA 2019). Miehillä juoksun intensiteettien raja-arvot ovat korkeammat kuin naisilla: VHIR $> 19,8$ km/h ja SPR $> 25,1$ km/h (Bradley ym. 2009). Miesten otteluissa liikuttu matkat eri intensiteeteillä ammattilaistasolla ovat keskimäärin VHIR 0,7 km ja SPR 0,2 km (Gualtieri ym. 2023). Kovatehoisten juoksujen lisäksi peliin kuuluu useita hyvin lyhyitä ja kovatehoisin suorituksia, kuten hyppyjä, suunnanmuutoksia ja taklauksia (Mohr ym. 2003).

Naisten jalkapallo-otteluissa pelaajat liikkuvat keskimäärin hieman vähemmän ja absoluuttisesti matalammalla intensiteetillä kuin miespelaajat (Gualtieri ym. 2023; FIFA 2019).

Kovatehoinen juoksu vähenee huomattavasti ottelun loppua kohden sekä nais- että miespelaajilla, minkä voi olettaa olevan merkki väsymyksestä (Mohr ym. 2008; Krupstrup ym. 2005; Mohr ym. 2003). Pelin lopussa intensiteetin tippuminen on kuitenkin riippumaton pelaajan fyysisestä suorituskyvystä, mikä viittaa siihen, että pelaajat käyttävät koko fyysisen suorituskynsä potentiaalin pelin aikana (Mohr ym. 2005). Myös Krustup ym. (2005) havaitsivat, ettei pelin aikainen syke (HR%) ollut yhteydessä fyysisten suorituskäyttestien tuloksiin. Pelin aerobinen kuormitus ei siis näytä olevan yhteydessä pelaajan fyysiseen kapasiteettiin, mikä yhä viittaa siihen, että pelaajat työskentelevät suorituskynsä ylärajoilla. Syke onkin koko ottelun ajan varsin korkea, saavuttaen ajoittain lähes maksiminsa, mikä kertoo varsin korkeasta aerobisesta kuormituksesta läpi pelin (Krustrup ym. 2005). Naisilla keskisyke ottelun aikana on keskimäärin 86 ± 1 % maksimisykkeestä ja huippuarvo 98 ± 1 % maksimisykkeestä (Krustrup ym. 2010).

Pelin aikaisen hapenkulutuksen on arvioitu olevan keskimäärin 77 % maksimaalisesta hapenkulutuksesta ja Vo_2 peak on arvioidusti 96 % maksimista (Krustrup ym. 2005). Keskimäärin pelaajat työskentelevät pelin aikana lähellä anaerobista kynnystään (Stølen ym. 2005).

2.2 Energian tuotto jalkapallossa

Johtuen pelin pitkästä kestosta ja siitä, että pelaajat liikkuvat suurimman osan ajasta varsin matalalla teholla, energiantuotanto on pitkälti riippuvainen aerobisesta energian tuotannosta (Stølen ym. 2005). Pelin aikainen keskimääräinen hapenkulutus on kuitenkin melko korkea, mikä yhä lisää aerobisen energian tuotto systeemin kuormitusta (Krustrup ym. 2005). Näin ollen lihasglykogeeni on todennäköisesti tärkein energiantuotannon substraatti jalkapallo ottelun aikana (Bangsbo ym. 2006). Lihasglykogeeni varastot kuitenkin ehtyvät pelin loppua kohden ja pelin lopussa noin puolesta lihassoluista lihasglykogeenivarastot ovat ehtyneet (Krustrup ym. 2006). Tällöin veren vapaiden rasvahappojen käyttö energiaksi lisääntyy progressiivisesti ottelun edetessä, osittain kompensoiden lihasglykogeenin ehtymistä (Bangsbo ym. 2006; Krupstrup ym. 2006). Rasvojen merkitys energianlähteneenä korostuu myös ottelun matalan intensiteetin- ja lepoaiheissa (Bangsbo ym. 2006).

Johtuen ajoittaisista kovatehoisista suorituksista, jotka ylittävät aerobisen energiantuottosysteeminkapasiteetin, anaerobisen energiantuotannon eli kreatiinifosfaatin ja

glykolyysin käyttöasteet energian uudismuodostuksessa ovat myös korkeita jalkapallo-ottelun aikana (Bangsbo ym. 2006). Pelin aikana kovatehoisen suorituksen jälkeen lihaksen kreatiinifostaattitaso laskee alle lepotason, mikä kertoo tehokkaasta kreatiinifosfaatin käytöstä energiantuotannossa (Krustrup ym. 2006). Veren keskimääräinen laktaattipitoisuus naispelaajilla pelin aikana on noin 5.1 ± 0.5 mmol/l ensimmäisellä puoliajalla ja 2.7 ± 0.4 mmol/l toisella puoliajalla. Veren laktaattipitoisuuden pienenemisen toisella puoliajalla on ajateltu johtuvan liikutun matkan ja intensiteetin vähenemisestä. (Krustrup ym. 2010) Pelin aikana lihaksen laktaattipitoisuus voi nousta neljä kertaa lepotasoa korkeammalle. Veren ja lihasten kohonneet laktaattipitoisuudet viittaavat ajoittaiseen korkeaan glykolyysin käyttöön pelin aikana. (Bangsbo ym. 2006) On kuitenkin syytä huomata, että pelaajan aktiivisuus näytteenottoa edeltävillä hetkillä voi vaikuttaa suuresti laktaattinäytteenoton tuloksiin ja voi ylitä aliarvioida todellista pelin aikaista laktaatin tuotantoa (Stølen ym. 2005).

Vaikka aerobinen energian tuotanto dominoi pelin aikana, anaerobiset suoritukset kuten hypyt ja lyhyet sprintit, voivat olla ratkaisevia pelin kannalta (Hostrup & Bangsbo 2023). Myös hetket, jolloin pelaaja käsittelee palloa ovat monesti kovatehoisia ja siten vaativat anaerobista energiantuotantoa (Reilly ym. 2000). Vaihtelevan intensiteetin vuoksi pelaajalla tulisi siis olla korkea kapasiteetti sekä aerobiseen, että anaerobiseen energiantuotantoon, jotta hän pystyy suoriutumaan pelin aikaisesta liikkumisesta, palautuu intensiivisten suoritusten välillä sekä kykenee suorittamaan toistuvia kovatehoisia suorituksia. (Hostrup & Bangsbo 2023)

3 FYYSISET OMINAISUUDET JALKAPALLOSSA

Jalkapalloilijan suorituskyky on riippuvainen lukuisista eri tekijöistä (Stølen ym. 2005). Huippupelaajien harjoituskuormat ovat yhä suurempia ja pelit ovat vaativampia kuin aiemmin, joten pelaajien fyysisen suorituskyvyn vaatimukset ovat nousseet (Datson ym. 2017). Pelaajan fyysinen kapasiteetti vaikuttaa myös hänen teknisiin ja taktisiin suorituksiinsa pelin aikana (Stølen ym. 2005). Toisaalta, mikäli pelaaja on taktisesti ja teknisesti hyvin taitava, on hänen mahdollista suoriutua ottelussa hyvin huolimatta hieman keskimääräistä heikommasta fyysisestä suorituskyvystä (Reilly ym. 2000). Pelaajalla ei tarvitsekaan olla poikkeuksellisen hyvä kapasiteetti missään suorituskyvyn osa-alueista, mutta omattava kuitenkin riittävät edellytykset suoriutakseen pelistä (Stølen ym. 2005). Vaikka joukkueen suorituskyky riippuu monista eri tekijöistä, ei pelaajien fyysisen suorituskyvyn merkitystä tule vähätellä (Hostrup & Bangsbo 2023).

Naispelaajien välillä on suuria eroja fyysisessä suorituskyvyssä (Krustrup ym. 2005). Useissa tutkimuksissa on havaittu, että korkeammalla kilpailullisella tasolla pelaavat ovat useilta fyysisen suorituskyvyn osa-alueilta parempia kuin alemmalla tasolla pelaavat (Castagna & Castellini 2013; Vescovi ym. 2012; Mujika ym. 2009; Mohr ym. 2008; Hoare & Warr 2000), joten korkeamman kilpailullisen tason ja paremman fyysisen suorituskyvyn välillä on todennäköisesti yhteys. Mujika ym. (2009) mukaan naisten jalkapallossa pelaajien fyysisen suorituskyvyn tasoero eri tasoisten kilpailullisten sarjojen välillä on suurempi kuin miehillä. Toisaalta Scott ym. (2020) eivät havainneet eroja kansainvälisen ja kansallisen tason pelaajien välillä fyysisen suorituskyvyn teisteissä. Tulosta voi selittää se, että tutkimus on uudempi verrattuna muihin tarkasteltuihin tutkimuksiin ja naisten jalkapallo lajina on kehittynyt paljon, jolloin myös mahdollisesti tasoerot kilpailullisten tasojen välillä ovat pienentyneet. Lisäksi suorituskyvyn on havaittu vaihtelevan kauden eri vaiheissa (Mohr ym. 2003).

3.1 Fyysisen suorituskyvyn testaaminen

Jalkapalloilijoiden fyysisen suorituskyvyn testaamiseen käytetään useita laboratorio- ja kenttätestejä. Kenttätestit ovat usein käytössä, sillä ne ovat helposti toteutettavissa eivätkä ne aiheuta suuria kustannuksia. Fyysisen suorituskyvyn testeillä pyritään arvioimaan pelinomaista suorituskykyä ja harjoitusvasteita. (Krustrup ym. 2005) Testituloksia ei voi kuitenkaan suoraan käyttää ennustamaan suorituskykyä pelissä johtuen ottelusuorituksen kompleksisesta

luonteesta (Svensson & Drust 2005). Tutkimuksissa käytetään usein keskenään erilaisia testausprotokollia, minkä vuoksi tulosten vertailu keskenään on hankalaa (Stølen ym. 2005).

Naisjalkapalloilijoilla YoYo -testin on havaittu olevan luotettava testi arvioimaan pelinomaista suorituskykyä ja erityisesti arvioimaan kykyä suorittaa kovatehoisia juoksuja läpi pelin. Testissä juostaan äänimerkin tahdissa 2 x 20 metriä progressiivisesti nousevalla vauhdilla. Jokaisen 2 x 20 metrin juoksun välissä on 10 sekunnin palautus, jossa hölkätään 2 x 5 metriä. YoYo 1-testissä testi alkaa vauhdilla 10 km/h ja YoYo 2 -testissä aloitus vauhti on 13 km/h. Myös maksimaalisen hapenottokyvyn on osoitettu korreloivan pelin aikaisen kovatehoisen juoksun kanssa, joten myös VO₂max testiä voidaan käyttää arvioimaan pelinomaista kestävyys suorituskykyä. VO₂max testi ei kuitenkaan ole niin luotettava testi arvioimaan pelaajan kykyä vastustaa väsymystä pelin aikana kuin YoYo-testi. (Krustrup ym. 2005)

Suomen Palloliitto suosittelee jalkapalloilijoille kestävyys suorituskyky testiksi 1200 metrin MAS-testiä (maximal aerobic speed). Testissä juostaan 20, 40 ja 60 metriä edestakaisin viidesti mahdollisimman nopeasti, mutta melko tasaisella hieman loppua kohti kiihtyvällä vauhdilla. (Palloliitto 2022). MAS-testissä tulos ilmaistaan usein maksimaalisena aerobisena nopeutena (alin nopeus, jolla maksimaalinen hapenkulutus saavutetaan), joka arvioidaan laskennallisesti jakamalla 1200 m matkaan kulutetulla ajalla sekunteina (Baker 2011). Brew & Kelly (2014) osoittivat, että 1200 metrin MAS-testi oli luotettava arvioimaan suorituskykyä lajeissa, jotka vaativat hyvää aerobista- ja anaerobista kapasiteettia ja, joissa suorituksen ovat ajoittaisia sisältäen suunnanmuutoksia, kiihdytyksiä sekä jarrutuksia. Testin etuna verrattuna YoYo-testiin on sen helppous ja nopeus. (Brew & Kelly 2014)

Voimaominaisuuksien testaamiseen jalkapalloilijoilla ei ole yhteistä protokollaa, mutta hyppyominaisuuksien, erityisesti vertikaali- ja kevennyshypyn, mittaaminen on hyväksytysti jalkapalloilijoiden voima- ja teho-ominaisuuksien arviointimenetelmä. Laboratorioolosuhteissa isokineettisiä laitteita voidaan käyttää voiman mittaamisessa, mutta ne eivät kuitenkaan vastaa hyvin lajinomaista suoritusta. Lisäksi vapailla painoilla tehtäviä liikkeitä voidaan käyttää voimaominaisuuksien testaamisessa. (Stølen ym. 2005) Nopeusominaisuuksien testaamisessa on yleisesti käytössä 10–30 metrin nopeustestit (Vescovi 2012). Lisäksi on käytössä erilaisia muita nopeustestejä kuten Bangsbon Soccer Sprint Test ja 10 metrin sukulatesti (Stølen ym. 2005).

3.2 Kestävyyssuorituskyky

Jalkapallossa kestävyysominaisuuksista korostuu kyky toistaa kovatehoisia suorituksia ja palautua intensiivisten suoritusten välillä (Hostrup & Bangsbo 2023). Naispelaajilla kovalla intensiteetillä liikuttu matka on yhteydessä fyysisen suorituskyvyn kapasiteettiin (Krustrup ym. 2005). Mitä korkeammasta tasosta on kyse, sitä enemmän pelaajat liikkuvat kovalla intensiteetillä (Mohr ym. 2008).

Kovatehoisten suoritusten määrä peleissä erottaa eritasoiset pelaajat toisistaan (Mohr ym. 2003). Suurin hyvää pelinomaista suorituskykyä selittävä tekijä on kyky toistaa kovatehoisia suorituksia. Eroa ei niinkään ole kovaintensiteettisten suoritusten kestossa. (Krustrup ym. 2005). Kansainvälisellä tasolla pelaavat huippupelaajat suorittavat 28 % enemmän kovatehoisia juoksuja kuin kansallisella tasolla pelaavat ammattilaiset. Kansainväliset tason pelaajat suoriutuvat myös paremmin YoYo -testistä kuin kansallisen tason pelaajat (Mohr ym. 2003). Toisaalta Scott ym. (2020) eivät havainneet merkitsevää eroa kovatehoisen juoksun määrässä kansainvälisen ja kansallisen tason välillä naisjalkapalloilijoilla. Tulos on ristiriidassa aiempien tutkimusten kanssa ja tulosta saattaa selittää naisjalkapallon viime vuosien ammattimaistuminen ja nopea kehittyminen (Scott ym. 2020). On myös havaittu, että pelaajilla ketkä suoriutuvat YoYo 2 -testistä parhaiten oli pelin jälkeen matalin väsymysindeksi, (Krustrup ym. 2010). Taulukossa 1 esitetty naispelaajien YoYo -testin tuloksia.

Naispelaajilla on havaittu positiivinen korrelaatio myös maksimaalisen hapenkulutuksen (VO₂max) ja pelin aikaisen kovatehoisen juoksun välillä (Krustrup ym. 2005). Maajoukkue- tai pääsarjatasoisen naisjalkapalloilijoilta on mitattu VO₂max arvoja välillä 49.4–57.6 ml/kg/min (Datson ym.2014). MAS-testiä käytetään naisjalkapalloilijoilla vielä ilmeisesti verrattain vähän, sillä tuloksia naisjalkapalloilijoiden tuloksista ei ole juuri raportoitu. Barrera ym. (2022) tutkimuksessa Chilen 1. divisioonan pelaajien tulos oli 16.1 km/h ± 0,9 (4,5 ± 0,25 m/s).

TAULUKKO 1. YoYo -testien tuloksia naisjalkapalloilijoilla.

Tutkimus	Vuosi	n	Kansallisuus	Kilpailullinen sarja	YoYo1 (m)	YoYo2 (m)
Farley ym.	2022	23	Australia	Kansallinen taso	864 ±391	-
		39		Alempi valtakunnallinen taso	517± 233	-
Lockie ym.	2018	26	USA	Yliopisto	1700	480
				1. divisioona	-	
Bradley ym.	2012	92	Eurooppa	A-maa- joukkue/Mestarienliiga	-	1774± 532
		46		Kansallinen taso	-	1261± 449
		42		U-20 m maajoukkue		1490± 447
		19		Alin divisioona		994 ± 373
Krustrup ym.	2010	23	-	Kansallinen taso	-	1265± 133
Mujika ym.	2009	17	Espanja	Kansallinen taso	1224±255	-
		17		1.divisioona	826 ± 160	-
Krustrup ym.	2005	14	Tanska	Kansallinen taso	1379	-

YoYo1, YoYo -testi taso 1 (alkuvauhti 10 km/h); YoYo2 YoYo -testi taso 2 (alkuvauhti 13 km/h).

