

**KANSALLISEN LIIGAN PELAAJIEN PELIPAIKKAKOHTAINEN
OTTELUKUORMITUS**

Juho Mäkinieniemi

Liikuntafysiologian pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2021

TIIVISTELMÄ

Mäkinieniemi, J. 2021. Kansallisen liigan pelaajien pelipaikkakohtainen ottelukuormitus. Liikuntabiologia, Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Liikuntafysiologian pro gradu -tutkielma, 70 s.

Naisten jalkapallon suosio on kasvanut viime vuosina vauhdilla ja samalla ammattimaistunut, mikä on nostanut etenkin fyysisiä vaatimuksia pelaajia ja heidän fyysistä suorituskykyään kohtaan. Toistuvat korkeaintensiteettiset suoritukset, kuten nopeavauhtiset juoksut, sprintit, kiihdytykset ja jarrutukset, suunnanmuutokset, ja jalkapallolle ominaiset taidot, kuten syöttäminen, laukominen, taklaukset ja maalinteko vaativat pelaajilta fyysisesti paljon. Kuormituksen tasaamiseksi harjoitusten ja otteluiden kesken pelaajien suorituskykyä on alettu seuraamaan erilaisilla pelaajaseurantajärjestelmillä. Tämän seurauksena on havaittu, että fyysiset vaatimukset pelaajia kohtaan vaihtelevat etenkin pelipaikkakohtaisesti, mutta tähän vaikuttavat myös muut tekijät, kuten pelattu taso ja ottelun vaihe.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää naisten kansallisesti korkeimman sarjatason, Kansallisen liigan, pelaajien fyysisiä vaatimuksia (mm. liikuttu matka eri nopeusalueilla, kiihdytysten ja jarrutusten määrä sekä intensiteetti ja syke) pelipaikkakohtaisesti virallisissa sarjaotteluissa. Tämän lisäksi selvitettiin, miten fyysinen suorituskyky muuttuu ottelun aikana ensimmäisen ja toisen puoliajan välillä ja tarkastellessa ottelua 15 minuutin jaksoissa. Pelaajien fyysistä kuormitusta ja aktiivisuutta otteluissa mitattiin Polar Team Pro -pelaajaseurantajärjestelmällä. Tutkimukseen osallistui Kansallisen liigan kymmenestä joukkueesta seitsemän. Pelaajista vaadittavat kriteerit täytti 85 pelaajaa, joista tehtiin ja otettiin mukaan yhteensä 340 yksittäistä otteluhavaintoa 68 eri ottelusta.

Tulokset osoittivat, että naisten jalkapallo-ottelut asettavat korkean fyysisen suorituskyvyn vaatimukset kaikille kenttäpelaajille ja eri pelipaikoille (keskuspuolustajat, laitapuolustajat, keskuskeskikentät, laitakeskikentät ja hyökkääjät). Samalla havaittiin, että laitakeskikenttien fyysinen kuormitus näyttäisi olevan suurinta, kun tarkastelussa oli eri muuttujia (mm. liikuttu kokonaismatkan ja korkeaintensiteettisen juoksun ja kiihdytysten ja jarrutusten). Toisaalta samoilla mittareilla keskuspuolustajilla vaatimukset olivat alhaisimmat. Puoliajalta toiselle pelaajien fyysisen kuormituksen määrä ei laskenut tilastollisesti merkitsevästi. Pelipaikasta riippumatta pelaajien suorituskyky oli parhaimmillaan otteluiden alussa lähes kaikkien mitattujen muuttujien perusteella. Aiemmissä tutkimuksissa raportoituihin, kansainvälisen huipputason, pelaajiin verrattuna Kansallisen liigan pelaajat jäävät kansainvälisen huipputason pelaajista vielä selvästi korkeaintensiteettisessä juoksun määrässä.

Asiasanat: naisten jalkapallo, fyysiset vaatimukset, ottelukuormitus, fyysinen suorituskyky, Kansallinen liiga

ABSTRACT

Mäkiniemi, J. 2021. Position specific match training load of the players in the National League. *Biology of Physical Activity*, Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis, 70 pp.

The popularity of and the professionalism of women's football has grown rapidly in recent years. While more women are playing as professionals, the physical demands on players and their physical performance have increased. Repeated high-intensity performances such as high-intensity runs, sprints, changes of direction, and football-specific skills such as passing, shooting, tackling, and scoring goals increases the needed physical effort required from players. To keep the training load in balance between training sessions and matches, different kinds of player tracking systems are used to monitor the physical performance. By monitoring of players in different playing positions, it has been discovered out that the demands for players vary especially between positions. Additional factors, such as the level of competition and phase of the match, may also influence performance.

The purpose of this study was to investigate the physical demands of matches (e.g., distance moved in different speed zones, number of accelerations and decelerations, intensity, and heart rate) of the players in different positions competing in the highest league level in Finland, the National League. In addition, changes in physical performance during a match was investigated (first and second halves and in 15-minute intervals). The physical performance and the activity of the players in the matches were assessed using Polar Team Pro -player tracking system. Seven out of ten teams in the National League participated in the study. From those seven teams 85 players met the inclusion criteria, and a total of 340 individual match observations from 68 individual matches were included.

The results of this study showed that women's football matches set a high physical performance demands on all outfield players and to all different playing positions (central defenders, wide defenders, central midfielders, wide midfielders, and strikers). Furthermore, it was observed that physical demands of match play performance are highest for wide midfielders, and lowest for central defenders. Surprisingly, the physical performance level did not decrease significantly from the first half to the second half. Regardless of the playing position, physical performance of the players was highest at the beginning of matches and decreased slightly towards the end of the match, being at the lowest level in the last two quarters of the second half. When compared to international, elite level players, biggest difference is that the National League players are performing less high intensity running and sprints in matches than international elite level players.

Key words: Women's football, physical performance, physical demands, match training load, National league

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 JALKAPALLO LAJINA.....	3
2.1 Jalkapallon säännöt lyhyesti	4
2.2 Tekniikka ja taktiikka	6
2.2.1 Tekniset taidot	6
2.2.2 Taktiset taidot	8
2.3 Naisten jalkapallon nousu ja tieteellinen tutkimus	10
2.4 Naisjalkapalloilijan antropometria	12
3 JALKAPALLO OTTELUN FYYSISET VAATIMUKSET.....	14
3.1 Fyysisen suorituskyvyn mittaaminen jalkapallossa.....	15
3.1.1 Global Positioning System (GPS)	16
3.1.2 Käytetyt nopeusalueet.....	19
3.2 Ulkoinen kuormitus	20
3.2.1 Liikuttu matka jalkapallo-ottelussa	20
3.2.2 Korkeaintensiteettinen juoksu ja sprintit	21
3.2.3 Kiihdytykset, jarrutukset ja intensiteetti.....	23
3.3 Sisäinen kuormitus	25
3.4 Fyysiseen suorituskykyyn vaikuttavat tekijät.....	27
3.4.1 Pelipaikka	28
3.4.2 Taso	32
3.4.3 Pelin vaihe	34

4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS.....	37
5 MENETELMÄT.....	39
5.1 Mittausmenetelmät	40
5.1.1 Sykkeen seuranta	41
5.1.2 Matka, nopeus ja kiihdytykset	42
5.2 Datat käsittely ja tilastolliset menetelmät	43
6 TULOKSET	45
6.1 Koko ottelun aikaiset liike- ja syketedot	45
6.2 Ensimmäisen ja toisen puoliajan erot	49
6.3 15 minuutin jaksojen väliset erot.....	52
7 POHDINTA.....	59
7.1 Ulkoinen kuormitus otteluissa	60
7.2 Sisäinen kuormitus otteluissa	65
7.3 Tutkimuksen rajoitukset	66
7.4 Johtopäätökset ja jatkotutkimus	68
LÄHTEET	71

1 JOHDANTO

Jalkapallo on maailman suosituin urheilulaji (mm. Bangsbo, 1994, Stølen ym. 2005, Giulianotti ym. 2020). Viime aikoina etenkin naisten jalkapallo on ollut hurjassa nosteessa. Pelaajamäärät ovat kasvaneet paikoin moninkertaisiksi, ja samalla yhä suurempi yleisö on löytänyt naisten huippujalkapallon. Jalkapallon naisten maailmanmestaruuskilpailut 2019 (FIFA Women's World Cup France 2019™) Ranskassa olivat ennennäkemättömän suuren kiinnostuksen kohteena katselumäärien, yleisömäärien ja digitaalisen näkyvyyden kannalta, tavoittaen ennätysmäärän yli 1,3 miljardia kiinnostunutta maailmanlaajuisesti (Bradley & Scott 2020). Myös liittojen ja seurojen taloudelliset investoinnit naisten jalkapalloon ovat kasvaneet ja toiminta on ammattimaistunut (FIFA 2020, FIFA 2018, UEFA 2017).

Lajina jalkapallo on erittäin monipuolinen joukkuelaji, jossa menestys nojaa teknisiin ja taktisiin taitoihin ja näiden hyödyntämiseen onnistuneesti sekä miesten, että naisten sarjoissa (Vescovi & Falenchuk 2019; Stølen ym. 2005). Tavoitteena on erilaisia teknisiä ja taktisia aspekteja hyödyntäen tehdä enemmän maaleja kuin vastustaja. Teknisen ja taktisen osaamisen lisäksi olennaisena osana on fyysinen suorituskyky ja etenkin kyky juosta tarpeeksi ottelun aikana. Jalkapallopelaajien suorituskykyä ja kuormittavuutta harjoituksissa on tutkittu ja seurattu jo pidempään, mutta elektronisten suorituskyky- ja seurantalaitteiden käyttö (engl. Electronic Performance and Tracking System, EPTS) FIFAn alaisissa kilpailullisissa otteluissa on ollut sallittua vasta vuodesta 2015 (Bradley & Scott 2020). Naisten vuoden 2015 MM-turnaus Kanadassa oli edelläkävijänä tässä kehityksessä, kun turnauksessa käytettiin aikuisten tasolla ensimmäistä kertaa GPS-pohjaisia pelaajaseurantajärjestelmiä. Akenhead ym. (2016) mukaan nykyään lähes kaikki ammattilaisjoukkueet seuraavat ja mittaavat pelaajiensa kuormitusta harjoituksissa ja otteluissa pelaajaseurantajärjestelmien avulla. Seurannan ja mittauksen tavoitteena on kehittää pelaajien suorituskykyä, jaksottaa kuormitusta harjoitusten ja pelien suhteen sekä ennalta ehkäistä vammoja (Akenhead ym. 2016). Liikutun matkan (eri nopeusalueilla) lisäksi otteluissa ja harjoituksissa voidaan seurata muun muassa kiihdytysten ja jarrutusten määriä ja sydämen sykettä. Näistä muuttujista sykkeen avulla voidaan seurata

pelaajien sisäistä kuormitusta, kun muut muuttajat kertovat enemmän ulkoisesta kuormituksesta.

Pelaajien suorituskyvystä, ottelukuormituksesta ja/tai fyysisistä vaatimuksista otteluissa on raportoitu lukuisissa tutkimuksissa sekä miesten (mm. Bradley ym. 2009, 2013; Mallo ym. 2015; Bush ym. 2015), että naisten jalkapallossa (mm. Mohr ym. 2008; Andersson ym. 2010; Vescovi & Favero 2014; Trewin ym. 2018; Scott ym. 2020a, 2020b, Bradley & Scott 2020). Kun tarkastellaan jalkapallon pelaajia ja heidän fyysisiä ominaispiirteitensä, nähdään että ei ole vain tietynlaisia jalkapalloilijoita (Bradley ym. 2009). Pelaajat tekevät jatkuvasti intervallityyppisiä, lyhyitä ja tehokkaita suorituksia ottelun aikana (Bangsbo ym. 2006). Fyysisen suorituskyvyn, etenkin juoksun ja korkeaintensiteettisen juoksun, merkitys otteluissa on suuri ja vain kasvaa pelitason noustessa (Bradley ym. 2009; Gomez-Piqueras ym. 2019). Samaan aikaan jalkapalloilijoiden ominaisuudet vaihtelevat sekä pelipaikoittain, että sukupuolten välillä (Trewin ym. 2018; Bradley & Vescovi 2015). Pelipaikoittain fyysinen kuormitus vaihtelee esimerkiksi keskikenttäpelaajien ja laitapelaajien välillä keskikenttäpelaajien juostessa suurempia kokonaismääriä, ja laitakeskikenttä ja -puolustajien juostessa huomattavasti enemmän korkeaintensiteetin juoksuja muihin pelipaikkoihin verrattuna. (Bradley ym. 2009; Mallo ym. 2015; Schuth ym. 2016). Sukupuolten välillä eroja on havaittu ennen kaikkea voimaa ja nopeutta reflektoivissa muuttujissa, kuten maksiminopeudessa ja sprinttien määrässä (Bradley & Vescovi 2015).

Naisjalkapallopelaajia koskevista tutkimuksista on verraten vähäistä tarjontaa, eikä suomalaisesta naisten jalkapallosta vielä löytynyt aihepiiristä tieteellisiä artikkeleita. Tämän pro gradu -tutkielman tarkastelun kohteena on ensisijaisesti naisten kansallisen huipputason jalkapalloilijoiden ottelukuormitus ja eri pelipaikkojen väliset erot kuormituksessa. Tutkielman tavoitteena on selvittää millaiset ovat Suomen korkeimman naisten sarjatason, Kansallisen liigan, otteluiden fyysiset vaatimukset pelipaikkakohtaisesti ja miten ne muuttuvat ottelun aikana. Fyysisiä vaatimuksia ovat muun muassa liikuttu matka eri nopeusalueilla, kiihdytysten sekä jarrutusten määrä ja intensiteetti sekä syke. Tutkimus on osa Jyväskylän yliopiston, Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen (KIHU) ja Suomen Palloliiton tutkimusyhteistyötä.

2 JALKAPALLO LAJINA

Jalkapallo on lajina erittäin monipuolinen urheilulaji, jossa joukkueen menestys ja suorituskyky nojaavat lukemattomiin eri tekijöihin, etenkin fyysisiin, teknisiin ja taktisiin (Stølen ym. 2005; Vescovi & Falenchuk 2019). Tavoitteena on näitä tekijöitä hyödyntäen saada pallo vastustajan verkkoon mahdollisimman usein ja pitää oma maali samanaikaisesti puhtaana. Toisin sanoen tavoitteena on tehdä enemmän maaleja kuin vastustaja. Joukkuelajina joukkueen suorituskyky on riippuvainen joukkueen pelaajien suorituskyvystä. Stølen ym. (2005) mukaan pelaajien suorituskyky riippuu puolestaan teknisistä/biomekaanisista, taktisista, henkisistä ja fyysisistä tekijöistä. Yksi syy jalkapallon kansainväliseen suosioon on se, että pelaajilla ei kuitenkaan tarvitse olla ylivertaista kapasiteettia millään näistä suorituskykyalueista, kunhan heillä on kohtuullinen taso kaikilla alueilla (Stølen ym. 2005).

Lajin suosion takeena on ollut lisäksi melko yksinkertaiset säännöt ja se, että varusteita ei juuri tarvita, pelaamiseen tarvitaan vain peliväline eli pallo (Giulianotti ym. 2020). Näin jalkapalloa voidaan pelata melkein missä ja milloin vain kansallisuudesta, etnisestä alkuperästä, koulutuksesta, sukupuolesta tai uskonnosta riippumatta (Giulianotti ym. 2020; Stølen ym. 2005). Jalkapallo liikuttaa niin lajin harrastajia, taustavoimia kuin kannattajia ympäri maailmaa ollen maailman suosituin urheilulaji (Bangsbo 1994; Stølen ym. 2005) ja sitä pelaavat miehet ja naiset, lapset ja aikuiset (Stølen ym. 2005). Harrastajamääristä ei ole tarkkaa tietoa ja lukemat voivat vaihdella eri laskentatapojen mukaan, mutta tämän vuosituhannen alussa harrastajia on arvioitu olevan noin 265 miljoonaa (FIFA 2007). Luvun voidaan olettaa olevan huomattavasti korkeampi nykyään, sillä lajia on pyritty systemaattisesti kehittämään ruohonjuuritasolla muun muassa erilaisin kehitysohjelmin ympäri maailman (FIFA 2020, UEFA 2017). Säännöt ovat myös kaikille samat ja esimerkiksi aikuisten kilpailullista jalkapalloa pelataan samoilla säännöillä sukupuoleen katsomatta.

Sekä miesten ja naisten, että lasten, nuorten ja aikuisten jalkapallossa suoritukset vaativat pelaajiltaan teknisiä, taktisia, psykologisia, fysiologisia ja fyysisiä ominaisuuksia (Stølen ym. 2005). Näitä taitoja hyödyntämällä pelaaja pyrkii luomaan etua muihin nähden. Vaikka jalkapallo ei ole tiedettä, tiedettä voidaan hyödyntää näiden ominaisuuksien ja niiden kautta

kokonaissuorituskyvyn parantamiseen (Stølen ym. 2005). Pelinä jalkapallo on kehittynyt vuosien saatossa ja erityisesti fyysiset vaatimukset pelaajia kohtaan ovat kasvaneet. On havaittu, että menestyäkseen pelaajien on suoritettava toistuvasti korkeaintensiteettisiä suorituksia, kuten korkeaintensiteettistä juoksua, sprinttejä, suunnanmuutoksia sekä jalkapallolle spesifisiä/ominaisia taitoja, kuten syöttämistä, laukomista, taklauksia ja maalintekoa (Faude ym. 2012; Mara ym. 2017; Soroka & Bergier 2010; Trewin ym. 2018).