3.3 Nopeus- teho- ja voimaominaisuudet

Hyvät nopeusominaisuudet lyhyillä matkoilla ovat myös tärkeä fyysisen suorituskyvyn edellytys jalkapalloilijalle (Stølen ym. 2005; Hoare & Warr 2000; Reilly ym. 2000). Tutkimuksissa on saatu ristiriitaista näyttöä siitä, onko nopeusominaisuudet eri tasoisia pelaajia erotteleva ominaisuus. Vescovi (2012) sekä Hoare & Warr (2000) havaitsivat, että korkeammalla kilpailullisella tasolla pelaavat naispelaajat ovat nopeusominaisuuksiltaan parempia kuin alemmalla tasolla pelaavat naispelaajat. Myös miespelaajilla on tehty vastaavia havaintoja (Gissis ym. 2006; Reilly ym. 2000). Gometti ym. (2001) taas havaitsivat, että eri tasoisten miespelaajien välillä ei ollut eroa 30 metrin nopeustestissä, kun taas 10 metrin

nopeustestissä korkeammalla tasolla pelaavat pelaajat olivat selkeästi parempia. Toisaalta Mujika ym. (2009) eivät löytäneet eroa eri tasoisten nais- tai miespelaajien välillä nopeustestissä. Se, että tutkimuksessa ryhmien välillä ei löytynyt eroa voi johtua siitä, että alemmalla tasolla pelaajat olivat nuorempia kuin korkeammalla tasolla pelaavat, mutta olivat omassa ikäluokassaan kuitenkin korkeatasoisia pelaajia. Myöskään Scott ym. (2020) eivät löytäneet merkitsevää eroa kansainvälisen ja kansallisen tason naispelaajien välillä nopeustesteissä.

Naispelaajilla 10 metrin nopeustestin tulos vaihtelee keskimäärin välillä 1.7-2.0 s (Emmonds ym. 2019; Lockie ym. 2018; Haugen ym. 2012), 20 metrin nopeustestin tulos on keskimäärin 3.17 ± 0.03 s (Datson ym. 2014) ja 30 metrin tulos vaihtelee keskimäärin 4.3–4.9 s välillä (Emmonds ym. 2019; Lockie ym. 2018; Jakcman ym. 2013; Haugen 2012; Krusturp ym. 2010). Eri tutkimuksissa tehdyissä testiprotokollissa on kuitenkin keskenään eroja, joten tuloksia on vaikea verrata keskenään (Datson ym. 2014). Taulukossa 3 esitetty naispelaajien 10 ja 30 metrin nopeustestien tuloksia.

Naisjalkapalloilijoiden voimaominaisuuksista on melko vähän tietoa ja erot datan keräyksessä ja tutkimusmenetelmissä vaikeuttavat tulosten vertailua. Jalkapallossa teho- ja voimaominaisuudet ovat kuitenkin tärkeitä, jotta on mahdollista liikuttaa ulkoista kuormaa, kuten palloa tai vastustajaa sekä lisäksi kannateltaessa ja liikuttaessa omaa kehonpainoa hypätessä, kiihdyttäessä ja jarruttaessa (Stolen ym. 2005). Alaraajojen voiman on osoitettu korreloivan positiivisesti onnistuneen potkusuorituksen kanssa (Senado ym. 2009)

Kevennyshyppytulokset Euroopan pääsarjatasoilla pelaavilla naisjalkapalloilijoilla vaihtelevat keskimäärin välillä 30–35 cm (Emmonds ym. 2019; Haugen ym. 2012 Krusturp ym. 2010; Mujika ym. 2009) Tutkimuksissa on havaittu että, vertikaalihyppyominaisuutta voidaan mahdollisesti pitää eritasoiset pelaajat toisistaan erottelevana suorituskyvyn tekijänä (Mujika ym. 2009). On esitetty, että kevennyshyppytestissä 29.8 cm tulosta voidaan pitää rajana erotellessa huippupelaajat muista (Datson ym. 2014). Toisaalta Chilen A-maajoukkue keskikenttäpelaajien kevennyshyppytulokset oli vain 25.60 cm (Zabaloy ym. 2022). Mujika ym. (2009) ja Castagna & Callo (2013) havaitsivat, että korkeammalla tasolla pelaavat kokeneemmat naispelaajat suoriutuivat kevennyshyppytestistä paremmin kuin alemmalla tasolla pelaavat nuoremmat naispelaajat. Toisaalta Scott ym. (2020) ja Senado ym. (2009) eivät kuitenkaan havainneet merkitsevää yhteyttä korkeamman kilpailullisen tason ja paremman

kevennyshyppytuloksen tai paremman vertikaalihypyn välillä naisjalkapalloilijoilla. Miespelaajilla on havaittu yhteys joukkueen menestyksen ja joukkueen pelaajien keskimääräisen kevennyshyppytuloksen välillä (Arnason ym. 2004).

TAULUKKO 3. Nopeus- ja kevennyshyppytestin tuloksia naisjalkapalloilijoilla.

Tutkimus	Vuosi	n	Kansallisuus	Kilpailullinen taso	CMJ (cm)	10 m (s)	30 m (s)
Zabaloy	2022	26	Chile	A-maajoukkue	28.9	1.94	4.64
Emmonds	2019	10	Englanti	Pääsarja	31	1.87	4.52
ym.							
Scott ym.	2019	78	-	A-maajoukkue	-	1.84	4.46
Lockie ym.	2018	26	USA	NCAA 1.divisioona	-	1.97	4.72
Vescovi	2011	113	USA	NCAA 1.divisioona	42±5	-	-
ym.							
Jakcman	2013	26	Tanska	A-maajoukkue	-	-	4.41
ym.							
Krustrup	2010	23	Tanska	Pääsarja	35	-	4.86
ym.							
Sedano	2009	100	Espanja	1.divisioona	26.1±4.8	-	-
ym.							
Mujika	2008	17	Espanja	Pääsarja	32.6±3.7	-	-
ym.		17		1. divisioona	28.4±1.99	-	-
Thomas	1995–	85	Norja	A-maajoukkue	30.7±4.1	1.67	4.35
ym.	2010						

CMJ, kevennyshyppy; NCAA: National Collegiate Athletic Association.

4 KEHONKOOSTUMUKSEN YHTEYS FYYSISEEN SUORITUSKYKYYN

Terveillä ihmisillä kehonkoostumus on melko stabiili. Monet biologiset, geneettiset ja patologiset tekijät kuten ikä, sukupuoli, ravitsemuksen taso ja fyysinen aktiivisuus vaikuttavat yksilölliseen kehonkoostumukseen. (Wang ym. 1992) Kehonkoostumusta voidaan tarkastella jakamalla kehon massa kahteen eri osaan: rasvamassaan ja rasvattomaan massaan. Rasvattomaan massaan (FFM, fat free mass) kuuluu lihakset, luusto, sisäelimet ja sidekudos. (Kenney ym. 2015, 370) Yleisesti käytetään myös termiä lean body mass (LBM), joka sisältää pienen määrän, noin 3 %, välttämätöntä rasvaa, kun taas FFM ei sisällä ollenkaan rasvaa (McArdle ym. 2015, 738–740).

4.1 Kehonkoostumus urheilijoilla

Urheilijoilla kehonkoostumus ja fyysiset ominaisuudet kehittyvät yleensä vastaamaan urheilulajin vaatimuksia (McArdle ym. 2015, 785). Kehonkoostumusta pidetään yhtenä suorituskyvyn osa-alueista huippu-urheilijoilla (Mala ym. 2010). Kehonkoostumuksen tunteminen ennustaa paremmin urheilijan suorituskykyä kuin vain pituuden ja painon tarkastelu. Kehonkoostumuksen seuraaminen voi olla urheilijoille hyödyllistä varsinkin seurattaessa harjoitusvasteita sekä muutoksia kilpailukauden eri vaiheissa. Urheilussa on yleisesti tiedossa optimaalisen kehonpainon ja -koostumuksen tärkeys suorituskyvyn maksimoimiseksi. Harjoittelulla ja ruokavaliolla urheilijat pyrkivät saavuttamaan optimaalisen kehonkoostumuksen. (Kenney ym. 2015, 370–374) Jalkapalloilijoilla on havaittu merkittäviä eroja kehonkoostumuksessa yksilöiden välillä (Sedano ym. 2009). Nykyjalkapallossa onkin yhä enemmän siirrytty kohti systemaattista harjoittelua, mikä on vaikuttanut korkealla tasolla pelaavien pelaajien antropometriisiin profiileihin (Stølen ym. 2005).

4.1.1 Lihasmassa

Lihaksen poikkipinta-alan (CSA) on havaittu olevan suoraan yhteydessä lihaksen tuottamaan voimaan (Fukunaga ym. 2001). Lihasmassa onkin suurin voimaominaisuuksia selittävä tekijä (Maughan ym. 1983). Koska lihaksen poikkipinta-alan ja voima- sekä teho-ominaisuuksien välinen yhteys on selvä, on lihaksen koon kasvaminen ja sen seurauksena lihasmassan lisääntyminen tärkeä suorituskyvyn osatekijä (Ackland ym. 2012). Kehon rasvattoman massan

eli käytännössä lihasmassan maksimoiminen on eduksi lajeissa, joissa tarvitaan hyviä voima- ja teho-ominaisuuksia (Kenney ym. 2015, 379). Lisäksi LBM:n ja VO₂max:n välillä on havaittu positiivinen korrelaatio (Venkata ym. 2004; Bandyopadhyay & Chatterjee 2003) Tutkimuksissa on osoitettu kehon rasvattoman massan olevan yhteydessä parempaan suorituskyykyyn useissa lajeissa (Stephenson ym. 2015; Haakonssen ym. 2013; Ackland ym. 2012).

Lihasmassan määrässä, kuten kehonkoostumuksessa yleensäkin on suuria eroja naisjalkapalloilijoiden välillä (Sedano ym. 2009). Uusimmissa tutkimuksissa kansainvälisen tason naisjalkapalloilijoilta raportoidut lihasmassan suhteelliset osuudet kehonpainosta vaihtelee 45.9–48.9 % välillä (Zabaloy ym. 2022; Villaseca-vicuna ym. 2021) Englannin pääsarja tason naispelaajilla kehon rasvatonmassa oli keskimäärin 46.3 kg (Emmonds ym. 2019) ja Tanskan A-maajoukkuepelaajilla 50.4 kg (Jakcman ym. 2013), joten kilpailullinen taso näyttää vaikuttavan pelaajien lihasmassan määrään.. Farley ym. (2022) havaitsivatkin, että korkeammalla tasolla pelaavilla pelaajilla on suurempi rasvatonmassa kuin alemmilla tasolla pelaavilla. Myös Sedano ym. (2009) havaitsivat, että korkeammalla kilpailullisella tasolla pelaavilla oli enemmän lihasmassaa kuin alemmalla tasolla pelaavilla naisjalkapalloilijoilla.

4.1.2 Rasvamassa

Rasvamassan suhteellinen osuus kehonpainosta eli rasvaprosentti on yleisesti tarkasteltu muuttuja urheilijoilla. Lisääntynyt rasvamassa, lisäen urheilijan kehonpainoa ja -kokoa, on yleisesti heikentävä tekijä ajatellen urheilijan suorituskyykyä. (Kenney ym. 2015, 379) Tutkimuksissa on osoitettu alhaisemman rasvamassan määrän olevan yhteydessä parempaan suorituskyykyyn useissa lajeissa (Stephenson ym. 2015; Haakonssen ym. 2013; Ackland ym. 2012). Lisäksi suuremmalla rasvamassan määrällä on havaittu negatiivinen yhteys maksimaalisen hapenotonkyyvyn avulla mitattuun kestävyysuorituskyykyyn (Shete ym. 2014; Bandyopadhyay & Chatterjee 2003).

Ylimääräinen rasvamassa voi heikentää suorituskyykyä naisjalkapalloilijoilla, sillä kohonnut kehonpaino johtuen rasvamassasta ei lisää pelaajan voimantuottokyykyä (Villaseca-Vicuna ym. 2021). Kenney ym. (2015, 340) mukaan ”eliittitason” naisjalkapalloilijoilla kehon rasvaprosentti on keskimäärin 10–18 %. Aiemmissä tutkimuksissa on kuitenkin havaittavissa merkittäviä eroja raportoiduissa korkean kilpailullisen tason naisjalkapalloilijoiden

rasvaprosenteissa. Uudemmissa tutkimuksissa kansainvälisen tason naisjalkapalloilijoilta on raportoitu keskimäärin rasvaprosentti arvoja välillä 24.3–28.1 % (Zabaloy ym. 2022; Villasecavicuna ym. 2021). Jacman ym. (2013) taas raportoivat Tanskan A-maajoukkue tason pelaajien rasvaprosentin olevan keskimäärin 20,2 %. Englanninpääsarja tason pelaajilta on mitattu rasvaprosentti keskimäärin 21.3 %. Kuitenkin pelaajien välillä oli suurta vaihtelua rasvaprosentin vaihdellen välillä 15.6–28.0 %. (Emmonds ym. 2019) Sedano (2009) ja Mujika ym. (2009) havaitsivat, että korkeammalla kilpailullisella tasolla pelaavilla naispelaajilla oli pienempi rasvaprosentti kuin matalammalla tasolla pelaavilla.

4.2 Mittaus- ja arviointimenetelmät

Kehonkoostumuksen tarkka mittaaminen ja määrittäminen elävälle ihmisille ei ole mahdollista, joten sitä varten on kehitetty erilaisia arviointimenetelmiä. Arviointiin on käytössä monia erilaisia laboratorio- ja kenttämenetelmiä. (Mc Ardle ym. 2015, 743) Laboratorio-olosuhteissa tehtävät tekniikat ovat melko monimutkaisia ja useimmat niistä vaativat kalliita laitteita. Kenttätestien etuna on niiden helppous ja halpa hinta. (Kenney ym. 2015, 372)

Kehon tiheyden arvioimista pidetään yleisesti tarkimpana kehonkoostumuksen arviointimenetelmänä ja uusien menetelmien tarkkuutta sekä luotettavuutta arvioidaan vertaamalla niiden tuloksia kehon tiheyden avulla määritettyyn kehonkoostumukseen. Kehon tiheys saadaan laskettua, kun kehon massa jaetaan kehon tilavuudella. Tiheyden määrittämiseen käytetään yleisesti vedenalaispunnitusta. Kehonkoostumuksen arvioiminen tällä menetelmällä perustuu siihen, että rasvaton massa on tiheämpää kuin vesi, kun taas vesi on tiheämpää kuin rasvamassa. Menetelmä perustuu myös olettamukseen, että kudoksien tiheys tiedetään ja, että ne pysyvät muuttomattomana sekä lisäksi, että yksilöiden välillä ei ole eroa kudosten tiheyksissä. On kuitenkin tiedossa, että yksilöiden välillä on eroja kudosten tiheydessä, joten se aiheuttaa virhelähdettä kehon tiheyden avulla määritettyihin kehonkoostumuksen tuloksiin. (Kenney ym. 2015, 371). Kehon tiheydestä saadaan edelleen laskennallisesti arvioitua kehon rasvaprosentti (McArdle ym. 2015, 743).

Muita laboratorio olosuhteissa tehtäviä kehonkoostumuksen arviointi menetelmiä ovat tietokoneotografia (CT), magneettikuvaus (MRI) ja dual-energy x-ray absorptiometry - kuvantaminen (DEXA). Sekä CT että DEXA perustuvat röntgensäteilyilyn avulla kuvantamiseen . (McArdle ym. 2015, 756-761) Niiden avulla saadaan määritettyä eri kudosten

paksuutta. DEXA:lla saadaan määritettyä pehmytkudosten lisäksi myös luuntiheyttä. DEXA:lla saatujen tuloksien ja vedenalaispunnituksella saatujen tulosten on havaittu korreloivan keskenään voimakkaasti ja DEXA on yleisesti hyväksytty luotettavana ja tarkkana kehonkoostumuksen arviointimenetelmänä. (Kenney ym. 2015, 372) MRI kuvantamisessa hyödynnetään elektromagneettista säteilyä voimakkaassa magneettikentässä. Kuvantaminen perustuu säteilyn aiheuttamaan vetyionien värähtelyyn, jonka MRI tietokoneohjelmisto muuttaa visuaaliseksi kuvaksi kudoksista. (McArdle ym. 2015, 758)

Yleisesti käytössä olevia kenttätestejä kehonkoostumuksen arvioimiseen ovat ihopoimimittaus ja bioimbedanssi (BIA). Ihopoimimittauksissa mittaajan oikea mittaustekniikka on erityisen tärkeää. Mittauksessa on monia mahdollisia virhelähteitä riippuen käytettävistä pihdeistä ja esimerkiksi tutkittavan koosta johtuen. Ihopoimimittauksissa suositellaan otettavaksi vähintään 2–3 mittausta kehon oikealta puolelta. Mitattavien ihopoimujen määrä ja sijainta vaihtelevat, mutta yleisesti on käytössä vähintään viiden pisteen mittaus. Kehon rasvaprosentin määrittäminen ihopoimimittauksella perustuu väestötasolle suunniteltuun matemaattisiin kaavoihin. Kaavat toimivat henkilöille, joilla on sama sukupuoli, harjoitustausta, ja ikä. Kun nämä kriteerit täyttyvät rasvaprosentti vaihtelee yksilöillä yleisesti 3–5 % vedenalaispunnituksen avulla määritettyyn rasvaprosenttiin verrattuna. Ihopoimimittauksen on havaittu olevan melko luotettava ja tarkka menetelmä kehonkoostumuksen arvioimiseen ja virhe on suhteellisen pieni. (McArdle ym. 2015, 749–752)

Bioimbedanssi (BIA) on laite, jossa elektronien kautta johdetaan heikko sähkövirta kehon läpi. Sähkövirran johtumisnopeus riippuu kudoksen vesi ja elektrolyytti pitoisuudesta. FFM sisältää paljon vettä ja elektrolyyttejä, joten se johtaa hyvin sähköä, kun taas rasvamassalla on suurempi imbedanssi eli se aiheuttaa sähkövirralle suuremman vastuksen. BIA:lla mitatut impedenssit ja johtuvuudet muutetaan arvioiksi kehon rasvamassan määrästä. (Kenney ym. 2015, 374) Bioimbedanssilla saadut tulokset korreloivat hyvin vedenalaispunnituksella saatujen tulosten kanssa ja se on yleisesti hyväksytty suhteellisen luotettavana menetelmänä kehonkoostumuksen arvioimiseen (Kenney ym. 2015, 374; McArdle ym. 2015, 752), mutta sen on havaittu olevan epätarkempi menetelmä kuin ihopoimimittauksen (McArdle ym. 2015, 751). Henkilöillä, joilla rasvamassaa on vähän ja rasvatonta massaan paljon, on havaittu, että BIA voi yliarvioida imbedanssia ja siten rasvamassan määrää. Lisäksi nesteytys vaikuttaa BIA tulokseen ja sen vuoksi sitä täytyy kontrolloida (Kenney ym. 2015, 374). Myös ihonlämpötila voi vaikuttaa johtumiseen ja siten tuloksiin (McArdle ym. 2015, 754).

4.3 Kehonkoostumuksen yhteys fyysisen suorituskykytestien tuloksiin

Fyysisen suorituskyvyn arvioinnissa käytetään yleisesti fyysisen suorituskyvyntestejä. Naisjalkapalloilijoilla tehtyjä tutkimuksia kehonkoostumuksen yhteydestä fyysisen suorituskyvyn testeihin on vain muutama. Taulukossa 3 on koottu yhteen eri tutkimuksien tuloksia.

Villaseca-Vicuna ym. (2021) tutkivat Chilen naisten A-maajoukkuepelaajilta kehonkoostumuksen yhteyttä kestävyys- ja suorituskykyyn sekä nopeus-, teho- ja voimaominaisuuksiin. Paremmat tulokset fyysisen suorituskyvyn testeissä olivat yhteydessä suurempaan lihasmassaan ja pienempään rasvamassaan. Parempien voimaominaisuuksien havaittiin ennustavan parempaa suorituskykyä räjähtävissä suorituksissa. Korkeamman rasvaprosentin havaittiin olevan yhteydessä heikompaan kestävyys- ja suorituskykyyn sekä heikompiin voimaominaisuuksiin, kun taas suuremman lihasmassan havaittiin olevan yhteydessä parempiin voimaominaisuuksiin. Kestävyys- ja suorituskyvyn ja lihasmassan väliltä ei löydetty merkitsevää yhteyttä. Tutkimuksessa saadut tulokset ehdottavat, että kehonkoostumus voi selittää eroja pelaajien fyysisessä suorituskyvyssä. On kuitenkin syytä huomata, että pelaajien välillä ei havaittu merkitseviä eroja kehonkoostumuksessa pois lukien maalivahtit, joiden rasvaprosentti oli kenttäpelaajia korkeampi. Maalivahtien havaittiin tutkimuksessa suoriutuvan heikommin sekä kestävyys- että nopeustestistä. (Villaseca-Vicuna ym. 2021)

Barrera ym. (2022) tutkivat aerobisen suorituskyvyn ja kehonkoostumuksen välisiä yhteyksiä Chilen pääsarjatasoisen naisjalkapalloilijoilla. Kehonpaino oli ainoa kehonkoostumuksen muuttuja, jonka havaittiin olevan yhteydessä suhteelliseen VO_{2max} :n. Myöskään kehonkoostumusmuuttujien ja MAS-testin tuloksen välillä ei havaittu yhteyttä. Kehonpaino ja VO_{2max} korreloivat keskenään negatiivisesti. Tutkimuksessa havaittiin kuitenkin myös muita yhteyksiä kehonkoostumusmuuttujien ja suorituskykytestien tulosten, kuten ventilaation kynnysten, välillä, joiden tiedetään olevan tärkeitä aerobisen suorituskyvyn osatekijöitä. Tutkimuksen tulokset eivät kuitenkaan osoita selvää yhteyttä kehonkoostumusmuuttujien ja aerobisen suorituskyvyn välillä. (Barrera ym. 2022).

Emmonds ym. (2019) tutkivat kehonkoostumuksen yhteyttä fyysisien suorituskykytesteissä saatuihin tuloksiin Englannin pääsarjatasoisen naisjalkapalloilijoilla. Tutkimuksessa ei havaittu

merkitseviä yhteyksiä kehonkoostumuksen ja suorituskykytestien tulosten välillä. Lisäksi maajoukkue-tason naisjalkapalloilijoilla on tutkittu potkunopeuden ja kehonkoostumuksen välistä yhteyttä. Tutkimuksessa ei havaittu yhteyttä rasva- tai lihasmassan ja potkunopeuden kanssa. (Zabaloy ym. 2022) Toisaalta Sedano ym. (2009) havaitsivat tilastollisesti merkitsevän positiivisen yhteyden lihasmassan ja potkunopeuden välillä.

TAULUKKO 3. Kehonkoostumuksen ja suorituskykytestien väliset tilastollisesti merkitsevät yhteydet naisjalkapalloilijoilla.

Tutkimus	Tutkittavien lukumäärä (n)	Kilpailullinen taso ja kansallisuus	Mitatut muuttujat ja menetelmät	Tulokset
Barrera ym. 2022	26	Pääsarja, Chile	Σ 6SF, %FM, %MM, VO2max, MAS, VT1, VT2, %VO2 VT1, %VO2 VT2, velVT1, velVT2	BM, MM, BM korreloi negatiivisesti Vo2max kanssa ($r=-0,453^*$), mutta positiivisesti % VO2 VT2 kanssa ($r=0,446^*$). Σ 6SF korreloi negatiivisesti %VO2 VT1 ($r=-0,435^*$), velVT2 ($r=-0,501^{**}$) ja %VO2 VT2 ($r=-0,693^{**}$). %MM korreloi positiivisesti velVT1 ($r=0,431^*$) ja velVT2 ($r=0,615^{**}$) ja %VO2 VT2 kanssa ($r=0,642^{**}$). %FM korreloi negatiivisesti %VO2 VT2 ($r=-0,551^{**}$).
Zabaloy ym. 2022	26	A-maajoukkue	Σ 6SF, KV, MM	Ei tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä muuttujien välillä.
Villaseca-Vicuna ym. 2021	50	A-maajoukkue, Chile	Σ 6SF, Yo-Yo 1, CMJ, T10, T30, RS	%FM korreloi negatiivisesti Yo-Yo 1 testin ($r=-0,343^*$), RS ($r=-0,498^*$) ja CMJ ($r=0,394^{**}$) kanssa. %FM korreloi positiivisesti suuremman T10 ($r=0,588^{**}$) ja T30 kanssa ($r=0,498^{**}$) kanssa. Σ 6SF korreloi negatiivisesti Yo-Yo 1 ($r=-0,382^*$) ja CMJ ($r=-0,385^{**}$) kanssa. Σ 6SF korreloi positiivisesti suuremman T30 ($r=0,466^{**}$) ja T10 ($r=0,499^{**}$) kanssa.

%MM korreloi RS ($r=0,313^*$) ja CMJ ($r=0.377^{**}$) kanssa.

%MM korreloi negatiivisesti suuremman T10 ($r=-0,492^{**}$) ja T30 kanssa ($r=-0,341^*$) kanssa.

Emmonds ym. 2019	10	Pääsarja, Englanti	DEXA, BW, FM, %FM, LBM, CMJ, T10, T20, T30, MVC	Ei tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä muuttujien välillä.
Sedano ym. 2009	100	1.divisioona, Espanja	$\Sigma 6SF$, %FM MM, KV	MM korreloi sekä dominoivan ($r=0,40^*$) että ei dominoivan ($r=0,36^*$) KV:n kanssa.

$\Sigma 6SF$, kuuden pisteen ihopoimiumittaus; T10, 10 metrin nopeus testin aika; T20, 20 metrin nopeus testin aika; T30, 30 metrin nopeustestin aika; CMJ, kevennyshyppy; RS, relative strengt, suhteellinen voima; %FM, rasvaprosentti; MM, lihasmassa; %MM, lihasmassan suhteellinen osuus kehonpainosta; BW, kehonpaino; MAS, maximal aerobic speed -testi; VO2max, maksimaalinen hapenkulutus; VT, 1. ventilaatio kynnyks; VT 2, 2. ventilaatio kynnyks; %VO2 VT1, hapenkulutuksen prosentuaalinen osuus maksimihapenkulutuksesta 1. ventilaatiokynnyksellä; %VO2 VT2, hapenkulutuksen prosentuaalinen osuus maksimihapenkulutuksesta 2. ventilaatiokynnyksellä; velVT1, nopeus 1. ventilaatio kynnyksellä; velVT2, nopeus 2. ventilaatiokynnyksellä; DEXA, dual-energy x-ray absorptiometry -kuvantaminen; LBM, kehon rasvaton massa; KV kicking velocity, potkunopeus; MVC maximal voluntary contraction, maksimaalinen tahdonalainen lihassupisutus; *, korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä $p<0,05$; **, korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä $p<0,01$.

5 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEESEIT

1. Eroavatko A-maajoukkuepelaajien ja Kansallisen Liigan pelaajien fyysinen suorituskyky toisistaan?

Hypoteesi: Kyllä. Tutkimuksissa on havaittu korkeammalla kilpailullisella tasolla pelaavien naisjalkapalloilijoiden olevan useilta eri fyysisen suorituskyvyn osa-alueilta parempia kuin alemmalla tasolla pelaavat naisjalkapalloilijat (Mujika ym. 2009; Castagna & Castellini 2013; Vescovi ym. 2012; Hoare & Warr 2000; Mohr ym. 2008), vaikka tutkimusnäyttö yksittäisten suorituskykytestien osalta on osittain ristiriitaista. Voidaan kuitenkin olettaa, että A-maajoukkuepelaajat suoriutuvat fyysisen suorituskyvyn testeistä Kansallisen liigan pelaajia paremmin.

2. Onko A-maajoukkuepelaajien ja Kansallisen Liigan pelaajien ryhmien välillä eroja kehonkoostumuksessa?

Hypoteesi: Kyllä. Tutkimuksissa on havaittu, että lihasmassa ja kehon rasvaton massa ovat suurempia korkeammalla tasolla pelaavilla naisjalkapalloilijoilla (Farley ym. 2022; Sedano ym. 2009) ja rasvamassa puolestaan pienempi korkeammalla tasolla pelaavilla (Sedano ym. 2009; Mujika ym. 2009). Aiemmissä tutkimuksissa ei ole kuitenkaan tehty vertailua kansallisen tason pelaajien ja maajoukkue-tason pelaajien välillä. Voidaan kuitenkin olettaa, että tulokset ovat aiemman tutkimusnäytön mukaisia.

3. Onko kehonkoostumusmuuttujat (BW, FM, FFM, %FM, MM ja %MM) yhteydessä fyysisen suorituskyvyn testien tuloksiin (T10, T30, CMJ ja MAS)?

Hypoteesi: Kyllä. Aiemmassa naisjalkapalloilijoilla tehdyssä tutkimuksessa on havaittu yhteys suuremman lihas massan sekä pienemmän rasvamassan ja parempien fyysisen suorituskyky testin tuloksien kanssa (Villaseca-Vicuna ym. 2021) Lisäksi on tiedossa, että lihasmassa on suuri voima-ominaisuuksia selittävä tekijä (Maughan ym. 1983) ja tutkimuksissa on osoitettu alhaisemman rasvamassan määrän olevan yhteydessä parempaan suorituskykyyn useissa lajeissa (Ackland ym. 2012; Stephenson ym. 2015; Haakonssen ym. 2013), joten voidaan olettaa, että myös naisjalkapalloilijoilla kehonkoostumus on yhteydessä fyysisen suorituskyvyn testeihin.

6 MENETELMÄT

Tämän tutkielman aineisto on osa Suomalaisten ja Suomessa pelaavien naisjalkapalloilijoiden fyysinen suorituskyky -tutkimusta. Tutkielman tavoitteena on selvittää kehonkoostumuksen yhteyttä suorituskykytestien tuloksiin suomalaisilla naisjalkapalloilijoilla sekä vertailla ryhmien välisiä eroja kehonkoostumuksessa ja suorituskykytestien tuloksissa.

6.1 Koeasetelma ja tutkittavat

Tämän tutkielman koeasetelma on poikkileikkaustutkimus. Kansallisen liigan pelaajat suorittavat tutkimuksessa mittaukset kolme kertaa kauden eri vaiheissa (harjoituskauden alussa, harjoituskauden lopussa sekä ottelukauden lopulla), mutta tämän tutkielman aineistoon sisältyy yksi mittauskerta harjoituskauden alusta. Kaikki mittauskerran sisältämät fyysisen suorituskyvyntestit suoritettiin yhden mittauskerran aikana. Kehonkoostumusmittaus oli tutkittaville vapaaehtoinen eli heidän ei tarvinnut osallistua kehonkoostumusmittaukseen, vaikka osallistuivat muihin tutkimuksen mittauksiin. Maajoukkuepelaajien osalta tutkimus oli poikkileikkaustutkimus ja he suorittivat testit vain yhden kerran kauden aikana. Maajoukkueen testit suoritettiin maajoukkueleirityksen yhteydessä.

Suomalaisten ja Suomessa pelaavien naisjalkapalloilijoiden fyysinen suorituskyky -tutkimukseen rekrytoitiin tutkittavia kansallisen tason naisjalkapalloilijoita Suomen korkeimmalta tasolta Kansallisesta Liigasta ja kaikki 10 joukkuetta kutsuttiin mukaan tutkimukseen. Rekrytoinnin ensimmäisessä vaiheessa joukkueen valmentaja päätti osallistumisesta tutkimukseen. Tämän jälkeen osallistuneiden joukkueiden pelaajille lähetettiin tiedote tutkimuksesta, tietosuojailmoitus sekä suostumuslomake. Jokaisen yksittäisen pelaajan osallistuminen tutkimukseen oli vapaaehtoista.