Seuraavaksi tässä luvussa tarkastellaan tekijöitä, jotka vaikuttavat pelaajien suorituksiin. Säännöt antavat raamit, joiden puitteissa peliä pelataan. Toisaalta jalkapallon teknisiä ja taktisia аспекteja on ymmärrettävä, sillä ne vaikuttavat etenkin pelaajien liikkumiseen ja liikkeisiin. Lisäksi, koska tutkielma käsittelee nimenomaan naisten jalkapalloa ja naispelaajia, käydään tässä luvussa läpi lyhyesti naisten jalkapallon suosion nousua ja naisjalkapalloilijoiden antropometriaa aihekokonaisuuden hahmottamiseksi kattavammin. Kolmannessa luvussa perehdytään kirjallisuuteen naisjalkapalloilijoiden fyysisistä vaatimuksista otteluissa ja niihin vaikuttaviin tekijöihin.

2.1 Jalkapallon säännöt lyhyesti

Nykyaikaisen jalkapallon katsotaan syntyneen 1800-luvun Britanniassa, mistä se on alkujaan levinnyt maailmalle. Teollistumisen ja kaupungistumisen myötä laji levisi etenkin työväenluokassa ja monet instituutiot, kuten kirkot, ammattiliitot ja koulut, alkoivat perustaa omia joukkueitaan. Englannin jalkapalloliitto oli ensimmäinen jalkapalloliitto, joka perustettiin Lontoossa 1863. (Giulianotti ym. 2020.) IFABin (2021) sivusto kertoo, että tällöin myös kirjattiin ensimmäiset jalkapallon säännöt. Jalkapallon säännöt on rakennettu 17 lain ympärille, joiden ylläpidosta vastaa maailmanlaajuisena elimenä vuonna 1886 perustettu IFAB (Kansainvälinen jalkapalloliittojen hallitus, The IFAB), jonka yksinomainen vastuu on sääntöjen kehittäminen ja säilyttäminen. IFAB:in taustalla oli alkujaan neljä jalkapalloliittoa, Englannin, Skotlannin, Walesin ja Pohjois-Irlannin). Vuonna 1904 perustettu kansainvälinen jalkapalloliitto FIFA liittyi viidenneksi IFABin jäseneksi vuonna 1913. (IFAB 2021.)

Jalkapallo-ottelussa määräysvalta on ottelun tuomarilla, joka omilla toimenpiteillään ohjaa ja valvoo, että peliä pelataan sääntöjen mukaisesti. Päätuomari voi liikkua kentällä täysin vapaasti, mutta häntä avustavat kaksi avustavaa erotuomaria liikkuvat jalkapallokentän sivurajojen myötäisesti kumpikin omalla kenttäpuoliskollaan (Stølen ym. 2005). Jalkapallokenttä on suorakulmion muotoinen ja kooltaan 90–120 metriä pitkä ja 45–90 metriä leveä (Giulianotti ym. 2020) ja se jaetaan keskiviivalla kahteen puoliskoon. Maalit sijaitsevat kentän eri pädyissä. Lisäksi maalien edustalla on rangaistusalue, jossa maalivahti saa koskea palloon käsillään. Muille pelaajille tämä on sallittua vain, kun pallo on mennyt sivurajasta yli ja pallo on heitettävä takaisin peliin. Kilpailullisissa otteluissa kentän koko ja peliaika on tarkemmin säädelty. Yleensä ottelun peliaika on 90 minuuttia, joka on jaettu kahteen 45 minuutin puoliaikaan, ja puoliaikojen välissä on noin 15 minuutin tauko. Tuomarit voivat tarvittaessa antaa lisäaikaa (muun muassa loukkaantumisten ja muiden peliä viivyttävien tekijöiden vuoksi) puoliaikojen varsinaisen peliajan täyttymisen jälkeen. Joissain turnauksissa ottelun tilanteen ollessa tasan 90 minuutin peliajan jälkeen, voidaan pelata 2x15 minuutin jatkoaika ja/tai voidaan suorittaa rangaistuspotkukilpailu voittajan selvittämiseksi. (Giulianotti ym. 2020.)

Jalkapalloa pelataan yleensä sarja- tai turnausmuotoisesti toisia joukkueita vastaan. Yksittäisessä ottelussa kaksi joukkuetta pelaa toisiaan vastaan, tavoitteena saada pallo vastustajan maaliin mahdollisimman usein ja vastaavasti estää maalien syntyä oman joukkueen maaliin. Enemmän hyväksytysti maaleja tehnyt joukkue voittaa ja maalimäärien ollessa tasan on tuloksena tasapeli. Ottelun alkaessa tulisi kentällä olla kummallakin joukkueella 11 pelaajaa, maalivahti ja 10 kenttäpelaajaa. (Giulianotti ym. 2020.) Useimmissa kilpailullisissa otteluissa, kuten FIFA:n alaisissa kilpailuissa, sallitaan 4–7 vaihtopelaajaa, joista jokainen joukkue saa tehdä 3 vaihtoa ottelua kohden (Lockie ym. 2018). Tästä on olemassa poikkeuksia. Esimerkiksi Yhdysvaltain yliopistosarjoissa säännöt sallivat rajoittamattoman määrän edestakaisia vaihtoja (Lockie ym. 2018). Vaihtojen määrään tehtiin Covid-19 pandemian aikana lievennyksiä ja tällä pyrittiin ennalta ehkäisemään fyysisen kuormituksen liiallista kasvua pelaajilla (IFAB 2021), sillä moni sarja jouduttiin pelaamaan alkuperäiseen otteluohjelmaan verrattuna tiiviimmässä aikataulussa. Suomessa miesten ja naisten valtakunnallisissa sarjoissa, kuten Kansallisessa liigassa, hyödynnettiin tätä väliaikaista sääntömuutosta ja vaihtoja sai tehdä kaudella 2020 viisi kappaletta (Palloliitto 2020b).

Vaikka jalkapallon säännöt ovat alun ajoista muuttuneet, niin esimerkiksi 1870 voimaan tullut sääntö pallon koskettamisesta käsin on hyvin pitkälti edelleen voimissaan, eli vain maalivahti saa koskea palloon käsillään. Muita peliin merkittävästi vaikuttaneita sääntöuudistuksia ovat olleet vuonna 1925 tullut paitsiosääntö ja vuonna 1965 pelaajavaihdot ottelun aikana mahdollistanut sääntö. Vuodesta 1995 pelaajavaihtoja on saanut tehdä kolme per ottelu. Tämän jälkeen tehdyt viimeaikaiset sääntömuutokset ovat auttaneet lisäämään pelitempoa, hyökkäystapahtumia ja tehokkaan pelin määrää. Palautussääntö kieltää maalivahteja käsittelemästä palloa käsillä, kun oman joukkueen pelaaja syöttää jalalla pallon maalivahdille. Selkeän vastustajan maalipaikan estäminen tarkoituksellisesti rikkeen avulla rangaistaan nykyään punaisella kortilla, samoin kuin taklaamisesta takaapäin tai muuten törkeästi. Pelaajia voidaan myös varoittaa "sukelluksesta", eli virheen teeskentelystä vapaa- ja rangaistuspotkujen saamiseksi. Ajan tuhlaukseen on puututtu pakottamalla maalivahdit laittamaan pallo peliin käsistä kuuden sekunnin kuluessa ja poistamalla loukkaantuneet pelaajat kentältä. Paitsiosääntöä on vielä muutettu siten, että hyökkäävä pelaaja saa olla paitsioasemassa, mikäli hän ei osallistu aktiivisesti peliin. (Giulianotti ym. 2020; IFAB 2021.)

2.2 Tekniikka ja taktiikka

Jalkapallo on urheilulaji, jossa on lukemattomia fyysisiä, teknisiä ja taktisia muuttujia, jotka vaikuttavat joukkueen suorituskykyyn (Stølen ym. 2005). Lajin tekniset ja taktiset vaatimukset eivät ole tämän tutkielman tarkastelun kohteena, mutta on erittäin tärkeää tiedostaa, mitä ovat jalkapallon pelaamiseen vaadittavat taidot, sillä ne vaikuttavat pelaajien liikkumiseen ja fyysisiin suorituksiin.