Tutkielman lopullinen tutkittavien joukko (n=45) koostui 17-31-vuotiaista naisjalkapalloilijoista, jotka jaettiin kahteen ryhmään Naisten A-maajoukkue (n=14) ja Kansallinen liiga (n=31). A-maajoukkuepelaajien ryhmä oli 23,7 ($\pm 2,7$) vuotiaita 167,1 ($\pm 6,2$) cm pitkiä ja heidän kehonpainonsa oli 61,2 ($\pm 6,5$). Kansallisen Liigan pelaajat olivat 21,1 ($\pm 3,2$) vuotiaita, 168,4 ($\pm 5,2$) cm pitkiä ja 60,8 ($\pm 8,3$) kg painavia.

Ennen mittauksia kaikille tutkittaville selvitettiin tutkimuksen kulku sekä tutkimukseen liittyvät riskit ja edut. Lisäksi kerrottiin osallistujille heidän oikeudestaan keskeyttää tutkimukseen osallistuminen missä vaiheessa tahansa. Kaikki tutkittavat allekirjoittivat suostumuslomakkeen ennen mittauksia. Tutkimuksella on Jyväskylän yliopiston Eettisen toimikunnan lausunto (1375/13.00.04.00/2022).

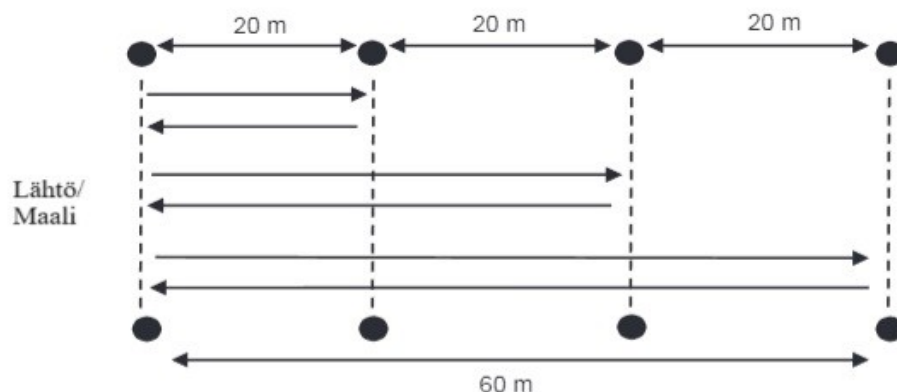
6.2 Aineiston keräys ja analysointi

Tutkimuksen aikana kerätty aineisto sisälsi esitietolomakkeet, fyysisen suorituskyvyn testit ja kehonkoostumusmittauksen bioimbedanssilla. Lisäksi tutkittavat täyttivät Low Energy Available in Females Questionnaire -kyselyn (LEAF-Q) energian saatavuuden arvioimiseksi, mutta tuloksia ei käytetty tässä tutkielmassa.

Esitietolomake. Esitietolomakkeen avulla kartoitettiin tutkittavien kelpoisuutta osallistua tutkimukseen. Esitietolomakkeessa kerättiin perustiedot: syntymäaika, ikä, pituus, paino ja pelipaikka. Lisäksi lomakkeella kartoitettiin karkeasti tutkittavien harjoittelukuormitusta viikkotasolla. Lisäksi kysyttiin, onko pelaaja tullut valituksi maajoukkue-toimintaan uransa aikana.

Fyysinen suorituskyky. Fyysisen suorituskyvyn testeinä käytettiin jalkapallotutkimuksille tyypillisiä kenttätestejä nopeus-, kestävyys- sekä voimaominaisuuksien mittaamiseen (eritelty tarkemmin taulukossa 4). Pudotushyppytestin tuloksia ei käytetty tässä tutkielmassa. Testit suoritettiin joukkueen valitsemassa, tutkimuskriteerit täyttävässä ympäristössä (jalkapallohalli, jossa alustana tekonurmi). Ennen testejä pelaajat lämmittelivät joukkueen taustahenkilön johdolla. Testit suoritettiin seuraavassa järjestyksessä: 30 m nopeus (10 m väliajalla), kevennyshyppy, pudotushyppy ja 1200-metrin kestävyystesti (MAS-testi). MAS-testissä tutkittavat juoksivat kuvan 1 mukaisesti 5 kierrosta mahdollisimman nopeasti. MAS-testin tulos ilmaistiin metreinä sekunnissa (m/s) ja laskettiin seuraavan kaavan mukaisesti: $MAS = 1200 / (\text{aika sekunteina} - 20.3)$ (Baker 2011). Nopeus-, kevennyshyppy- ja pudotushyppytesteissä tutkittavilla oli käytössään kolme suoritusta. Hyppytesteissä ennen varsinaisia mittaussuorituksia, tutkittavat saivat tehdä harjoitussuorituksia. Tutkittavat ohjeistettiin ponnistamaan mahdollisimman korkealle, kädet lantiolla. Alas-menopolvikulmaa ei kontrolloitu. Tutkittavien suorituksia ja suoritustekniikkaa valvottiin suoritusten aikana. Hyppytesteissä käytetty valomatto (Jyväskylän yliopisto- liikuntatieteellinen tiedekunta) arvioi

hyppykorkeuden lentoajan perusteella ($h=gt^2/8$). Nopeustestissä mitattiin lisäksi tutkalla tutkittavan maksimaalinen nopeus, mutta tuloksia ei käytetty tässä tutkielmassa.



KUVA 1. MAS-testi. Mukailtu (Silva ym. 2021).

TAULUKKO 4. Käytetyt fyysisen suorituskyvyn testit.

Mitattava ominaisuus	Testi	Mittauslaite
Nopeus	30-m nopeustesti (10-m väliajalla)	Valokenno (Newset Oy Finland) ja tutka (Stalker ATS II, Richardson, Texas, USA)
Räjähävä voima	Kevennyshyppy (CMJ)	Valomatto (Jyväskylän yliopisto, liikuntatieteellinen tiedekunta)
Reaktiivinen voima	Pudotushyppy	Valomatto (Jyväskylän yliopisto, liikuntatieteellinen tiedekunta)
Aerobinen kapasiteetti	1200-metrin kestävyystesti (MAS)	Sekuntikello

Kehonkoostumus. Osana tutkimuksen mittauksia tutkittaville annettiin mahdollisuus osallistua bioimpedanssiin perustuvaan Inbody720 -laitteella tehtävään kehonkoostumusmittaukseen. Kansallisen Liigan pelaajilla kehonkoostumusmittausta ei suoritettu fyysisen suorituskyky testien yhteydessä samana päivänä. Tutkittavat ohjeistettiin tulemaan kehonkoostumusmittaukseen yön yli paastonneena. Biosähköinen impedanssi mitattiin Inbody-laitteella (InBody720 body composition analyzer, Biospace Co. Ltd, Seoul, South Korea), jossa koehenkilöt seisoivat kevyessä vaateuksessa (t-paita ja shortsit) laitteen jalka-anturien päällä

ja pitivät kädensijoista kiinni mittauksen ajan. Mittausanturit puhdistettiin ennen jokaista koehenkilöä. Inbody720-laitteen kädensijoissa ja jalka-antureissa sijaitsee kahdeksan tetrapolaarista elektrodia. Mittauksen aikana laite suorittaa 30 impedanssi mittausta kuudella eri taajuudella (1, 5, 50, 250, 500 ja 1000 kHz) kaikista viidestä kehon segmentistä eli molemmista ylä- ja alaraajoista ja keskivartalosta (McLester ym. 2020) sekä lisäksi reaktanssimittauksen kolmella eri taajuudella (5, 50 ja 250 kHz) (Völgyi ym. 2012). Kehonkoostumusmittauksessa laite arvioi kehon kokonaisnesteen määrän (TBW, total body water) pinta-alan, tilavuuden, pituuden, impedanssin ja kehon ominaisvastuksen perusteella. Sen perusteella rasvaton massa arvioidaan $TBW/0,73$. (Völgyi ym. 2012) Laitteen LookingBody-analysointiohjelma analysoi kehon solunulkoisen ja sisäisen nestetilavuuden määrän, proteiinin, luu- ja luuttoman kudoksen mineraalien massan, lihas-, rasva- ja rasvattoman massan, pehmytkudoksen massan ja kehon rasvaprosentin ja rasvamassan. Lisäksi laite arvioi rasvattoman pehmytkudoksen määrän ja turvotuksen segmentteittäin. Laite arvioi myös lantio-lonkka suhteen ja BMI:n. (Inbody USA 2023) Kehonkoostumusmuuttujista tässä tutkielmassa tarkasteltiin kehonpainoa (BW), kehon rasvatonta massaa (FFM), rasvamassaa (FM), rasvaprosenttia (%FM) ja lihasmassaa (MM). Lisäksi laskettiin lihasmassan suhteellinen osuus kehonpainosta (%MM), jota tarkasteltiin myös yhtenä kehonkoostumusmuuttujana.

Tilastollinen analysointi. Tutkimusaineiston tilastollinen tarkastelu suoritettiin käyttäen IBM SPSS 28.0 -ohjelmistoa (IBM Corporation, Armonk, New York, USA). Muuttujien normaalia jakautumista tarkasteltiin Shapiro Wilkinson -testillä. Normaalisti jakautuneiden muuttujien (kaikki fyysisen suorituskyvyn testit sekä FM, %FM ja %MM) tulokset esitetään muodossa keskiarvo ja keskihajonta. Tarkastellessa ryhmien välisiä eroja, normaalisti jakautuneille muuttujille käytettiin kahden riippumattoman otoksen Student's T-testiä. (Welham ym. 2014, 24–33) Kehonkoostumusmuuttujista BW, FFM ja MM eivät olleet normaalisti jakautuneita. Näiden muuttujien tulokset esitetään muodossa mediaani ja IQR (interquartile range). Tarkasteltaessa ryhmien välisiä eroja analysointiin käytettiin kahden riippumattoman otoksen Mann-Whitney U -testiä niiden muuttujien osalta, jotka eivät olleet normaalisti jakautuneita. (Ali & Bhaskar 2016) Muuttujien välistä korrelaatiota analysoitiin käyttäen Pearsonin menetelmää muuttujille, jotka olivat normaalisti jakautuneita (Wellham ym. 2014 ,36). Muuttujille, jotka eivät olleet normaalisti jakautuneita korrelaatioiden analysointiin käytettiin Spearmanin menetelmää (Myers & Sirois 2004). Tilastollisesti merkitsevinä pidetään arvoja, joiden $p < 0,05$ ja tilastollisesti erittäin merkitsevinä arvoja, joiden $p < 0,01$ (Ali & Bhaskar 2016). R-arvot, jotka olivat välillä 0.30–0.49 luokiteltiin heikoiksi, välillä 0.5–0.69 kohtalaisiksi,

välillä 0.70–0.89 vahvoiksi, ja välillä 0.90–1.00 erittäin vahvoiksi (Asuero, Saygo & Gonzalez 2006).

7 TULOKSET

Ryhmien välillä ei löydetty tilastollisesti merkitseviä eroja kehonkoostumusmuuttujissa. A-maajoukkuepelaajien ryhmä suoriutui kaikissa fyysisen suorituskyvyn teisteissä merkitsevästi paremmin kuin Kansallisen Liigan pelaajien ryhmä (Taulukko 6).

TAULUKKO 6. A-maajoukkuepelaajien ja Kansallisen liigan pelaajien kehonkoostumusmuuttujat ja fyysisten suorituskykytestien tulokset sekä ryhmien väliset erot.

	A-maajoukkue (n=14)	Kansallinen liiga (n=31)	p-arvo
Kehonkoostumus			
BW (kg)	61,2 (±6,5)	60,8 (±8,3)	0,590
FFM (kg)	49,2 (±4,4)	49,0 (±6,7)	0,492
MM (kg)	27,5 (±2,6)	27,2 (±3,9)	0,508
%MM (%)	44,8 (±2,2)	44,8 (±2,8)	0,938
FM (kg)	12,6 (±2,7)	12,8 (±4,1)	0,819
%FM (%)	19,8 (±3,7)	20,1 (±4,9)	0,885
Fyysiset suorituskykytestit			
T30 m (s)	4,50 (±0,13)	4,66 (±0,16)	0,003**
T10 m (s)	1,83 (±0,05)	1,92 (±0,07)	<0,001**
CMJ (cm)	34,1 (±2,72)	31,7 (±3,85)	0,044*
MAS (m/s)	4,32 (±0,21)	4,09 (±0,28)	0,014*

BW, kehonpaino; FFM, kehon rasvaton massa; MM lihasmassa; %MM, lihasmassan suhteellinen osuus kehonpainosta; FM, rasvamassa; %FM, rasvaprosentti; T30, 30 metrin nopeustestin aika; T10, 10 metrin nopeustestin aika; CMJ, kevennyshyppy; MAS, 1200 metrin kestävyystesti; *, ryhmien keskiarvojen ero on tilastollisesti merkitsevä $p < 0,05$; **, ryhmien keskiarvojen ero on tilastollisesti merkitsevä $p < 0,01$.

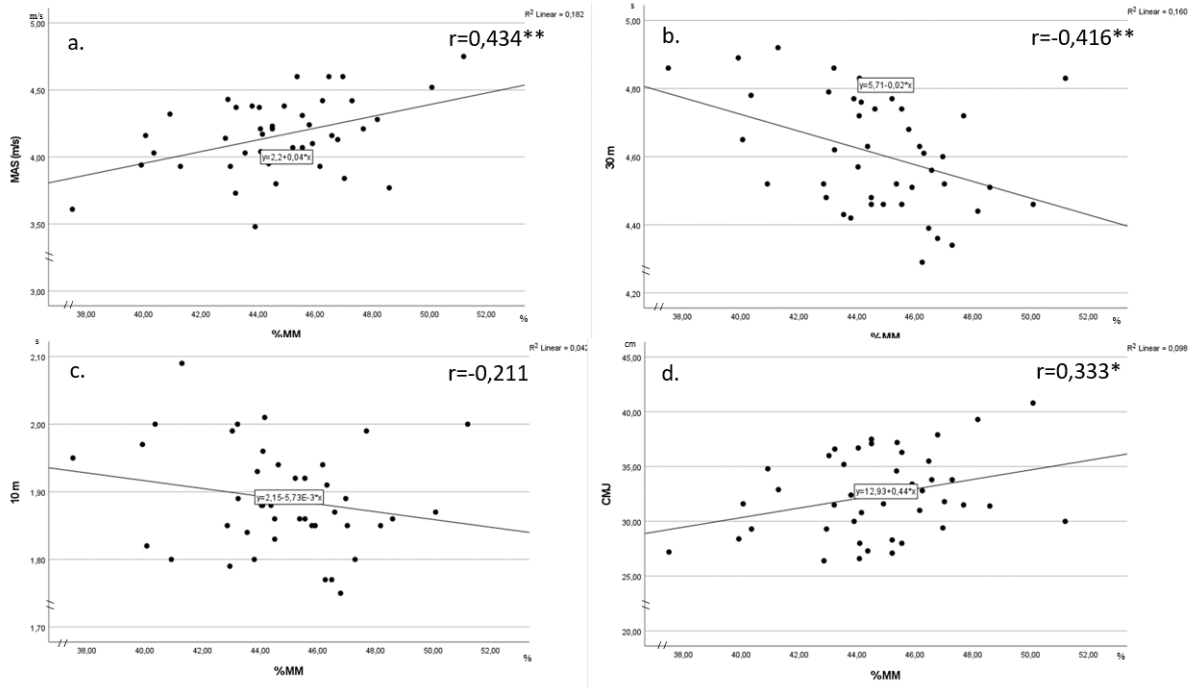
Tarkasteltaessa kaikkia pelaajia yhtenä ryhmänä kehonkoostumusmuuttujista rasvamassa oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä 30 metrin nopeustestin tuloksien kanssa ($r=0,470$, $p=0,001$), kevennyshyppytestin tulosten kanssa ($r=-0,365$, $p=0,015$) ja MAS-testin tuloksien kanssa ($r=-0,577$, $p < 0,001$) (Kuva 3). Rasvaprosentti oli tilastollisesti yhteydessä niin ikään 30

metrin nopeustestin tulosten ($r=0,435$, $p=0,004$), kevennyshyppytestin tulosten ($r=-0,327$, $p=0,030$) ja MAS-testin tulosten ($r=-0,496$, $p<0,001$) (Kuva 4). Lihasmassan prosentuaalinen osuus kehonpainosta oli tilastollisesti yhteydessä 30 metrin nopeustestin tulosten ($r=-0,416$, $p=0,005$), kevennyshyppy testin tulosten ($r=0,333$, $p=0,027$) ja MAS-testin tulosten kanssa ($r=0,434$, $p=0,004$) (Kuva 2). Lisäksi kehonpaino oli tilastollisesti yhteydessä MAS-testin tulosten kanssa ($r=-0,522$, $p<0,001$). Taulukossa 5 esitetty kaikkien kehonkoostumus muuttujien yhteydet suorituskykytesteihin.

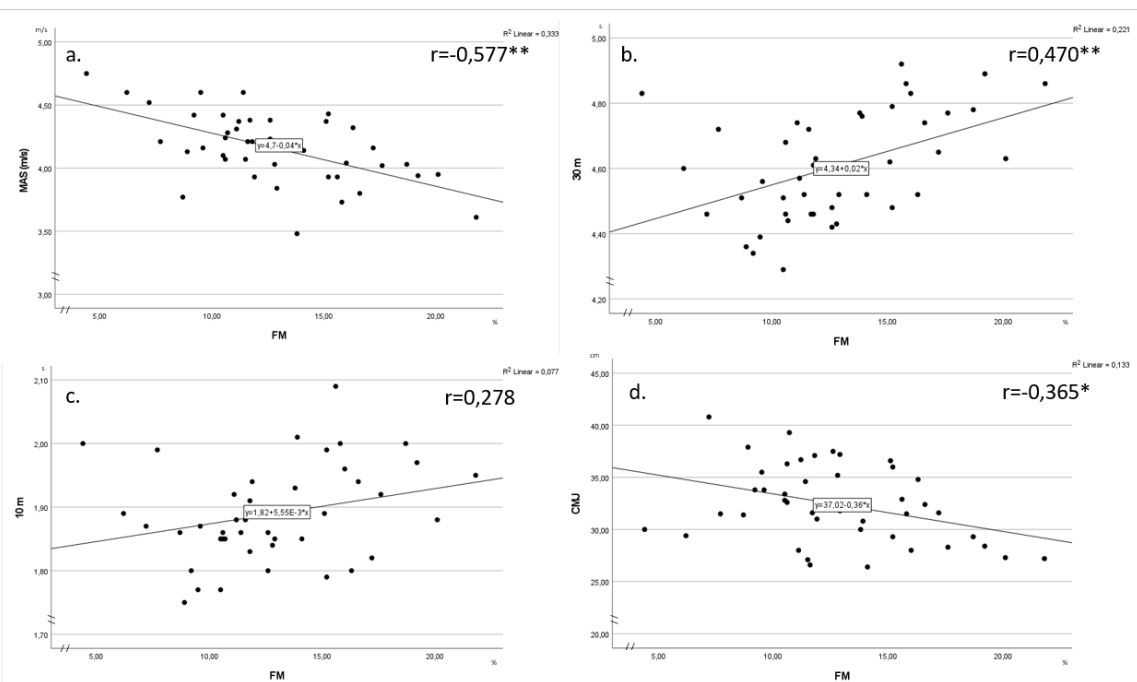
TAULUKKO 5. Kehonkoostumusmuuttujien ja fyysisten suorituskykytestien tulosten väliset korrelaatiot.

Muuttujat	FM (r)	%FM (r)	BW (r_s)	MM (r_s)	%MM (r)	FFM (r_s)
T30 m	0,470**	0,435**	0,287	0,031	-0,416**	0,055
T10 m	0,278	0,242	0,205	0,106	-0,211	0,111
CMJ	-0,365*	-0,327*	-0,081	0,049	0,333*	0,037
MAS	-0,577**	-0,496**	-0,522**	-0,228	0,434**	-0,244

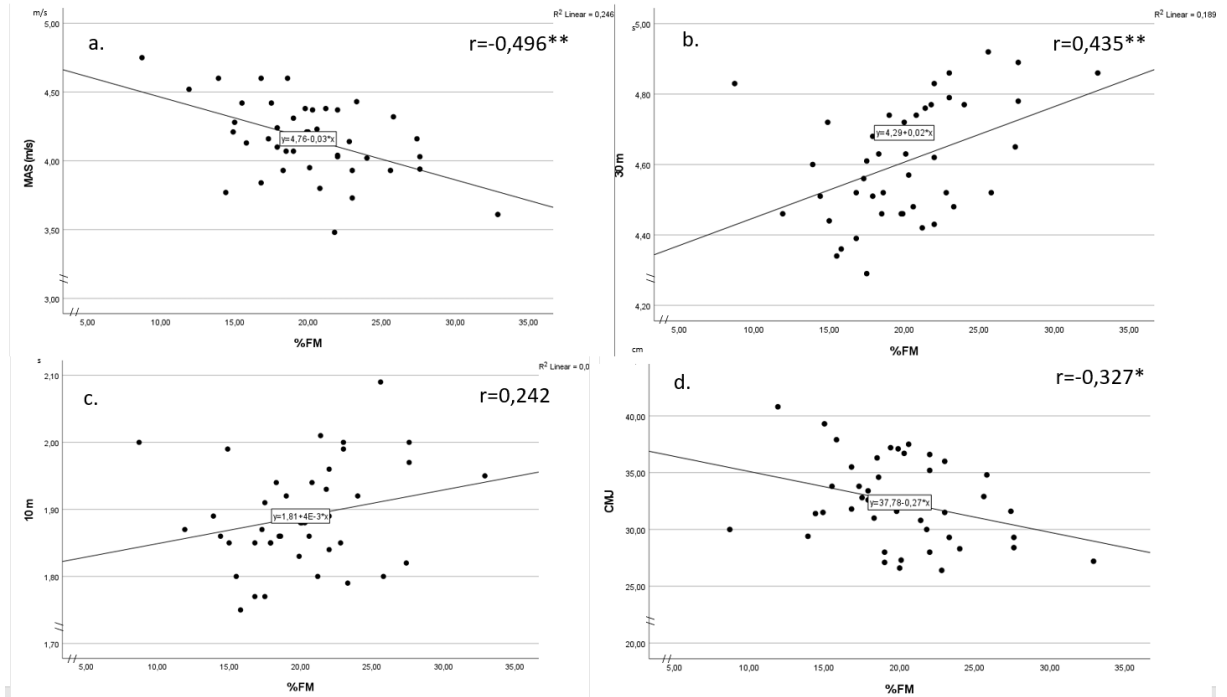
BW, kehonpaino; FFM, kehon rasvaton massa; MM, lihasmassa; %MM, lihasmassan suhteellinen osuus kehonpainosta; FM, rasvamassa; %FM, rasvaprosentti; T30, 30 metrin nopeustestin aika; T10, 10 metrin nopeustestin aika; CMJ, kevennyshyppy; MAS, 1200-metrin kestävyystesti; r, Pearsonin korrelaatio menetelmä; r^s , Spearmanin korrelaatio menetelmä; **, korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä $p<0,01$; *, korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä $p<0,05$.



KUVA 2. Lihasmassan suhteellisen osuuden kehonpainosta (MM%) korrelaatio a. MAS-testi tuloksen, b. 30 metrin nopeustestin tuloksen c. 10 metrin nopeustestin ja d. Kevennyshyppytestin tuloksen (CMJ) kanssa. **, korrelaatio on tilastollisesti merkitsevää $p < 0,01$; *, korrelaatio on tilastollisesti merkitsevää $p < 0,05$.



KUVA 3. Rasvamassan korrelaatio a. MAS-testi tuloksen, b. 30 metrin nopeustestin tuloksen c. 10 metrin nopeustestin ja d. Kevennyshyppytestin tuloksen (CMJ) kanssa. **, korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä $p < 0,01$; *, korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä $p < 0,05$.



KUVA 4. Rasvaprocentin korrelaatio a. MAS-testi tuloksen, b. 30 metrin nopeustestin tuloksen c. 10 metrin nopeustestin ja d. Kevennyshyppytestin tuloksen (CMJ) kanssa. **, korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä $p < 0,01$; *, korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä $p < 0,05$.

8 POHDINTA

Tutkielman tavoitteena oli selvittää, onko suomalaisten kansallisen tason (Kansallinen Liiga) ja A-maajoukkuepelaajien välillä eroja fyysisessä suorituskyvyssä ja kehonkoostumuksessa. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, onko kehonkoostumuksen ja fyysisen suorituskykytestien tulosten välillä yhteyttä. Päähavaintona huomattiin, että Kansallisen Liigan ja A-maajoukkuepelaajien välillä ei ollut eroja kehonkoostumuksessa, mutta A-maajoukkuepelaajat suoriutuivat paremmin kaikista fyysisen suorituskyvyntesteissä kuin Kansallisen Liigan pelaajat. Kehonkoostumusmuuttujista pienempi rasvamassan määrän ja pienempi rasvaprosentti sekä suurempi suhteellinen lihasmassa olivat yhteydessä parempien tulosten kanssa 30 metrin nopeustestissä, kevennyshyppytestissä sekä MAS-testissä. Lisäksi pienempi kehonpaino oli yhteydessä paremman MAS-testi tuloksen kanssa. Vahvimmat yhteydet löytyivät MAS-testi tuloksen ja kehonpainon sekä rasvamassan välillä.

8.1 Ryhmien väliset erot fyysisen suorituskyvyn testeissä

A-maajoukkuepelaajat suoriutuivat merkitsevästi paremmin kaikissa fyysisen suorituskyvyn testeissä verrattuna Kansallisen Liigan pelaajiin. Useissa tutkimuksissa onkin havaittu, että korkeammalla kilpailullisella tasolla pelaavat ovat useilta fyysisen suorituskyvyn osa-alueilta parempia kuin alemmalla tasolla pelaavat (Castagna & Castellini 2013; Vescovi ym. 2012; Mujika ym. 2009; Mohr ym. 2008; Hoare & Warr 2000), joten korkeamman kilpailullisen tason ja paremman fyysisen suorituskyvyn välillä on todennäköisesti yhteys. Tämän tutkielman tulokset tukevat tätä havaintoa.

MAS-testissä A-maajoukkuepelaajien tulos ($4,32 \pm 0,21$ m/s) oli merkitsevästi parempi kuin Kansallisen liigan pelaajien tulos ($4,09 \pm 0,28$ m/s). MAS-testi tuloksia naispelaajilta on raportoitu vähän. Tämän tutkielman molemmat ryhmät suoriutuivat heikommin MAS-testissä kuin Barrera ym. (2022) tutkittavat ($4,5 \pm 0,25$ m/s). Aiemmissä tutkimuksissa on havaittu, että korkeampi kilpailullinen taso on yhteydessä peleissä suurempaan korkealla intensiteetillä liikuttuun matkaan (Mohr ym. 2008) ja siten myös parempaan kestävyys suorituskykyyn. Lisäksi on havaittu, että kansainvälisentason pelaajat suoriutuvat myös paremmin kestävyystestistä kuin kansallisen tason pelaajat (Mohr ym. 2003), joten A-maajoukkuepelaajien parempi suoriutuminen MAS-testissä Kansallisen Liigan pelaajiin verrattuna oli aiemman tutkimusnäytön valossa odotettua. Barrera ym. (2022) tutkittavat olivat

kansallisen tason pelaajia, joten heidän parempi suoriutuminen MAS-testissä verrattuna tämän tutkielman A-maajoukkue ryhmään ei ollut odotettavaa.

Myös Scott ym. (2020) tutkimuksen tulokset olivat ristiriidassa aiempien tulosten kanssa fyysisen suorituskyvyn ja kilpailullisen tason yhteyksistä. Tutkimusryhmä pohti, että tutkimustulos siitä, ettei ottelusuurituksen aikana havaittu merkitsevää eroa kovatehoisen juoksun määrässä kansainvälisen ja kansallisen tason pelaajien välillä, voisi johtua naisjalkapallon viime vuosien ammattimaistumisesta ja nopeasta kehitymisestä. (Scott ym. 2020) Tämän tutkielman tulokset eivät tue tätä johtopäätöstä. Scott ym. (2020) tutkimuksessa tarkasteltiin pelin aikaista suorituskykyä ja tässä tutkielmassa fyysisen suorituskyvyn testitulosta, joten tuloksia ei voi kuitenkaan täysin vertailla keskenään. Vastaavaa tutkimustietoa Suomen Kansallisen Liigan pelaajien ja A-maajoukkuepelaajien suorituskyvyn eroista ei myöskään ole ja on hyvin mahdollista, että tasoerot fyysisessä suorituskyvyssä A-maajoukkuepelaajien ja Kansallisen liigan välillä ovat aiemmin olleet vielä suuremmat. On myös syytä huomata, että Scott ym. (2020) tutkimuksessa tutkittavat olivat USA:n kansallisen tason pelaajia. USA:n naisten pääsarjaa on pidetty yhtenä kovatasoisimmista kansallisista sarjoista ja se on varmasti huomattavasti kansainvälisempi ja kovatasoisempi kuin Suomen Kansallinen Liiga, minkä vuoksi tasoerot kansallisen ja kansainvälisen tason välillä voivat olla kapeammat.

A-maajoukkuepelaajien ryhmä suoriutui myös merkitsevästi paremmin 30 metrin ja 10 metrin nopeustesteissä kuin Kansallisen Liigan pelaajien ryhmä. A-maajoukkuepelaajien tulos 30 metrin nopeustestissä oli $4,50 \pm 0,13$ s ja Kansallisen Liigan pelaajien $4,66 \pm 0,16$ s. Vastaavat tulokset 10 metrin nopeustestissä olivat $1,83 \pm 0,05$ s ja $1,92 \pm 0,07$ s. Nopeustestien tulokset vastaavat aiemmissä tutkimuksissa raportoituja kansallisen tason ja A-maajoukkue-tason pelaajien tuloksia (Emmonds ym. 2019; Lockie ym. 2018; Haugen ym. 2012; Jakeman ym. 2013; Krustrup ym. 2010). Aiempi tutkimusnäyttö siitä, onko eri tasoisten pelaajien välillä eroja nopeusominaisuuksissa, on ristiriitaista. Tässä tutkielmassa sekä 10 metrin että 30 metrin nopeustestissä A-maajoukkuepelaajat suoriutuivat Kansallisen liigan pelaajia paremmin, mikä tukee Vescovin (2012) sekä Hoaren & Warrin (2000) havaintoja siitä, että korkeammalla kilpailullisella tasolla pelaavat naispelaajat ovat nopeusominaisuuksiltaan parempia kuin alemmalla tasolla pelaavat naispelaajat. Scott ym. (2020) ei havainnut eroa ryhmien välillä myöskään nopeustesteissä ja tähän voi vaikuttaa jo edellä mainitut samat tekijät kuin kestävyys-suorituskyvynkin osalta.

Myös A-maajoukkuepelaajien kevennyshyppy tulos $34,1 \pm 2,72$ cm oli merkitsevästi parempi kuin Kansallisen Liigan pelaajien tulos $31,7 \pm 3,85$ cm. Kansallisen liigan ryhmän kevennyshyppytulokset ovat linjassa aiempien raportoitujen kansallisen tason pelaajien tuloksien kanssa (Emmonds ym. 2019; Krusturp ym. 2010; Mujika ym. 2009). A-maajoukkue-tasojen pelaajien tuloksia on tiedossa vähemmän, mutta on Haugen ym. (2012) vuosina 1995-2010 tehdyssä seurannassa raportoi keskimääräiseksi tulokseksi $30,7 \pm 4,1$ cm ja Zabaloy ym. (2022) raportoivat 28.9 cm. Verrattuna raportoituihin Euroopan pääsarjatason tuloksiin (30–35 cm) (Emmonds ym. 2019; Krusturp ym. 2010; Mujika ym. 2009), ovat aiemmissä tutkimuksissa raportoidut A-maajoukkuepelaajien tulokset todennäköisesti hieman alakanttiin. Zabaloy ym. (2022) tutkimuksessa tutkittavien ryhmä oli Chilen A-maajoukkue, joka FIFA:n rankingin mukaan Suomenkin alapuolella (FIFA 2023b), mikä voi selittää ryhmän heikohkoja kevennyshyppytuloksia. Lisäksi Haugen ym. (2012) seurantutkimuksessa tulokset ovat todennäköisesti kehittyneet seurannan aikana, eikä vuosi kohtaisia tuloksia raportoitu, joten raportoitu keskiarvo ei välttämättä ole kovin vertailukelpoinen. Kansallisen Liigan ryhmän tulokset ovat siis aiemman tutkimustiedon mukaisia, mutta A-maajoukkue-ryhmän tuloksia on vaikea verrata aiempaan tutkimustietoon. Tutkimuksissa on havaittu että, vertikaalihyppy ominaisuutta voidaan mahdollisesti pitää eritasoiset pelaajat toisistaan erottelevana suorituskyvyn tekijänä (Castagna & Callo 2013; Mujika ym. 2009). Kuitenkin myös vastakkaisia tutkimustuloksia on julkaistu (Scott ym. 2019; Senado ym. 2009) Tässä tutkielmassa saadut tulokset tukevat aiempia tutkimustuloksia siitä, että korkeammalla tasolla pelaavat suoriutuivat paremmin kevennyshyppytestissä.