2.2.1 Tekniset taidot

Jalkapallotekniikka määritellään kyvyksi hallita palloa eri ruumiinosilla. Miehet ja naiset voivat olla yhtä hyviä tässä suhteessa; harjoitus tekee mestarin (Hjelm 2011). Jalkapallopelle ominaisia teknisiä taitoja ovat erityisesti pallon käsittely, syötöt ja laukominen. Mainittuja teknisiä suorituksia ei voida arvioida suoraan fyysisen suorituskyvyn mittauksissa, mutta epäsuorasti ne vaikuttavat fyysiseen suorituskykyyn. Esimerkiksi GPS-pohjaisilla järjestelmillä voidaan

mitata pelaajien liikkeitä, kuten kokonaismatkaa, eri nopeusalueilla liikuttua matkaa, kiihdytyksiä, jarrutuksia ja suunnanmuutoksia, mutta ei pallonkäsittelyyn vaadittavia suorituksia, kuten syöttöjä ja laukauksia. Jos halutaan laskea teknisiä suorituksia otteluissa, otteluanalyseissa voidaan analysoida muun muassa syöttöjen määrää, onnistuneiden syöttöjen määrää, peliä edistäviä syöttöjä, vastaanotetut syöttöjä, pallo kosketuksien määrää pallonhallinnan aikana, kuljetusten määrää, taklauksia, syötönkatkoja, puskuja, keskityksiä, laukauksia (maalialue kohti ja ohi) ja pallonpurkuja (Bradley ym. 2013).

Tekniikkaa vaativia, pelaajien fyysiseen suorituskykyyn vaikuttavia, suorituksia ovat muun muassa hyppääminen, taklaukset, kaksinkamppailut, kiihdytykset ja jarrutukset, syöttäminen, laukominen ja sivuttain ja takaperin juokseminen (Dalen ym. 2016). Lähes kaikkia näitä taitoja voidaan hyödyntää yksi vastaan yksi (1vs1) tilanteissa, sekä hyökkäyksessä että puolustuksessa. Näiden 1vs1 tilanteiden on havaittu vaikuttavan otteluiden lopputulokseen eniten (Datson ym. 2017). Näin ollen erityistä huomiota vaativia liikkeeseen ja pelaajien suorituskykyyn vaikuttavia korkeaintensiteettisiä teknisiä suorituksia ovat pitkät syötöt, harhautukset, keskitykset, laukaukset, puskut ja taklaukset (Ade ym. 2016).

Kubayin ym. (2020) mukaan naisten jalkapallossa voittavat joukkueet suoriutuvat huomattavasti paremmin useissa teknisissä suorituksissa, joihin luetaan muun muassa kokonaissyöttöjen määrä, syöttöjen tarkkuus, pallonhallinta, laukaukset, laukaukset kohti maalialue, pallon tavoittelu ilmassa (pääpeli), pallon takaisin hankkiminen menetyksen jälkeen ja tehokkuus erikoistilanteissa, hävinneisiin joukkueisiin verrattuna. Hävinneet joukkueet puolestaan taklaavat ja menettävät pallon useammin sekä saavat enemmän keltaisia kortteja kuin voittavat joukkueet. (Kubayi ym. 2020.) Naisten jalkapallon ottelunaikaisia teknisiä suorituksia ei ole juuri tieteellisesti tutkittu, vaikka teknologinen kehitys on tuonut uusia mahdollisuuksia, muun muassa InStat -kykyjenetsintäjärjestelmän myötä. Miesten jalkapallossa tutkimustietoa on enemmän tarjolla ja asiaan ovat perehtyneet muun muassa Liu ym. (2015). Heidän mukaansa pelaaja koskee ottelun aikana palloon keskimäärin 53–71 kertaa, mutta määrä riippuu huomattavasti pelaajan pelipaikasta ja joukkueen tasosta. Kun pelaaja hallitsee palloa, tapahtuu se useimmiten kahdella kosketuksella, ja yksi tällainen pallonhallinta kestää keskimäärin vain reilun sekunnin. (Liu ym. 2015.)

2.2.2 Taktiset taidot

Jalkapallossa taktiikka vaikuttaa huomattavasti pelaajien liikkumiseen. Kun jalkapallojoukkue hyökkää, pelaajien tarkoituksena on säilyttää pallonhallinta ja liikkua kohti vastustajan maalia ja maalintekopaikkoja hyödyntäen kentällä olevia tyhjiä tiloja. Puolustaessa sen sijaan pelaajat liikkuvat oman maalinsa suojelemiseksi ja saadakseen pallonhallinnan takaisin joukkueelleen (Mitchell 1996). Tavan, miten pelaajat järjestäytyvät kentällä, tulisi kuvastaa joukkueen strategisia ja taktisia valintoja. Taktiikka tarkoittaa siis sitä, miten joukkue hallinnoi tilaa, aikaa ja yksittäisiä suorituksia (Garganta 2009). Taktiikka voidaan jakaa ja sitä voi toteuttaa joukkue-, pelaajaryhmä- (esim. puolustajat) ja yksilötasolla (Rein & Memmert 2016). Otteluissa taktiikka kuvastaa joukkueen tapaa pelata, pelifilosofiaa, eli pyrkiikö joukkue esimerkiksi voittamaan ottelua hallitsemalla jatkuvasti palloa tai panostaako se pallonhallintaa vastaan suosimalla vastahyökkäyksiä (Rein & Memmert 2016).

Aden ym. (2016) mukaan pelaajat suorittavat erilaisia taktisia toimia sen perusteella, tekeekö joukkue tai pelaaja suorituksia pallon kanssa vai ilman, eli useimmiten hyökkääkö vai puolustaako joukkue ja pelaaja. Pallonhallinnan aikaisilla toimilla pyritään muun muassa murtautumaan vastustajan rangaistusalueelle sekä liikkumaan ja juoksemaan pallon kanssa ja pallottomana. Sen sijaan, kun joukkue ei hallitse palloa, pyritään vastustajan pelaamista vaikeuttamaan muun muassa viemällä vastustajalta tila ja aika, painostamaan vastustajaa virheisiin ja katkomaan heidän syöttöpeliiään. (Ade ym. 2016.) Taktiikan onnistuminen riippuu lopulta yksittäisten pelaajien kyvystä toteuttaa vaaditut toimet oikein ja oikea-aikaisesti. Tämä edellyttää, että pelaajat täyttävät tarvittavat fysiologiset vaatimukset, esimerkiksi pelatessaan pallonhallintaan perustuvaa peliä (Rein & Memmert 2016).

Erityisesti peliryhmitys ja pelipaikat vaikuttavat pelaajien taktisiin toimiin ja sitä myöten liikkeisiin. Joukkueen taktiikka kuvastaa usein haluttua hyökkäyksen tai puolustuksen peliryhmitystä (esim. 3–5–2) ja sen sijaintia kentällä (Grunz ym. 2012). Kun joukkueet pelaavat vastakkain, ottelun alkaessa kentällä on 22 pelaajaa, mutta eri pelipaikan pelaajien määrä voi vaihdella ottelukohtaisesti oman ja vastustajajoukkueen käyttämän pelimuodostelman mukaan. Pelimuodostelmat esitetään numeraalisina alhaalta ylöspäin käsittäen vain kenttäpelaajat,

esimerkiksi nykyään suositussa 3–5–2 ryhmityksessä on kolme puolustajaa, viisi keskikenttä pelaajaa ja kaksi hyökkääjää. Viisi yleisemmin käytettyä pelimuodostelmaa 11 vastaan 11 peleissä ovat 4–4–2, 4–3–3, 3–5–2, 3–4–3 ja 4–5–1 (Tierney ym. 2016).

Pelaajien suorittamat taktiset toimet, tai ainakin niiden määrät, vaihtelevat merkittävästi pelipaikoittain (Rein & Memmert 2016). Yleensä pelaajat jaetaan pelipaikkojen mukaan maalivahtiin, laita- ja keskuspuolustajiin, laitakeskikenttä- ja keskikenttäpelaajiin, sekä hyökkääjiin (kuva 1) (Di Salvo ym. 2007). On myös olemassa tarkempia jaotteluja, kuten hyökkäävät ja puolustavat keskikenttäpelaajat, laitahyökkääjät, hyökkäävä laitapuolustaja (ns. wing-back), ja osittain rajanveto eri pelipaikkojen välillä on vaikeaa. Yksilön sijaintiin ja vaadittuihin liikkeisiin kentällä vaikuttaa joukkueen muiden pelaajien ja pallon sijainti ja etäisyys (Rein & Memmert 2016).



KUVA 1. Esimerkki jalkapallojoukkueen pelipaikoista 4–4–2 ryhmityksessä.