Tämän tutkielman tulosten perusteella näyttää siltä, että A-maajoukkuepelaajat ovat kokonaisvaltaisesti fyysisiltä ominaisuuksiltaan edellä Kansallisen liigan pelaajia. Eroja A-maajoukkueen ja Kansallisen Liigan pelaajien välillä suorituskyvyssä voi selittää se, että A-maajoukkuepelaajat ovat keskimäärin hieman vanhempia (23,7 vs. 21,2 v.), joten heillä on takanaan mahdollisesti kauemmin systemaattista harjoittelua. Tutkimustulokset eri ikäisten naisjalkapalloilijoiden fyysisen suorituskyvyn eroista ovat ristiriitaisia, eikä kaikissa tutkimuksissa ole havaittu eroja eri ikäisten ryhmien välillä (Vescovi ym. 2011), kun taas osassa tutkimuksissa ryhmien välillä on havaittu eroja (Castagna & Castellini 2012; Mujika ym. 2009). Tässä tutkielmassa lähes kaikki tutkittavat olivat täysi-ikäisiä, joten ikä ei todennäköisesti vaikuta fyysisen kehityksen näkökulmasta, vaan nimenomaan systemaattisten harjoitusvuosien määrässä ja siten mahdollisesti parempana harjoitusstatuksena. Lisäksi suuri osa A-maajoukkuepelaajista pelaa ulkomailla ammattimaisemmissa ympäristöissä kuin Kansallisen

Liigan pelaajat Suomessa, joten heidän harjoittelu statusensa on myös sitä kautta parempi, mikä todennäköisesti on yksi suuri suorituskyky eroja selittävä tekijä.

8.2 Ryhmien väliset erot kehonkoostumuksessa

Kehonkoostumusmuuttujissa ei havaittu tässä tutkielmassa merkitseviä eroja A-maajoukkue ryhmän ja Kansallisen liigan ryhmän välillä. Kehonkoostumusmittauksien tulokset olivat melko hyvin linjassa aiempien tutkimustuloksien kanssa. Tässä tutkielmassa A-maajoukkuepelaajien rasvaton massa oli $49,2 \pm 4,4$ kg, josta lihasmassaa $27,5 \pm 2,6$ kg. Kehonpainon suhteutettuna se oli $44,8 (\pm 2,2)$ %. Kansallisen Liigan pelaajilla rasvaton massa oli $49,0 \pm 6,7$ kg, josta lihasmassaa oli $27,2 \pm 3,9$ kg ja kehonpainoon suhteutettuna $44,8 (\pm 2,8)$ %. Ryhmien väliset erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Aiemmissä tutkimuksissa lihasmassa suhteellinen osuus kansainvälisen tason pelaajilla vaihtelee $45,9\text{--}48,9$ % välillä (Zabaloy ym. 2022; Villaseca-vicuna ym. 2021) ja pääsarja- ja A-maajoukkuepelaajilta raportoituja kehon rasvattoman massan määriä on $46,3$ ja $50,4$ kg (Emmonds ym. 2019; Jackman ym. 2013), joten tutkielmassa saadut tulokset ovat aiemman tutkimusnäytönmukaisia.

A-maajoukkuepelaajien rasvaprosentti oli $19,8 \pm 3,7$ % ja Kansallisen Liigan pelaajien $20,1 \pm 4,9$ %. Ryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa. Rasvamassan ja rasvaprosentin osalta aiemmissä tutkimuksissa on enemmän hajontaa ja eri tutkimuksissa raportoidut rasvaprosentin keskiarvot ovat vaihdelleet $20,2\text{--}28,1$ % välillä pääsarja- ja A-maajoukkuepelaajilla (Zabaloy ym. 2022; Villaseca-vicuna ym. 2021; Emmonds ym. 2019; Jackman ym. 2013). Sekä Kansallisen Liigan, että A-maajoukkuepelaajien tulokset ovat samansuuntaiset aiempien tutkimuksien kanssa, rasvaprosentin ollen kuitenkin aiempien tutkimusten vaihteluvälin alareunalla.

Kehonkoostumusmuuttujissa on aiemmissä tutkimuksissa havaittu eroja kilpailullisten tasojen välillä. Farley ym. (2022) havaitsivat, että kehon rasvaton massa oli suurempi ($p < 0,001$) ja Sedano ym. (2009) havaitsivat, että lihasmassa oli suurempi ($p < 0,05$) korkeammalla kilpailullisella tasolla pelaavilla kuin alemmalla tasolla pelaavilla naisjalkapalloilijoilla. Lisäksi Sedano (2009) ($p < 0,05$) ja Mujika ym. (2009) ($p < 0,001$) havaitsivat naispelaajilla yhteyden pienemmän rasvamassan ja korkeamman kilpailullisen tason välillä. Ryhmien välisiä vertailuja on kuitenkin tehty ilmeisen vähän ja tämän tutkielman tulokset ovat ristiriidassa aiempien tutkimustulosten kanssa. Aiempien tutkimuksien tutkittavien ryhmät poikkeavat kuitenkin

merkittävästi tämän tutkielman tutkittavista, mikä voi selittää tulosten ristiriitaisuutta. Farley ym. (2020) tutkimuksessa tutkittavia oli usealta eri kilpailulliselta tasolta Australian pääsarjasta nuorten seurajoukkueisiin, joten on melko ymmärrettävää, että kilpaurheilijoilla on suurempi kehon rasvatonmassa kuin harrastajilla. Tutkimuksessa ei havaittu kuitenkaan tilastollisesti merkitsevää eroa kehon rasvattomassa massassa vertailtaessa täysi-ikäisiä pelaajia Australian kansallisesta pääsarjasta ja pelaajia alueellisesta sarjasta. Pääsarja pelaajilla oli kuitenkin suurempi kehon rasvatonmassa, mutta se ei ollut merkitsevästi suurempi. Farley ym. (2020) tutkimuksen tulokset eivät siis ole kovin hyvin verrattavissa tämän tutkielman tuloksien kanssa. Sedano ym. (2009) tutkimuksessa tutkittavat oli jaettu kahteen ryhmään, joista toisessa oli alueellisen 1. divisioonan pelaajia ja toisessa kansallisen 1. divisioonan pelaajia. Näiden ryhmien välillä havaittiin merkitsevät erot sekä lihas- että rasvamassassa. Mujika ym. (2009) tutkimuksessa vertailtiin Espanjan pääsarjan ja 1.divisiioonan pelaajia ja havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero rasvamassassa.

Tämän tutkielman kaltaista vertailua kehonkoostumuksessa kansallisen tason pelaajien ja A-maajoukkue-tason pelaajien välillä ei ilmeisesti ole aiemmin tehty. Tulosten ristiriitaisuutta verrattuna aiempiin tutkimustuloksiin selittää todennäköisesti juuri se, että muissa tutkimuksissa pelaajien välillä on suurempi kilpailullinen tasoero. Muissa tutkimuksissa tutkittavat myös pelaavat alemmalla kilpailullisella tasolla kuin tämän tutkielman tutkittavat. Siirryttäessä kohti korkeampaa kilpailullista tasoa ja systemaattisempaa harjoittelua, myös harjoituskuormitus kasvaa, mikä voi vaikuttaa pelaajien antropometriseen profiiliin (Stølen ym. 2005), jolloin ryhmien kehonkoostumus voi mahdollisesti olla keskenään homogeenisempi. Tämä voi selittää sitä, miksi korkeammalla tasolla ryhmien välistä eroa ei tässä tutkielmassa enää havaittu.

8.3 Kehonkoostumuksen yhteys fyysisen suorituskykytestien tuloksiin

Tarkastellessa kehonkoostumuksen yhteyttä suorituskykytestien tuloksiin, tarkasteltiin kaikkia tutkittavia yhtenä ryhmän. Kehonkoostumusmuuttujilla havaittiin tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä fyysisensuorituskyvyn testituloksien kanssa. Tässä tutkielmassa suurin osa havaituista yhteyksistä oli kuitenkin heikkoja ($r=0.30-0.49$). Kohtalainen yhteys ($r=0.5-0.69$) havaittiin vain MAS-testi tuloksen ja kehonpainon sekä rasvamassan välillä. Vahvoja ($r=0.7-0.89$) tai erittäin vahvoja ($r=0.9-1.0$) yhteyksiä ei löytynyt.

Rasvamassalla ja rasvaprosentilla havaittiin heikko tilastollisesti erittäin merkitsevä korrelaatio heikomman 30 metrin nopeustestin tuloksen kanssa. Tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ei havaittu kuitenkaan rasvamassan tai rasvaprosentin ja 10 metrin nopeustestin välillä. Rasvamassalla ja rasvaprosentilla havaittiin lisäksi tilastollisesti merkitsevä heikko yhteys heikompaan tulokseen kevennyshyppytestissä. Suurempi kehon rasvamassa näyttäisi siis olevan naisjalkapalloilijoilla yhteydessä heikompiin nopeus- ja teho-ominaisuuksiin. Myös Villaseca-Vicuna ym. (2021) havaitsi korkeammalla rasvaprosentilla yhteyden heikompien nopeus- ja teho-ominaisuuksien kanssa. Lisäksi Emmonds ym. (2019) havaitsivat yhteyden suuremman rasvamassan ja heikompien nopeusominaisuuksien välillä. Tulos ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä johtuen mahdollisesti hyvin pienestä otoskoosta.

Kehonkoostumusmuuttujista absoluuttinen lihasmassa tai kehon rasvatonmassa eivät olleet yhteydessä mihinkään fyysisen suorituskyvyn testituloksista. Myöskään aiemmissa naispelaajilla tehdyissä tutkimuksissa näillä muuttujilla ei ole havaittu yhteyttä suorituskykytestien tuloksiin (Barrera ym. 2022; Villaseca-Vicuna ym. 2021). Kuitenkin tarkastellessa lihasmassan suhteellista osuutta kehonpainosta (%MM) havaittiin sillä tilastollisesti erittäin merkitsevä heikko yhteys parempaan tulokseen 30 metrin nopeustestissä ja tilastollisesti merkitsevä heikko yhteys parempaan tulokseen kevennyshyppy testissä. Myös Villaseca-Vicuna ym. (2021) tekivät vastaavat havainnot, joten kehon suhteellinen lihasmassa näyttää olevan yhteydessä parempiin nopeus- ja teho-ominaisuuksiin. Toisaalta Emmonds ym. 2019 eivät löytäneet vastaavia yhteyksiä, mutta kuten edellä mainittu tutkimuksen pieni otos vaikeuttaa tulosten yleistettävyyttä. Nopeus- ja teho-ominaisuuksien kannalta kehon suhteellinen lihasmassa näyttäisi olevan merkittävämpi tekijä kuin absoluuttinen lihasmassa.

Tässä tutkielmassa kestävyysominaisuuksia mitattiin MAS-testin avulla ja kehonkoostumusmuuttujista kehonpainolla, rasvamassalla, rasvaprosentilla ja lihasmassan suhteellisella osuudella kehonpainosta havaittiin tilastollisesti erittäin merkitseviä yhteyksiä MAS-tulosten kanssa. Barrera ym. (2022) eivät havainneet kehonkoostumusmuuttujilla yhteyttä MAS-testituloksien kanssa, mutta havaitsivat kehonpainolla negatiivisen korrelaation maksimaalisen hapenkulutuksen kanssa ($r=-0,453$). Lisäksi he havaitsivat rasvaprosentilla ja ihopainomittauksen summalla negatiivisen yhteyden ja suhteellisella lihasmassalla positiivisen yhteyden muihin kestävyys suorituskyvyn osatekijöihin (ventilaatiokynnyksiin), mutta eivät havainneet johdonmukaisia ja yksiselitteisiä yhteyksiä kehonkoostumuksen ja kestävyys suorituskyvyn välillä (Barrera ym. 2022). Villaseca-Vicuna ym. (2021) havaitsivat

negatiivisen yhteyden suuremman rasvaprosentin ja suuremman kuuden pisteen ihopoimiumittauksen summan ja YoYo -testin tuloksen kanssa. Suhteellisen lihasmassan ja YoYo -testin kanssa ei havaittu yhteyttä (Villaseca-Vicuna ym. 2021) Villaseca-Vicuna ym. (2021) tutkimuksessa maalivahtien havaittiin poikkeavan muusta tutkittavien joukosta rasvamassan määrässä ja kestävyysominaisuuksiltaan, mikä on voinut vaikuttaa rasvamassan ja YoYo -testin välillä löydettyihin yhteyksiin.

Tässä tutkielmassa ei tehty pelipaikkakohtaista vertailua ja tutkittavien joukko sisälsi myös maalivahteja. Maalivahtien pelin fyysiset vaatimukset poikkeavat huomattavasti muista pelipaikoista (Stølen ym. 2005), maalivahtien on havaittu suoriutuvan heikommin kestävyysuorituskykytesteistä (Lockie ym. 2018) ja maalivahtit ovat yleensä pidempiä ja painavampia verrattuna muihin pelaajiin (Barrera ym. 2022; Villaseca-Vivuna ym. 2021). Joissain tutkimuksissa maalivahteilla on myös havaittu olevan enemmän rasvamassaa kuin muiden pelipaikkojen pelaajilla (Villaseca-Vicuna ym. 2021). On siis mahdollista, että tuloksiin ja havaittuihin yhteyksiin MAS-testin ja kehonpainon sekä rasvamassan välillä on vaikuttanut maalivahtien muista poikkeava antropometria ja fyysinen profiili. Tämän tutkielman ja muissa tutkimuksissa saadut tulokset kuitenkin ehdottavat, että rasvamassalla ja kehonpainolla voi olla yhteyttä naisjalkapalloilijoiden kestävyysominaisuuksiin.

Tutkimusnäyttö naisjalkapalloilijoilla tehdyissä tutkimuksissa kehonkoostumuksen yhteydestä fyysisen suorituskykytestin tuloksiin on osittain ristiriitaista eikä tutkimuksissa ole saatu yksiselitteisesti yhdenmukaisia tuloksia. Urheilussa on kuitenkin yleisesti tiedossa optimaalisen kehonkoostumuksen tärkeys suorituskyvyn maksimoimiseksi (Kenney ym. 2015, 370), pienemmän rasvamassan yhteys parempaan suorituskykyyn (Ackland ym. 2012; Stephenson ym. 2015; Haakonssen ym. 2013) ja parempiin kestävyysominaisuuksiin (Shete ym. 2014; Bandyopadhyay & Chatterjee 2003) sekä lisäksi tiedetään lihasmassan olevan tärkein voimaominaisuuksia selittävä tekijä (Maughan ym. 1983). Lisäksi Savolainen ym. (2023) ovat tutkineet kehonkoostumusmuuttujien yhteyttä pelin aikana mitattuun fyysiseen suorituskykyyn suomalaisilla naisjalkapalloilijoilla ja havaitsivat tilastollisesti merkitsevät yhteydet kehonpainon ja liikutun kokonaismatkan, HIR ja VHIR välillä ($p=-0.42^*$, $p=-0.43^*$, $p=-0.55^*$), rasvaprosentin liikutun kokonaismatkan, HIR ja VHIR välillä ($p=-0.56^*$, $p=-0.59^*$, $p=-0.73^*$) Toistaiseksi Savolainen ym. (2023) tutkimus on ainut, jossa kehonkoostumus muuttujien yhteyttä on verrattu pelin aikaisen fyysiseen suorituskykyyn ja saadut tulokset ehdottavat

kehonkoostumuksen olevan yhteydessä fyysisten suorituskyky testien lisäksi myös pelissä mitattuun fyysiseen suorituskykyyn.

Ottaen huomioon tämän tutkielman tulokset, edellä mainitut tekijät ja kokonaistutkimus näytön fyysisen suorituskyvyn ja kehonkoostumuksen yhteyksistä naisjalkapalloilijoilla on suuremman suhteellisen lihasmassan yhteys parempiin fyysisen suorituskykytestien avulla mitattuihin nopeus- ja teho-ominaisuuksiin ja suuremman rasvamassan sekä rasvaprosentin yhteys heikompiin fyysisen suorituskykytestien avulla mitattuihin nopeus- teho ja kestävyysominaisuuksiin todennäköinen. Suuremmalla kehonpainolla ja rasvamassalla voi lisäksi olla yhteys heikompaan ja suuremmalla suhteellisella lihasmassalla yhteys parempaan testien avulla mitattuun kestävyys-suorituskykyyn. Tulosten yleistämiseen koskemaan yleisesti naisjalkapalloilijoiden fyysistä suorituskykyä, liittyy rajoituksia, joita käsitellään myöhemmin tässä tutkielmassa. Tulokset kuitenkin antavat viitteitä siitä, että kehonkoostumus voi olla yhteydessä myös laajemmin naisjalkapalloilijoiden fyysiseen suorituskykyyn.

8.4 Tutkielman rajoitukset ja vahvuudet

Tutkielmaan liittyy monia rajoitteita, joita käsitellään alla. Tutkielman vahvuutena voidaan kuitenkin pitää ajankohtaista aihetta. Naisjalkapalloilijoilla tehtyä tutkimusta kehonkoostumuksen yhteydestä suorituskykyyn on vielä melko vähän, joten tutkielman tulokset voivat toimia taustatietona jatkotutkimukselle, kuten pro gradu -työlle. Tutkielman vahvuus on myös perusteellinen paneutuminen aiempaan tutkittuun tietoon.

8.4.1 Koeasetelma ja otos

Tutkielman koeasetelma on poikkileikkaustutkimus, mikä ei mahdollista syy-seuraussuhteiden tarkastelua. Tutkielman aineisto on kerätty yhdessä aikapisteessä, joten se kertoo vain sen hetkisestä tilanteesta. (Kesmodel 2018) Tutkielman koeasetelman perusteella ei siis voida selittää kehonkoostumuksen ja suorituskykytestien tulosten välisiä syy-seuraussuhteita eikä taustamuuttujien vaikutusta pystytää arvioimaan. Jalkapallo kontekstissa poikkileikkaustutkimuksen haasteena on myös se, että fyysinen suorituskyky voi muuttua kilpailukauden eri vaiheissa (Buchheit ym. 2013).

Tutkielmaan liittyy rajoitteita myös sen otoksen vuoksi. Tutkielman otoskoko, A-maajoukkue (n=14) ja Kansallinen Liiga (n=31) (yht. n=45), rajoittaa tulosten yleistettävyyttä. Pienessä otoksessa korrelaatiokerroin on herkkä reagoimaan poikkeaviin havaintoihin, jotka voivat vaikuttaa havaittuihin yhteyksiin, vaikka todellisuudessa yhteyksiä ei olisi. Muutamien poikkeavien suurien tai pienien arvojen voi vaikuttaa suuresti korrelaatio kertoimen arvoon (Asuero, Saygo & Gonzalez 2006). Tämän takia tulokset voivat olla vääristyneitä. Lisäksi Kansallisen Liigan pelaajia osallistui tutkielmaan lopulta vain neljästä eri seurajoukkueesta ja yli puolet pelaajista olivat yhdestä samasta seurajoukkueesta, minkä vuoksi tulosten yleistettävyyden heikkenee. Tuloksiin vaikuttaa merkittävästi esimerkiksi juuri kyseisen joukkueen harjoittelu ja sen seurauksen pelaajien fyysinen profiili. Kansallisen liigan pelaajille kehonkoostumusmittausta ei suoritettu muiden testien yhteydessä, vaan tutkittavat saivat vapaaehtoisesti varata ajan kehonkoostumusmittaukseen. Kehonkoostumusmittauksen vapaaehtoisuus ja käytännön toteutus erillään muista testeistä on voinut vaikuttaa tutkittavien osallistumiseen kehonkoostumusmittaukseen. Näiden rajoitusten vuoksi otos voi olla vääristynyt ja otoksen perusteella ei voida luoda luotettavaa kuvaa koko Kansallisen Liigan perusjoukosta. A-maajoukkuepelaajien kohdalla kehonkoostumusmittaus on osa joukkueen vakituista testiprotokollaa, joten vastaavaa otoksen mahdollista vääristymää ei ole A-maajoukkue ryhmän kohdalla. Tutkielman tuloksia ei voi kuitenkaan yleistää koskemaan naisjalkapalloilijoita yleensä otoskoon ja otoksen mahdollisen vääristymisen vuoksi.

8.4.2 Menetelmiin liittyvät virhelähteet ja rajoitukset

Tutkimuksessa käytettyihin fyysisen suorituskyvyn testeihin ja kehonkoostumusmittaukseen liittyy mahdollisia virhelähteitä. Kevennyshypyssä käytetty valomatto arvioi hyppykorkeuden lentoajan perusteella, joka on yleisesti luotettavaksi hyväksytty menetelmä. Sen on kuitenkin havaittu aiheuttavan enemmän virhettä kuin huippu voiman (peak force) avulla määritetty hyppykorkeus. Lentoajan perusteella määritetty hyppykorkeus on alttiimpi virheelle sen vuoksi, että se hyppääjän asennonmuutos hypyn aikana tai nilkan asento alas tullessa vaikuttavat lentoaikaan. (Souza ym. 2020) Huolimatta siitä, että tutkittavia ohjeistettiin hyppytekniikassa ja hyppytekniikkaa valvottiin, voi lentoajan avulla määritetty hyppykorkeus aiheuttaa tuloksiin virhettä.

Toinen selvä mahdollista virhettä aiheuttava tekijä on se että, kehonkoostumusta arvioitiin bioimbedanssilla. Se on yleisesti hyväksytty melko luotettavana kehonkoostumuksen

arviointikeinona (Kenney ym. 2015; McArdle 2015), mutta sen on kuitenkin havaittu aiheuttavan systemaattista virhettä DEXA:n verrattuna ja se aliarvioi kehon rasvamassaa ja rasvaprosentti sekä yliarvioi kehon rasvatonta massaa (McLester ym. 2020). Lisäksi sen on havaittu aiheuttavan suhteellista virhettä naisilla rasvamassan arvioinnissa, joten pienet yksilölliset virheet bioimbedanssilla arvioidussa kehonkoostumuksessa ovat mahdollisia (McLester ym. 2020). Mahdollisen suhteellisen virheen vuoksi, voi tulokset pienessä otoksessa olla vääristyneet.

Tässä tutkielmassa fyysistä suorituskyykyä tarkasteltiin jalkapallolle tyypillisten fyysisen suorituskyyvyntestien avulla, mikä voi rajoittaa tulosten yleistettävyyttä. Tutkimustieto siitä, kuinka hyvin fyysisen suorituskyyvyn testit kuvaavat ottelun aikaista fyysistä suorituskyykyä on ristiriitaista. Fyysisen suorituskyyvyn testien on osoitettu olevan hyvin yhteydessä ottelu suoritukseen (Villaseca-Vicuna 2021; Aquino 2020; Krusturp 2005). Lisäksi Savolainen ym. (2023) havaitsivat fyysisen suorituskyyvyn testeillä merkitseviä yhteyksiä ja selitysasteita pelissä mitattuihin eri intensiteeteillä liikuttuihin matkoihin. Toisaalta tutkimuksissa on havaittu myös melko heikkoja yhteyksiä ja selitysasteita fyysisen suorituskyyvyn testien ja ottelun fyysisen suorituskyyvyn välillä (Aquino ym. 2018; Rago ym. 2018). Lisäksi on myös havaittu, että korrelaatiot pelissä havaitun fyysisen suorituskyyvyn ja fyysisten suorituskyyky testien välillä voivat olla aikasidonnaisia ja noin kuukauden sisällä tulosten relevanssi voi heiketä (Gonçalves ym. 2021). Fyysisen suorituskyyvyn testien ja ottelunomaisen suorituskyyvyn korrelaatiot ovat myös pelipaikkakohtaisia (Buchheit ym. 2010). Fyysisen suorituskyyvyntesti tuloksia ei siis välttämättä voi käyttää suoraan ennustamaan pelaajan suorituskyykyä pelissä, sillä pelissä havaittuun aktiivisuuteen vaikuttaa lisäksi monet fyysisestä suorituskyyvystä itsenäiset tekijät (Aquino ym. 2020; Griffin ym. 2020; Vescovi 2019).

Lisäksi tiedetään, että pelin fyysiset vaatimukset vaihtelevat pelipaikkakohtaisesti (Mäkinieniemi ym. 2023), mikä vaikuttaa pelaajien fyysisen profiiliin ja suoriutumiseen fyysisen suorituskyyvyn testeissä. Koska pelipaikalla on merkittävä vaikutus edellä mainittuihin tekijöihin, olisi myös kehonkoostumuksen ja fyysisen suorituskyyvyn yhteyttä tutkittaessa syytä huomioida pelipaikka, jotta tämän taustamuuttujan osuutta havaittuihin yhteyksiin voitaisiin arvioida. Tässä tutkielmassa pelipaikkaa ei huomioitu, mikä on tutkielman keskeinen rajoite.

Koska tässä tutkielmassa verrattiin kehonkoostumuksen yhteyttä fyysisen suorituskyyvyn testeihin, rajoittaa se myös havaittujen yhteyksien yleistämistä ottelu suoritukseen. Fyysisen

suorituskyvyn testeihin liittyy monia rajoittavia tekijöitä kuten edellä mainittiin. Keskeinen tämän tutkielman rajoite on se, ettei pelipaikkaa huomioitu. Pelin fyysiset vaatimukset vaihtelevat pelipaikkakohtaisesti, mikä vaikuttaa varmasti myös tässä tutkielmassa fyysisen suorituskyvyn testeissä havaittuihin tuloksiin ja siten havaittuihin yhteyksiin kehonkoostumuksen kanssa. Lisäksi on syytä tiedostaa, että fyysisten suorituskykytestien tulosten yhteys ottelussa havaittuun suorituskykyyn ei ole yksiselitteinen ja ottelusuorituksessa fyysiseen suoriutumiseen vaikuttavat monet fyysisestä suorituskyvystä riippumattomat tekijät.

8.5 Yhteenveto, johtopäätökset ja jatkotutkimus

Tämän tutkielman päähavainto oli, että A-maajoukkue ryhmän pelaajat suoriutuivat kaikissa fyysisen suorituskyvynteisteissä Kansallisen Liigan pelaajia paremmin, mikä oli aiemman tutkimustiedon valossa odotettavaa. Kansallisen Liigan pelaajien ja A-maajoukkuepelaajien välillä ei kuitenkaan löydetty eroja kehonkoostumuksessa, mikä voi alleviivata muiden suorituskykyä selittävien tekijöiden, kuten harjoitusstatuksen, vaikutusta suorituskykyyn. Se, että eroa ryhmien välillä ei löytynyt kehonkoostumusmuuttujissa oli ristiriidassa aiemman tutkimustiedon kanssa, mutta tutkimustiedon vähäisyys ja toisistaan poikkeavat tutkittavien ryhmät selittävät todennäköisesti tulosten ristiriitaisuutta.

Toinen tutkielman päähavainto oli, että kehonkoostumusmuuttujat näyttävät olevan yhteydessä fyysisen suorituskyvyn testituloksiin. Pienempi rasvamassa ja suurempi lihasmassa näyttävät olevan yhteydessä parempiin nopeus- ja teho-ominaisuuksiin. Lihasmassan suhteellinen määrä kehonpainoon näyttää olevan merkittävämpi muuttuja fyysisen suorituskyvyn kannalta kuin absoluuttinen lihasmassan määrä. Havaitut yhteydet olivat kuitenkin melko heikkoja. Lisäksi pienempi kehonpaino ja pienempi rasvamassa näyttävät olevan yhteydessä parempiin kestävyysomaisuuksiin. Näiden muuttujien välillä havaittiin kohtalainen yhteys. Suuremman kehonpainon yhteyttä heikompiin kestävyysominaisuuksiin voi selittää juuri suuremman rasvamassan kehonpainoa nostava vaikutus. On kuitenkin todennäköistä, että varsinkin kestävyysuorituskyvyn ja kehonpainon sekä rasvamassan välistä yhteyttä voi selittää maalivahtien muista poikkeava antropometrinen profiili ja harjoitusstatus.

Naisjalkapalloilijoilla tehtyjä tutkimuksia kehonkoostumuksen yhteydestä fyysisen suorituskyvyn testeihin on vain muutama ja niidenkin yleistettävyyteen liittyy rajoituksia. Tulosten yleistettävyyttä koskemaan ottelunomaista suorituskykyä rajoittaa myös ristiriitainen

tutkimusnäyttö siitä, kuinka hyvin suorituskykytestit vastaavat ottelunomaista suorituskykyä. Tämänhetkinen kokonaistutkimusnäyttö kuitenkin tukee sitä, että kehonkoostumusmuuttujilla voi olla yhteys naisjalkapalloilijoiden fyysiseen suorituskykyyn. Poikkileikkaustutkimuksien tuloksista ei kuitenkaan voida vetää syy-seuraussuhteita eikä taustamuuttujien vaikutusta pystytäkään arvioimaan. Toistaiseksi ei siis voida arvioida, kuinka suuri merkitys kehonkoostumuksen optimoinnilla naisjalkapalloilijoiden fyysiselle suorituskyvyllä on, varsinkaan yksilötasolla.

Tässä tutkielmassa keskityttiin naisjalkapalloilijoiden kehon koostumuksen ja fyysisen suorituskyvyn välisiin yhteyksiin, eikä sen tulosten perusteella voida vetää johtopäätöksiä naisjalkapalloilijoiden optimaalisesta kehonkoostumuksesta. Euroopan jalkapalloliiton UEFA:n kannanoton mukaan kehonpainolle tai rasvamassalle ei ole syytä asettaa tiettyjä arvoja, joihin pyrkiä, sillä optimaalinen kehonkoostumus riippuu yksilöllisesti pelaajan fysiologiasta, fyysistä ominaisuuksista, pelipaikasta ja pelitavasta (Collins ym. 2020). Jotta kehonkoostumustestaaminen ja keskustelu sen ympärillä säilyy turvallisena pelaajille, on syytä olla tietoinen ongelmista, joita sen liiallinen korostaminen voi aiheuttaa (Meyer ym. 2013). Liiallinen kehonkoostumuksen tarkkailu voi johtaa esimerkiksi kehonkuvan häiriintymiseen, matalan energiansaataavuuden seurauksille (RED-S) ja häiriintyneeseen syömiskäyttäytymiseen. Kehonkoostumuksen manipulointi voikin aiheuttaa riskin urheilijan terveydelle ja suorituskyvyllä ja se on syytä ottaa huomioon ennen kuin kehonkoostumusta aletaan muokkaamaan. Kehonkoostumusmittausta ei myöskään suositella alle 18-vuotiaille urheilijoille. (Mathisen ym. 2023) Kehonkoostumuksen optimoinnin yleisyys naisjalkapalloilijoiden ei ole tiedossa, mutta kulttuuriset ongelmat kehonkoostumuksen ympärillä on tunnistettu naisten urheilussa. Tämän vuoksi on tärkeää luoda terveellisiä käytänteitä kehonkoostumustestauksen ympärille, jotta tuetaan urheilijoiden terveyttä pitkällä aikavälillä. (Ackerman ym. 2020) Vaikka tutkimusnäyttö siis puoltaakin sitä, että kehonkoostumus voi olla yhteydessä fyysiseen suorituskykyyn naisjalkapalloilijoilla, on aiheen kompleksisuus syytä tiedostaa eikä kehonkoostumuksen merkitystä tule myöskään ylikorostaa. Keskustelussa aiheen ympärillä ja käytännön työssä urheilijoiden parissa, on syytä noudattaa harkintaa, jotta mahdollisilta negatiivisilta haittavaikutuksilta vältyttäisiin ja urheilijoiden terveyttä sekä suorituskykyä pystytään kokonaisvaltaisesti edistämään.