Valittuun taktiikkaan ja pelitapaan vaikuttavat ennen kaikkea oman joukkueen fyysiset, tekniset ja taktiset taidot, mutta myös vastustajajoukkueen vastaavat taidot (Rein & Memmert 2016). Lisäksi ulkoisilla tekijöillä, kuten kenttä (kunto, koti vai vieras), sää ja sarjatilanne, historiallisilla tekijöillä (aiempien otteluiden tulokset) ja ottelun aikaisilla tapahtumilla on vaikutusta (Rein & Memmert 2016). Tulevaisuudessa vaatimukset jalkapallossa tulevat mitä todennäköisemmin kasvamaan etenkin fyysisiltä ja taktisilta ominaisuuksilta, mutta myös psykologisilta vaatimuksiltaan (Nassis ym. 2020). Taktiset muutokset itse pelissä ja mahdolliset pelimäärien lisäykset, etenkin kansainvälisellä tasolla, tulevat vaikuttamaan pelaajien fyysisiin ja henkisiin vaatimuksiin (Nassis ym. 2020).

2.3 Naisten jalkapallon nousu ja tieteellinen tutkimus

Vaikka jalkapallon suosio on noussut maailmalla yleisesti, viime aikoina huomattavaa on erityisesti naisten jalkapallon profiilin nopea kasvu. Raportit kertovat, että naisten jalkapallon suosio on kasvanut viimeiset vuodet huimaa vauhtia (FIFA 2020a, UEFA 2017). Koko lajin kehityksen yksi tulevaisuuden kulmakivistä onkin juuri naisten jalkapallon kehityksen jatkuminen ja ammattimaisuuden kasvu (Harper ym. 2021). Pelaajamäärät ovat kasvaneet ympäri maailman jopa eksponentiaalisesti, ja samalla yhä suurempi yleisö on löytänyt naisten huippujalkapallon. Ennusteiden mukaan pelaajamäärä tyttöjen ja naisten jalkapallossa tulee kasvamaan 60 miljoonaan vuoteen 2026 mennessä, vuonna 2019 lukeman ollessa reilu 13 miljoonaa (FIFA 2020a). Samaisena vuonna 2019 Ranskassa järjestetty maailmanmestaruusturnaus saavutti puolestaan jo ennätysellisen mediahuomion ja kisat tavoittivat 1,3 miljardia katsojaa globaalisti (FIFA 2020a). Naisten kisojen luvuissa tapahtui merkittävä harppaus verrattuna vuoden 2015 Kanadan MM-turnaukseen, jota seurasi kokonaisuudessaan 750 miljoonaa ihmistä ympäri maailman (FIFA 2018).

Vaikka suosion kasvun mittarit ovat tärkeitä, ennen kaikkea naisten jalkapallon asemaa ja toimintaympäristöjä on kehitetty viime vuosina monella taholla systemaattisesti aina ruohonjuuritason toiminnasta huippujalkapalloon. Tämän kehityksen myötä nykyään yhä useampi naishuippupelaaja pelaa jalkapalloa joko ammattilaisena tai puoliammattilaisena (Datson ym. 2014). Myös naisten ammattilaisliigojen ja -joukkueiden määrä on viime vuosina

kasvanut ja tässä kehityksen keskiössä ovat olleet nimenomaan kansalliset jalkapallosarjat ja näiden tavoite vahvistaa naishuippujen mahdollisuuksia ansaita rahaa pelaamisestaan (UEFA 2017). Toiminnan ammattimaistumisen myötä harjoitusolosuhteet ja -tilat ovat parantuneet kauttaaltaan, kuten myös erilaisten tukitoimien saatavuus (esimerkiksi lääketieteellisten tukitoimintojen muodossa) ja tarjonta pelaajille otteluiden ja harjoitusten ulkopuolella, (Scott ym. 2020a; Martínez-Lagunas ym. 2014).

Kehityskulun jatkumiseksi FIFA on luvannut tuplata taloudellisen tukensa naisten jalkapalloon miljardiin dollariin seuraaviin Australiassa ja Uudessa-Seelannissa järjestettäviin maailmanmestaruuskisoihin (vuoteen 2023) mennessä. Lisäksi FIFA on käynnistänyt sarjan naisten jalkapallon kehitysohjelmaa aikavälille 2020–2023. Nämä kehitysohjelmat keskittyvät jalkapallon rakenteelliseen kehitykseen paikalliset olosuhteet ja tarpeet huomioiden, muuan muassa strategian ja liigojen kehittämiseksi sekä naisvalmentajien ja -jalkapallojohtajien määrän lisäämiseksi (FIFA 2020b, FIFA 2018, FIFA 2020a). UEFA:n (2017) mukaan juuri tällaiset ohjelmat ja investoinnit tuottavat kestäviä, myönteisiä tuloksia osallistumisen, ammattimaisuuden ja suoritusten kannalta pelin kaikilla tasoilla.

Kilpailullista naisten jalkapalloa on pelattu 1960-luvun loppupuolelta asti, kun eri kilpailuja kehitettiin Ruotsissa ja muissa maissa, kuten Tanskassa, Yhdysvalloissa, Kanadassa, (Länsi-) Saksassa, Tšekkoslovakiassa, Italiassa ja Uudessa-Seelannissa (Hjelm 2011). Suomessa naisten jalkapalлотоimintaa on organisoitu systemaattisemmin Palloliiton toimesta vuodesta 1971, jolloin järjestettiin ensimmäinen cup-muotoinen kilpailu, johon osallistui jopa 51 joukkuetta. Naisten SM-sarjaa on pelattu vuodesta 1972. Vuonna 2007 Naisten SM-sarjan nimi vaihdettiin Naisten Liigaksi ja tämän jälkeen liigassa on pelannut kymmenestä kahteentoista joukkuetta. Suomessa naisten jalkapallon profiilia on myös pyritty viime aikoina nostamaan ja osana Palloliiton ”Modernia huippu-urheilua” -strategiaa (Palloliitto 2020a) vuonna 2020 liiga brändättiin uudelleen ja nykyään Suomen mestaruudesta pelataan ”Kansallinen liiga” nimen alla. Kansallisessa liigassa pelaa kymmenen parasta naisten joukkuetta ympäri Suomea (Palloliitto 2020a). Liiga on kuvausten mukaisesti vielä amatöörisarja, sillä suurimmalle osalle pelaajista ei makseta pelaamisesta.

Naisten jalkapallon suosion vankan kasvun myötä myös tieteellisessä kirjallisuudessa on kiinnitetty yhä enemmän huomiota naisten jalkapalloon (Datson ym. 2014). Tieteellisessä kirjallisuudessa tutkimusta tarvitaan vielä lisää. Vaikka miesten jalkapallon fyysisistä vaatimuksista on runsaasti tietoa tarjolla, naisten vastaavaa tutkimusta on tarjolla niukemmin (Bradley & Scott 2020). Suuri osa naisten jalkapallon tutkimuksesta on tähän mennessä keskittynyt naispelaajien fyysisiin ominaisuuksiin, sisältäen demografiset muuttujat (ikä, kehon pituus ja paino), sekä fyysinen suorituskyky ja näiden profiilit (Datson ym. 2014; Scott ym. 2020a). Bradleyn ja Scottin (2020) mukaan tällaisissa tutkimuksissa on kuitenkin suurelta osin ollut mukana vain pieni määrä pelaajia ja/tai erilaisia arviointimenetelmiä, mikä on tehnyt vertailun vaikeaksi. Huomattavasti vähemmän tutkimusta on kohdistettu harjoitusten määriin ja otteluiden fyysisiin vaatimuksiin naisjalkapalloilijoille liittyviin tutkimuksiin. (Bradley & Scott 2020.)

2.4 Naisjalkapalloilijan antropometria

Fysiologiset erot ovat suurin syy miksi naisten ja miesten jalkapalloa tulee tarkastella erikseen suorituskyvyn ja fyysisten vaatimusten osalta. Luonnolliset erot ovat vaikuttaneet esimerkiksi otteluissa liikutun matkan määrään ja ennen kaikkea juoksunopeuteen (Trewin ym. 2018). Naisjalkapalloilijoiden fyysisten vaatimusten tunnistaminen on tärkeää, jotta systemaattisen harjoittelun malleja ja ohjelmia, jotka peilaavat ja valmistavat pelaajia pelinomaisiin suorituksiin ja kuormitukseen, voidaan suunnitella naisten fysiikalle sopivammaksi (Trewin ym. 2018; Bradley & Scott 2020). Toisaalta, vaikka naisten huippujalkapallossa kannustetaan kehittämään urheilullisia ominaisuuksia, samalla tulee tunnustaa, että nykypäivän pelissä teknistaktisilla ja henkisillä kyvyillä on todennäköisesti suurempi vaikutus aivan kansainvälisellä huipputasolla (Scott ym. 2020a). Yhdessä teknisen, taktisen ja psykologisen valmistautumisen ohella, asianmukainen fyysinen valmistautuminen voi kuitenkin olla se tekijä, mikä ratkaisee menestyjän huipputasolla (Bradley & Scott 2020).

Datsonin ym. (2014) tekemän katsauksen mukaan maajoukkue-tason pelaajat ja parhaimmissa kansallisissa liigoissa pelaavat pelaajat ovat keskimäärin 20–27 -vuotiaita, 161–170 cm pitkiä, painoltaan 57–65 kg, kehon rasvaprosenttiltaan 14.6–20.1 % ja lihasmassaa heillä on ollut

keskimäärin 45.7 ± 3.9 kg (keskiarvo \pm keskihajonta) (Andersson ym. 2010; Hewitt ym. 2008; Mohr ym. 2004; Krusturup ym. 2005; Krusturup ym. 2010; Mujika ym. 2009; Ingebrigtsen ym. 2011; Sedano ym. 2009; Castagna ym. 2013) Huipputason naispelaajien pituus ja paino ovat edelleen verrattavissa aikaisempiin tutkimuksiin, mutta kehon rasvaprosentti on nyt pienempi kuin mitä aikaisemmissa tutkimuksissa on aiemmin havaittu (20.8–22.0 %) (Davis & Brewer 1993). Nämä muutokset kehon koostumuksessa heijastavat todennäköisesti suurempia harjoitusmääriä ja joukkueen taustahenkilökunnan, kuten ravitsemusterapeuttien, aiempaa parempaa tarjontaa ja tukea (Datson ym. 2014). FIFA:n 2019 kisoissa pelanneista (eli kentällä käyneistä) 436 pelaajasta koottu antropometria kuitenkin osoittaa, että huipputasolla pelaajien ikä, pituus ja paino voi vaihdella huomattavasti. Keski-ikä oli 26.3 ± 4.0 vuotta (vaihteluväli 17–41-v.), pituus keskimäärin 167.3 ± 6.5 cm (148–187 cm) ja paino 60.7 ± 6.3 kg (46–80 kg) (Bradley & Scott, 2020).

Antropometrinen muuttujien suuri vaihtelu korostaa pelaajien heterogeenisyyttä. Pituuden ja kehonpainon on aiemmin havaittu olevan samanlaisia huippupelaajien välillä. On kuitenkin olemassa hieman ristiriitaisia todisteita siitä, onko eri pelipaikkojen välillä merkittäviä eroja. Muutamassa tutkimuksessa on osoitettu, että puolustajat olisivat pitempiä kuin hyökkääjät ja painavampia kuin muut kenttäpelaajat (Ingebrigtsen ym. 2011; Sedano ym. 2009). Maalivahtien on osoitettu olevan pitempiä ja painavampia kuin keskikenttäpelaajat ja hyökkääjät (Ingebrigtsen ym. 2011; Sedano ym. 2009). Maalivahtien rasvamassan ilmoitettiin olevan suurin, minkä voidaan olettaa johtuvan harjoittelun ja pelien pienemmästä energiankulutuksesta (Sedano ym. 2009). Puolustajilla todettiin olevan alhaisin kehon rasvaprosentti ja suurin lihasmassa (Ingebrigtsen ym. 2011), mikä saattaa liittyä heidän peliasemansa erilaisiin fyysisiin vaatimuksiin. Datsonin ym. (2014) mukaan tätä havaintoa ei voida vahvistaa, sillä tehdyissä otteluanalyysikirjallisuudessa ei ole eroteltu laita- ja keskuspuolustajia. Toisaalta vanhemmat tutkimukset eivät ole havainneet merkittäviä eroja kehon rasvaprosentissa kenttäpelaajien välillä. Voidaan kuitenkin olettaa, että pelipaikkakohtaisesti on tullut hienoisia eroja lisääntyneen pelipaikkakohtaisen harjoitteluspesifikaation takia. Toisaalta pelaajat, joilla on tietyt antropometriset ominaisuudet, voidaan ohjata tietyille pelipaikoille. (Datson ym. 2014.) Seuraavassa luvussa tarkastellaankin nimenomaan naispelaajien fyysisiä vaatimuksia jalkapallossa ja suorituskykyyn vaikuttavia tekijöitä.

3 JALKAPALLO OTTELUN FYYSISET VAATIMUKSET

Jalkapallon vaatimukset naispelaajia ja heidän fysiologisia ominaisuuksiansa kohtaan ovat kasvaneet viime vuosina jatkuvasti, erityisesti kun puhutaan huipputason jalkapallosta. Jalkapallo-ottelu kestää yleensä 90 minuuttia ja pelin kulku on hyvin jaksottaista. Suorituksia, kuten pallon kuljetus ja käsittely, juoksut, taklaukset ja hypyt, tehdään epäsäännöllisin väliajoin (Mohr ym. 2005). Pelaajat liikkuvat yhden ottelun aikana pääasiassa matalalla intensiteetillä, keskimääräisen työtehon ollessa anaerobisen kynnyksen alapuolella, eli jalkapallo vaatii hyvää aerobista kuntoa (Bangsbo ym. 2006). Menestyäkseen pelaajien on suoritettava toistuvasti korkeaintensiteettisiä suorituksia, kuten nopeaa ja erittäin nopeaa juoksua, sprinttejä, suunnanmuutoksia, ja jalkapalloseuralla ominaisia taitoja, kuten syöttämistä, laukomista, taklauksia ja maalintekoa (Faude ym. 2012; Mara ym. 2017; Soroka & Bergier 2010; Trewin ym. 2018). Jotta suorituskykyä ja fyysistä aktiivisuutta voidaan arvioida mahdollisimman täsmällisesti, tulisi pelaajien harjoituskuormitusta seurata otteluissa (Gaudino ym. 2015; Strauss ym. 2019). Harjoituskuormitus käsittää sekä ulkoisen, että sisäisen ulottuvuuden, ulkoisten kuormitusten edustaessa fyysistä työtä harjoituksen tai ottelun aikana, ja sisäisen kuormituksen ollessa liitännäinen biokemikaaliseen (fyysinen ja fysiologinen) ja biomekaaniseen stressivasteeseen (Impellizzeri ym. 2005; Vanrenterghem ym. 2018). Nykytiedon mukaan suuremmat ulkoiset kuormitukset lisäävät muun muassa metabolista energian kulutusta ja siten sisäistä kuormitusta (Vanrenterghem ym. 2018).

Yleinen näkemys on, että naisten ja miesten jalkapalloa tullaan tulevaisuudessa pelaamaan todennäköisesti suuremmilla nopeuksilla ja korkean intensiteetin suorituksia tullaan suorittamaan useammin ja tiheimmin otteluiden aikana, ainakin mikäli voidaan olettaa kehityksen jatkuvan saman suuntaisena mitä tutkijat ovat havainneet (Ade ym. 2016; Wallace ym. 2014; Barnes ym. 2014). Näin ollen fyysiset vaatimukset tulevat kasvamaan naisjalkapalloilijoita kohti ja heiltä vaaditaan yhä parempaa fyysistä suorituskykyä. Bradleyyn ja Scottin (2020) näkemyksen mukaan mitä enemmän tietoa naispelaajista kerätään, sitä parempi näkemys voidaan saavuttaa naispelaajien suorituskyvyn ja fyysisten vaatimusten suhteen otteluissa. Otteluiden fyysiset vaatimukset voivat puolestaan auttaa harjoitus- ja kuntoutusohjelmien suunnittelussa, jotka puolestaan auttavat pelaajia valmistautumaan

paremmin otteluiden fyysiseen kuormitukseen. Suuremmilla otoiskoi'lla ja pelipaikkakohtaisten ja taktisten vaikutusten lisätutkimuksilla, sekä mahdollisten ikäspesifisten vaatimusten huomioiminen naispelaajilla, valmistautuminen voi tulla entistä hienostuneemmaksi ja erikoistuneemmaksi tulevaisuudessa. (Bradley & Scott 2020.) Lisäksi naisten vuosien 2015 ja 2019 MM-kisojen väliset havainnot osoittavat, että korkean intensiteetin juoksun vaatimukset ovat kasvaneet ja kasvanevat edelleen nopeammin naisilla kuin miehillä (Harper ym. 2021). Lähtökohtaisesti tässä luvussa käsitelläänkin nimenomaan naisjalkapalloilijoiden fyysisiä vaatimuksia ja suorituskykyä jalkapallo-otteluissa.