Jotta kehonkoostumuksen optimoinnin merkitystä naisjalkapalloilijoiden suorituskyvyllä voitaisiin vielä luotettavammin arvioida, tulisi jatkotutkimuksissa pyrkiä selvittämään

paremmin kehonkoostumuksen yhteyttä myös ottelusuoritukseen. Tutkittaessa ottelusuoritusta tulisi pyrkiä ottamaan huomioon myös muut ottelusuoritukseen ja fyysiseen suorituskyykyyn vaikuttavat tekijät kuten pelipaikka, taktinen rooli ja joukkueenpelimuoto. Suuri osa aiheen ympärillä tehdyistä tutkimuksista ovat poikkileikkaustutkimuksia, joten myös seuranta tutkimusta kehonkoostumuksesta ja sen yhteydestä suorituskyykyyn olisi syytä tehdä. Tutkimusta olisi myös syytä tehdä suuremmilla otoksilla. Käytännössä se voi kuitenkin olla hankalaa, joten sen vuoksi olisinkin tärkeää tehdä useita pienempiä tutkimuksia useilla korkean kilpailullisen tason joukkueilla, jotta tutkittua tietoa aiheesta olisi enemmän saatavilla.

LÄHTEET

- Ackland, T. R., Lohman, T. G., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R. J., Meyer, N. L., Stewart, A. D., & Müller, W. (2012). Current status of body composition assessment in sport: 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. *Sports medicine*, 42, 227-249.
- Ali, Z., & Bhaskar, S. B. (2016). Basic statistical tools in research and data analysis. *Indian journal of anaesthesia*, 60(9), 662.
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(2), 278-285.
- Asuero, A. G., Sayago, A., & González, A. G. (2006). The correlation coefficient: An overview. *Critical reviews in analytical chemistry*, 36(1), 41-59
- Aquino, R., Palucci Vieira, L. H., de Paula Oliveira, L., Cruz Goncalves, L. G., & Pereira Santiago, P. R. (2018). Relationship between field tests and match running performance in high-level young Brazilian soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(3), 256–262. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.17.06651-8>
- Baker, D. (2011). Recent trends in high-intensity aerobic training for field sports. *Prof Strength Cond*, 22, 3-8.
- Bandyopadhyay, A., & Chatterjee, S. (2003). Body composition, morphological characteristics and their relationship with cardiorespiratory fitness. *ergonomics SA*, 15, 19-27.
- Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. (2006) Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences* 24(7), 665–74. doi: 10.1080/02640410500482529.
- Barrerra, J., Valenzuela, L., Sarmiento, H., Zurita, H., Pastor, A. & Villaseca-Vicuna, R. (2022). Comparison of aerobic performance and body composition according to game position and its relationship between variables in professional women's soccer players. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(10), 2281-2288.
- Bradley PS, Sheldon W, Wooster B, Olsen P, Boanas P, Krstrup P. (2009). High intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences* 27(2), 159-68. doi: 10.1080/02640410802512775. PMID: 19153866.
- Bradley, P. S., & Noakes, T. D. (2013). Match running performance fluctuations in elite soccer:

- Indicative of fatigue, pacing or situational influences? *Journal of Sports Sciences*, 31(15), 1627–1638. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.796062>
- Brew, D. J., & Kelly, V. (2014). The reliability of the 1.2 km shuttle run test for intermittent sport athletes. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 22(5), 127-131.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010). Match running performance and fitness in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31(11), 818–825. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1262838>
- Castagna, C., & Castellini, E. (2013). Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 1156-1161.
- Datson, N., Drust B, Weston M, Jarman IH, Lisboa PJ. & Gregson W. (2017). Match Physical Performance of Elite Female Soccer Players During International Competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 31(9), 2379-2387. doi: 10.1519/JSC.0000000000001575. PMID: 27467514.
- Datson N, Hulton A, Andersson H, Lewis T, Weston M, Drust B, Gregson W. (2014). Applied physiology of female soccer: an update. *Sports Medicine*. 44(9), 1225-40. doi: 10.1007/s40279-014-0199-1.
- Griffin, J., Larsen, B., Horan, S., Keogh, J., Dodd, K., Andreatta, M., & Minahan, C. (2020). Women's football: an examination of factors that influence movement patterns. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(8), 2384-2393.
- Emmonds, S., Nicholson, G., Begg, C., Jones, B., & Bissas, A. (2019). Importance of physical qualities for speed and change of direction ability in elite female soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(6), 1669-1677.
- Farley, J. B., Keogh, J. W., Woods, C. T., & Milne, N. (2022). Physical fitness profiles of female Australian football players across five competition levels. *Science and Medicine in Football*, 6(1), 105-126.
- FIFA (2023a). Women's football: member associations survey report 2023. Viitattu 7.12.2023. <https://www.fifa.com/womens-football/member-associations-survey-report-2023>.
- FIFA (2023b). Women's ranking. Viitattu 7.12.2023. <https://www.fifa.com/fifa-world-ranking/women>.
- FIFA (2019). Physical analysis of the fifa women's world cup France 2019. Viitattu 7.12.2023. <https://www.fifa.com/tournaments/womens/womensworldcup/france2019/news/origin>

1904-p.cxm.fifa.com/physical-analysis-of-france-2019-shows-increase-in-speed-and-intensity

- Fukunaga, T., Miyatani, M., Tachi, M., Kouzaki, M., Kawakami, Y., & Kanehisa, H. (2001). Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. *Acta physiologica scandinavica*, 172(4), 249-255.
- Gissis, I., Papadopoulos, C., Kalapotharakos, V. I., Sotiropoulos, A., Komsis, G., & Manolopoulos, E. (2006). Strength and speed characteristics of elite, subelite, and recreational young soccer players. *Research in sports Medicine*, 14(3), 205-214.
- Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International journal of sports medicine*, 22(01), 45-51.
- Gonçalves, L., Clemente, F. M., Barrera, J. I., Sarmiento, H., González-Fernández, F. T., Vieira, L. H. P., Figueiredo, A. J., Clark, C. C. T., & Carral, J. M. C. (2021). Relationships between fitness status and match running performance in adult women soccer players: A cohort study. *Medicina (Lithuania)*, 57(6). <https://doi.org/10.3390/medicina57060617>
- Gualtieri, A., Rampinini, E., Dello Iacono, A., & Beato, M. (2023). High-speed running and sprinting in professional adult soccer: current thresholds definition, match demands and training strategies. A systematic review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1116293.
- Haakonssen, E. C., Martin, D. T., Burke, L. M., & Jenkins, D. G. (2013). Increased lean mass with reduced fat mass in an elite female cyclist returning to competition: case study. *International journal of sports physiology and performance*, 8(6), 699-701.
- Haugen, T. A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2012). Speed and countermovement-jump characteristics of elite female soccer players, 1995–2010. *International journal of sports physiology and performance*, 7(4), 340-349.
- Hoare, D., & Warr, C. R. (2000). Talent identification and women's soccer: an Australian experience. *Journal of sports sciences*, 18(9), 751-758.
- Hostrup, M. & Bangsbo J. (2023). Performance Adaptations to Intensified Training in Top-Level Football. *Sports Medicine*, 53(3), 577-594. doi: 10.1007/s40279-022-01791-z.
- Inbody USA (2023). Viitattu 7.12.2023. <https://inbodyusa.com/>
- Jackman, S. R., Scott, S., Randers, M. B., Ørntoft, C., Blackwell, J., Zar, A., Helge, E. & Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2015). *Physiology of sport and exercise: Human Kinetics*. Champaign, IL

- Jackman, S. R., Scott, S., Randers, M. B., Ørntoft, C., Blackwell, J., Zar, A., Mohr, M. & Krstrup, P. (2013). Musculoskeletal health profile for elite female footballers versus untrained young women before and after 16 weeks of football training. *Journal of sports sciences*, 31(13), 1468-1474.
- Kesmodel, U. S. (2018). Cross-sectional studies—what are they good for? *Acta obstetrica et gynecologica Scandinavica*, 97(4), 388-393.
- Krstrup, P. (2013). Musculoskeletal health profile for elite female footballers versus untrained young women before and after 16 weeks of football training. *Journal of sports sciences*, 31(13), 1468-1474.
- Krstrup, P., Zebis, M., Jensen, J. M. & Mohr, M. (2010). Game-Induced Fatigue Patterns in Elite Female Soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 437. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c09b79>
- Krstrup P, Mohr M, Ellingsgaard H, Bangsbo J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 37(7), 1242-8. doi: 10.1249/01.mss.0000170062.73981.94. PMID: 16015145.
- Kunz, M. (2007). Big count: 265 million playing football. *FIFA Magazine*. Federation Internationale de Football Association (FIFA).
- Malá, L., Malý, T., Záhalka, F., & Bunc, V. (2010). The profile and comparison of body composition of elite female volleyball players. *Kinesiology*, 42(1), 90-97.
- Manson, S. A., Brughelli, M., & Harris, N. K. (2014). Physiological characteristics of international female soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 308-318.
- Mathisen, T. F., Ackland, T., Burke, L. M., Constantini, N., Haudum, J., Macnaughton, L. S., Meyer, N.L., Mountjoy, M., Slater, G. & Sundgot-Borgen, J. (2023). Best practice recommendations for body composition considerations in sport to reduce health and performance risks: a critical review, original survey and expert opinion by a subgroup of the IOC consensus on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). *British Journal of Sports Medicine*, 57(17), 1148-1158.
- Maughan, R. J., Watson, J. S., & Weir, J. (1983). Strength and cross-sectional area of human skeletal muscle. *The Journal of physiology*, 338(1), 37-49.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*. 8 th. Edition. Lippincott Williams & Wilkins.
- McLester, C. N., Nickerson, B. S., Kliszczewicz, B. M., & McLester, J. R. (2020). Reliability and agreement of various InBody body composition analyzers as compared to dual-

- energy X-ray absorptiometry in healthy men and women. *Journal of Clinical Densitometry*, 23(3), 443-450.
- Mohr M, Krstrup P, Andersson H, Kirkendal D, Bangsbo J. (2008) Match activities of elite women soccer players at different performance levels. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2). doi: 10.1519/JSC.0b013e318165fef6.
- Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. (2003) Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7). doi: 10.1080/0264041031000071182..
- Mohr, M., Krstrup, P., Nybo, L., Nielsen, J. J. & Bangsbo, J. (2004). Muscle temperature and sprint performance during soccer matches – beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14(3), 156–162. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.00349.x>
- Mujika, I., Santisteban, J., Impellizzeri, F. M., & Castagna, C. (2009). Fitness determinants of success in men's and women's football. *Journal of sports sciences*, 27(2), 107-114.
- Mäkiniemi, J. K., Savolainen, E. H. J., Finni, T., & Ihalainen, J. (2023). Position specific physical demands in different phases of competitive matches in national level women's football. *Biology of Sport* 40(3), 629-637. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.118337>
- Myers, L., & Sirois, M. J. (2004). Spearman correlation coefficients, differences between. *Encyclopedia of statistical sciences*, 12.
- Oliveira, R., Francisco, R., Fernandes, R., Martins, A., Nobari, H., Clemente, F. M., & Brito, J. P. (2021). In-season body composition effects in professional women soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22).
- Palloliitto 2022. Mikä on mas-testi? - palloliiton fyysisen valmennuksen asiantuntija Joni Ruuskanen kertoo, mistä on kysymys. Viitattu 7.12.2023. <https://uutisarkisto.palloliitto.fi/mika-mas-testi-palloliiton-fyysisen-valmennuksen-asiantuntija-joni-ruuskanen>
- Park, L. A. F., Scott, D., & Lovell, R. (2019). Velocity zone classification in elite women's football: where do we draw the lines? *Science and Medicine in Football*, 3(1), 21–28.
- Rago, V., Silva, J. R., Mohr, M., Barreira, D., Krstrup, P., & Rebelo, A. N. (2018). The inter-individual relationship between training status and activity pattern during small-sided and full-sized games in professional male football players. *Science and Medicine in Football*, 2 (2), 115–122. <https://doi.org/10.1080/24733938.2017.1414953>

- Passos Ramos, G., Datson, N., Mahseredjian, F., Lopes, T. R., Coimbra, C. C., Prado, L. S., Nakamura, F.B. & Penna, E. M. (2019). Activity profile of training and matches in Brazilian Olympic female soccer team. *Science and Medicine in Football*, 3(3), 231-237.
- Reilly, T., Bangsbo, J. & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9). doi: 10.1080/02640410050120050
- Savolainen, E., Vääntinen, T., Ihalainen, J., & Walker, S. (2023). Physical qualities and body composition predictors of running performance in national level women's official soccer matches. *Biology of Sport*, 40(3), 619-627.
- Scott, D., Haigh, J., & Lovell, R. (2020). Physical characteristics and match performances in women's international versus domestic-level football players: a 2-year, league-wide study. *Science and medicine in football*, 4(3), 211-215.
- Sedano, S., Vaeyens, R., Philippaerts, R. M., Redondo, J. C., & Cuadrado, G. (2009). Anthropometric and anaerobic fitness profile of elite and non-elite female soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49(4), 387.
- Shete, A. N., Bute, S. S., & Deshmukh, P. R. (2014). A study of VO₂ max and body fat percentage in female athletes. *Journal of clinical and diagnostic research*, 8(12).
- Silva, R., Lima, R., Camões, M., Leão, C., Matos, S., Pereira, J., Bezerra P. & Clemente, F. (2021). Physical fitness changes among amateur soccer players: Effects of the pre-season period. *Biomedical Human Kinetics*, 13(1), 63–72. doi: 10.2478/bhk-2021-0009
- Souza, A. A., Bottaro, M., Rocha V. J., Lage, V., Tufano, J. J., & Vieira, A. (2020). Reliability and test-retest agreement of mechanical variables obtained during countermovement jump. *International journal of exercise science*, 13(4), 6.
- Stephenson, M. L., Smith, D. T., Heinbaugh, E. M., Moynes, R. C., Rockey, S. S., Thomas, J. J., & Dai, B. (2015). Total and lower extremity lean mass percentage positively correlates with jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(8), 2167-2175.
- Sutton, L., Scott, M., Wallace, J., Reilly, T. (2009). Body composition of English Premier League soccer players: Influence of playing position, international status, and ethnicity. *Journal of Sports Sciences*, 27, 1019–1026.
- Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35(6) doi: 10.2165/00007256-200535060-00004.
- Svensson, M. & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6). doi: 10.1080/02640410400021294.

- Lockie, R. G., Moreno, M. R., Lazar, A., Orjalo, A. J., Giuliano, D. V., Risso, F. G., Davis, D., Crelling, J., Lockwood, J. & Jalilvand, F. (2018). The physical and athletic performance characteristics of Division I collegiate female soccer players by position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(2), 334-343.
- Venkata, R. Y., Surya, K. M., Sudhakar, R. S., & Balakrishna, N. (2004). Effect of changes in body composition profile on VO₂max and maximal work performance in athletes. *Professionalization of Exercise Physiology*, 7(1).
- Vescovi, J. D., Rupf, R., Brown, T. D., & Marques, M. C. (2011). Physical performance characteristics of high-level female soccer players 12–21 years of age. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(5), 670-678.
- Vescovi, J. D. (2012). Sprint profile of professional female soccer players during competitive matches: Female Athletes in Motion (FAiM) study. *Journal of sports sciences*, 30(12), 1259-1265.
- Vescovi, J. D., & Falenchuk, O. (2019). Contextual factors on physical demands in professional women's soccer: female athletes in motion study. *European journal of sport science*, 19(2), 141-146.
- Villaseca-Vicuña, R., Molina-Sotomayor, E., Zabaloy, S., & Gonzalez-Jurado, J. A. (2021). Anthropometric profile and physical fitness performance comparison by game position in the Chile women's senior national football team. *Applied Sciences*, 11(5).
- Villaseca-Vicuña, R., Otero-Saborido, F. M., Perez-Contreras, J., & Gonzalez-Jurado, J. A. (2021). Relationship between physical fitness and match performance parameters of Chile women's national football team. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16).
- Völgyi, E., Tylavsky, F. A., Lyytikäinen, A., Suominen, H., Alén, M., & Cheng, S. (2008). Assessing body composition with DXA and bioimpedance: effects of obesity, physical activity, and age. *Obesity*, 16(3), 700-705.
- Wang, Z. M., Pierson Jr, R. N., & Heymsfield, S. B. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American journal of clinical nutrition*, 56(1), 19-28.
- Welham, S. J., Gezan, S. A., Clark, S. J., & Mead, A. (2014). *Statistical methods in biology: design and analysis of experiments and regression*. CRC press.
- Zabaloy, S., Villaseca-Vicuña, R., Giráldez, J., Alcaraz, P. E., Filter-Ruger, A., Freitas, T. T., & Loturco, I. (2022). Body composition and physical performance measures in elite female football players: differences across playing positions and associations with

kicking velocity and curve sprint performance. *Movement & Sport Sciences*, (3), 47-56.