3.1 Fyysisen suorituskyvyn mittaaminen jalkapallossa

Pelaajien fyysistä aktiivisuutta, harjoituskuormitusta ja suorituskykyä voidaan seurata ja mitata erilaisten elektronisten suorituskyky- ja seurantajärjestelmien (Electronic Performance and Tracking Systems, EPTS) avulla. Nämä pelaajaseurantajärjestelmät hyödyntävät kehittyneempiä data-analyysi- ja datan talteenottomenetelmiä, kuten GPS-teknologiaa (Global Positioning System, maailmanlaajuinen paikallistamisjärjestelmä) ja puoliautomaattisia kamerajärjestelmiä, pelaajien suorituskyvyn, fyysisen aktiivisuuden ja kuormituksen seurannassa kuin aiemmin käytössä olleet videopohjaiset järjestelmät. (Bradley ym. 2014; Hewitt ym. 2014; Vescovi 2012; Vescovi & Favero 2014; Bradley & Vescovi 2015; Datson ym. 2016; Meylan ym. 2016; Datson ym. 2019; Trewin ym. 2018a, 2018b; Scott ym. 2020a, 2020b). Eritoten ulkoisen kuormituksen seuraamisesta harjoituksissa ja kilpailuissa on tullut jokapäiväistä ammattilaisjalkapallossa (Akenhead & Nassis 2016). Fyysisen aktiivisuuden lisäksi puettavan teknologian laitteet ovat mahdollistaneet pelaajien sykkeen seuraamisen otteluiden ja harjoitusten aikana (Datson ym. 2014). Sykkeen seurannan avulla voidaan pelaajien sisäistä kuormitusta (Gaudino ym. 2015). GPS-teknologiaa hyödyntävien puettavien laitteiden sekä puoliautomaattisten kamerajärjestelmien käyttö on suhteellisen yleistä jo miesten jalkapallossa ja tutkimuksissa (Bradley & Scott 2020).

Teknologian kehityksen ja naisten jalkapallon yleisen kehityskulun myötä vastaavan teknologian käyttö on yleistynyt myös naisten jalkapallossa ja viimeaikaisissa tutkimuksissa on alettu käyttämään enemmän suorituskyky- ja seurantajärjestelmiä. Tähän päivään mennessä

tutkimuksissa on kuitenkin vähemmän käytetty GPS-pohjaista teknologiaa mittaamaan naispelaajien fyysisiä vaatimuksia otteluissa, mikä johtuu osaltaan siitä, että puuttavan teknologian käyttö otteluissa sallittiin FIFAn toimesta vasta vuonna 2015 (Bradley & Scott 2020). Toisaalta aiemmin vähäistä tutkimusten määrää naisten osalta selitettiin myös taloudellisilla syillä ja heikommilla olosuhteilla (Datson ym. 2014). Myöhemmin FIFA on kehittänyt, ja IFAB hyväksynyt, oman laatuohjelman jalkapallossa käytettäville teknologioille. Tarkoituksena on asettaa kansainvälisesti tunnustetut alan standardit tuotteille, tekniikoille ja pelialustoille, joilla on suora vaikutus jalkapallossa peliin (FIFA 2021). FIFAn standardin mukaiset EPTS järjestelmät on virallisesti testattu nimenomaan jalkapallossa paikkadatan luotettavuuden ja tarkkuuden suhteen vaatimusten mukaisesti (FIFA 2021). Pelaajaseurantajärjestelmiä käytetään ensisijaisesti pelaajien liikkumisen seuraamiseen, mutta kun näitä käytetään yhdessä tai integroituna esimerkiksi kiihtyvyyksmittareiden ja sykemittareiden kanssa kuormituksen tai fysiologisten muuttujien mittaamiseksi, saadaan luotettavampaa tietoa pelaajien fyysisestä aktiivisuudesta ja kuormituksesta. Pelaajaseurantajärjestelmät voidaan luokitella kolmeen kategoriaan niiden käyttämän teknologian mukaisesti: GPS-pohjaiset, optiikkapohjaiset/puoliautomaattiset kamerajärjestelmät ja paikalliset paikannusjärjestelmät (engl. Local positioning systems (LPS)) (FIFA 2021). Tässä tutkimuksessa käytettävän GPS:n ja muiden teknologioiden kesken on kuitenkin eroja ja eri teknologioiden käyttö aiheuttaa haasteita tutkimusten vertailtavuuteen.

3.1.1 Global Positioning System (GPS)

Griffin ym. (2020) katsauksessa naisten jalkapallon liikkumista mittaavissa tutkimuksissa suurin osa oli toteutettu joko GPS- tai optiikkapohjaisilla pelaajaseurantajärjestelmillä. Scott ym. (2016) mukaan kaikki GPS-laitteet pystyvät määrittelemään etäisyydet tarkasti joukkuelajisimulaatioiden (harjoitukset ja ottelut) aikana, ja siksi niitä voidaan perustellusti käyttää joukkueurheilussa. Siitäkin huolimatta, että GPS:llä tiedetään olevan teknisiä ja käytännön rajoituksia. Satelliittisignaalit voivat häiriintyä ilmakehän ja paikallisen ympäristön aiheuttamina (esim. stadionit ja korkeat rakennukset), mitkä voivat johtaa mittausvirheeseen (Larsson 2003; Scott ym. 2016). Optiset kamerajärjestelmät ovat käytössä erityisesti otteluissa ja isommilla stadioneilla. Ne puolestaan pyrkivät seuraamaan pelaajien liikettä kuvaamalla peliä useammalla kameralla ja näiden pohjalta järjestelmät laskevat pelaajien liikkeen määriä

(Taberner ym. 2019). Molempien teknologioiden osalta on tiedossa, että ne eivät anna täysin täsmällistä tietoa liikkeestä, mutta ovat tarpeeksi tarkkoja, jotta tuloksiin voidaan luottaa (Buchheit ym. 2014, Linke ym. 2018, Taberner ym. 2019).

Tutkimuksien määrä GPS-pohjaisten ja optisten kamerajärjestelmien keskinäisestä vertailukelpoisuudesta on vielä rajallista ja toisaalta menetelmälliset erot aiheuttavat tutkimusten välillä ristiriitoja tuloksissa. Buchheit ym. (2014) havaitsivat vain pieniä eroja (5,4 %) GPS:n ja optisen kamerajärjestelmän välillä suhteessa liikuttuun kokonaismatkaan. Suuremmilla nopeuksilla (>19.8 km/h) optisen kamerajärjestelmän teknologia ilmoitti suuremman liikutun matkan pienellä (>0,2) tai kohtalaisella (>0,6) estimaattivirheellä (Buchheit ym. 2014). Sen sijaan tuoreemmassa Taberner ym. (2019) tutkimuksessa havaittiin aiempiin tutkimuksiin verrattuna pienempiä eroja sekä kokonaismatkan että suurempien nopeusalueiden sisällä GPS ja optisen kamerajärjestelmän (nimeltään TRACAB) kesken. Linken ym. (2018) vertailivat eri pelaajaseurantajärjestelmien teknologioiden mittaustarkkuuksia ja he päätyivät, että teknologioiden väliset erot eivät olleet merkittäviä kokonaismatkan ja alhaisten nopeuksien suhteen. Tutkimuksen kaikilla teknologioilla (GPS, LPS ja optinen kamerajärjestelmä) oli yhteistä, että virheen suuruus kasvoi seuratun kohteen nopeuden kasvaessa etenkin, kun saavutetaan korkean intensiteetin juoksun tai sprintin kynnys (Linke ym. 2018). Nämä tulokset ovat samansuuntaiset yhdessä Buchheit ym. (2014) kanssa. Taberner ym. (2019) mukaan on kuitenkin huomioitava, että monet tekijät, kuten laitteen näytteenottotaajuus, satelliitti yhteydet, tietojen käsittely ja analysointi sekä GPS- että optisten seurantajärjestelmien ohjelmistoissa, voivat vaikuttaa aiempien raporttien ja uusimpien tulosten eroihin. Vaikka Taberner ym. (2019) tulokset ovat sen suhteen lupaavia, että tietoja voidaan vaihtaa nykyisten laajennettujen GPS-yksiköiden ja puoliautomaattisen optisen kamerajärjestelmän välillä, lisätutkimuksia tarvitaan varmasti. Sekä Buchheit ym. (2014) että Linke ym. (2018) mukaan eri teknologioiden kerättyä pelaajaseurantadatan vertailua tulisi harrastaa ja arvioida harkiten ja huolellisesti. Vertailua voitaneen tehdä tapauskohtaisesti, kunhan tutkimuksissa huomioidaan ja raportoidaan selkeästi käytetyt menetelmät ja menetelmien erot.

Kiihtyvyyttä ja jarrutuksia voidaan mitata molemmilla GPS- ja kamerapohjaisilla seurantajärjestelmillä. Kun GPS-laitteisiin käyttämiseen yhdistetään tai integroidaan

mikroelektromekaanista (engl. microelectrical mechanical system (MEMS)) teknologiaa (mm. kiihtyvyyssmittarit ja gyroskoopit) saadaan yhä tarkempaa tietoa pelaajien kiihdytyksistä ja jarrutuksista ja näitä liikkeitä seuraavista suunnanmuutoksista (Malone ym. 2017). Suunnanmuutokset kuormittavat pelaajia enemmän kuin pelkkä suoraan juokseminen ja siksi suunnanmuutokset ovat olleet viime aikoina yhä enemmän tutkittu kuormitustekijä jalkapallossa. Kuitenkin kiihdytys- ja jarrutusmäärien on havaittu vaihtelevan huomattavasti tutkimusten kesken (Mara ym. 2017a; Meylan ym. 2017; Ramos ym. 2019, Trewin ym. 2018). Suuret erot tutkimusten välillä johtunevat erilaisista datan keräysmenetelmistä ja käytetystä teknologiasta. Erityisesti raja-arvot kiihdytys- ja jarrutuskyynnysten osalta ovat epäyhtenäiset tutkimuskentällä. Kynnykset on määritelty eri tutkimuksissa käyttäen eri raja-arvoja, ja nämä rajoittavat suorien vertailujen tekemistä tutkimuksissa (Griffin ym. 2020).

Mara ym. (2017a) tutkimuksessa, jossa havaittiin selvästi eniten kiihdytysjarrutus arvoja, käytettiin 25 Hz optista pelaajaseurantajärjestelmää ja raja-arvoina kiihdytyksissä yli 2 m/s^2 ja jarrutuksissa alle -2 m/s^2 , kun muut tutkimukset ovat käyttäneet 10 Hz GPS-pohjaista järjestelmää (Meylan ym. 2017; Ramos ym. 2019; Trewin ym. 2018) ja käyttäen hieman eri arvoja kiihdytyksissä ($>1 \text{ m/s}^2$ ja $>2.3 \text{ m/s}^2$) ja jarrutuksissa ($<-1 \text{ m/s}^2$). Näiden eri menetelmien välillä tehtyjä vertailututkimuksia ei löytynyt tutkielmaa tehdessä, mutta optinen kamerajärjestelmä vaikuttaisi todennäköisesti mittaavan herkemmin kiihdytys ja jarrutus arvoja kuin GPS pohjaiset järjestelmät. Kuitenkin GPS:a käyttävien tutkimusten kiihdytys ja jarrutuslukemat ovat olleet yhteneväisiä eri raja-arvoista huolimatta, mikä tarkoittaa, että kiihdytysten ja jarrutusten mittaus tai analysointi menetelmissä on eroja tutkimusten välillä. Lisätutkimusta tarvitaan, jotta voidaan muodostaa yhtenäisempää näkemystä sopivien kiihdytys ja jarrutus kynnysten tunnistamisessa (Griffin ym. 2020). Malone ym. (2017) mukaan eri valmistajien kuormitusta mittaavat kiihdytysmittarit ovat kuitenkin tarpeeksi luotettavia tutkimuskäyttöön, vaikka näiden käyttämät algoritmit kiihdytysten laskemiseksi eivät ole yhtenäisiä.

3.1.2 Käytetyt nopeusalueet

Tähän mennessä yksi epäjohdonmukainen alue naisten jalkapallotutkimuksessa koskee käytettyjä nopeusalueita. Tutkijoiden kesken ei ole vielä löydetty yhteisymmärrystä alueiden raja-arvoista eikä nopeusalueille ei ole johdonmukaisia määritelmiä, vaikka näistä on ollut paljon keskustelua viimeisen vuosikymmenen aikana. Bradley ym. (2013) tutkivat sukupuolieroja otteluiden suorituskykyominaisuuksissa huipputason jalkapalloilijoilla UEFA:n Mestareiden liigan otteluissa. Tutkimuksessa käytettiin samoja nopeusvyöhykkeitä molemmille sukupuolille ja tutkijat havaitsivat yleisesti sukupuolten välillä suuria eroja erityisesti suurempien nopeusalueiden osalta. Tämän perusteella he päättelivät, että sukupuolikohtaisten nopeuskynnysten asettamiseksi huipputason jalkapalloilijoille on perusteltua. Miesten jalkapallotutkimuksessa on käytetty yleisesti Bradley ym. (2009) määrittelemiä juoksun rajaa 14.4–19.8 km/h, korkeaintensiteettisen juoksun rajaa 19.8–25.1 km/h ja sprinttien rajaa >25.1 km/h (mm. Bradley ym. 2009; Mallo ym. 2015; Schuth ym. 2016). Datson ym. (2016, 2019) ovat käyttäneet tutkimuksissaan näitä samoja raja-arvoja edelleen myös naisilla. Bradley ja Vescovi (2015) osoittivat perustellusti tutkimuksessaan, että samat nopeusalueet eivät edusta naishuippupelaajien fyysisiä ominaisuuksia. Tämä korostaa jälleen eri mielipiteitä nopeusalueista, joita tulisi käyttää naispuolisille pelaajille, jotta voidaan mitata täsmällisemmin korkeaintensiteettisen juoksun ja sprintti ominaisuuksia naisten otteluista (Bradley & Vescovi 2015).

Muutammat tutkimukset (Dwyer & Gabbett 2012; Vescovi 2012; Bradley & Vescovi 2015) ovat yrittäneet esittää yhtenäisiä nopeusalueita, jotta ne heijastaisivat enemmän naispuolisten pelaajien fyysisiä ominaisuuksia. Tutkimuksissa esitetyt nopeusalueet naisjalkapalloilijoille ovat kävely (≤ 6.0 km/h); hölkkä (6.1–8.0 km/h); juoksu (yhdistetty matalan intensiteetin juoksu ja juoksu (8.1–12.0 km/h) ja kohtalaisen intensiteetin juoksu (12.1–16.0 km/h)); korkeaintensiteettinen juoksu (16.1–20.0 km/h); ja sprintti (>20.1 km/h) (Dwyer & Gabbett 2012; Vescovi 2012). Myös Park ym. (2018) pyrkivät kehittämään, käyttäen edistyneitä tilastollisia tekniikoita (k-keskiarvot, Gaussin seosmalli ja spektriklusterointimenetelmät), yleisiä nopeusalueita käytettäväksi naisten huipputason jalkapallo-otteluissa. Heidän tekemässään analyysissä todettiin, että 12.5 km/h, 19.0 km/h ja 22.5 km/h ovat sopivimmat raja-arvot kolmelle ylimmälle nopeusalueelle (nopea vauhtinen juoksu, engl. high-speed

running (HSR); erittäin nopea vauhtinen juoksu, very high-speed running (VHSR); sprinting (SPR)), kun arvioidaan naisten jalkapallon ulkoista kuormitusta. Nämä samat kynnyksarvot otettiin käyttöön myös Scott ym. (2020a, 2020b) tutkimuksissa.

Naisten maailmanmestaruusturnauksessa Ranskassa 2019 Bradley ja Scott (2020) päätyivät kattavan tieteellisen kirjallisuuden tarkastelun (Bradley ym. 2014; Bradley & Vescovi 2015; Datson ym. 2017; Nakamura ym. 2017; Park ym. 2019) jälkeen, ja keskusteltuaan eri nopeuskynnyksiä soveltaneiden johtavien urheilutieteilijöiden kanssa, käyttämään Park ym. (2019) työhön pohjautuvia nopeusalueita. Näin ollen turnauksessa pelaajien liikkuminen jaettiin viiteen eri nopeusalueeseen: alue 1 (0–7 km/h), alue 2 (7–13 km/h), alue 3 (13–19 km/h), alue 4 (19–23 km/h) ja alue 5 (>23 km/h) (Bradley & Scott 2020). Raportissa jätettiin tarkoituksella yhdistämättä eri nopeusalueita eri juoksumuotoihin. Bradleyn ja Scottin (2020) lisäperusteet 2019 MM-kisojen nopeusvyöhykkeille olivat ylärajaa vastaavat maksimaaliset aerobiset nopeusindeksit, jotka on saatu kansainvälisiltä naispelaajilta (Scott & Lovell 2017).

Eriävistä näkökulmista, nopeusalueiden raja-arvoista ja terminologiasta johtuen tulkitaan tässä tutkimuksessa lähtökohtaisesti kolme ylintä (3, 4 ja 5) nopeusaluetta näiden mukaisesti ja toissijaisesti nopean juoksun, erittäin nopean juoksun ja sprintti alueiksi. Näistä nopea juoksu voidaan nähdä kohtalaisen intensiteetin juoksuksi ja erittäin nopea juoksu ja sprintit yhdessä korkean intensiteetin juoksuksi. Raja-arvot ovat ensisijaisesti Bradley ja Scott (2020) esittämien mukaiset.

3.2 Ulkoinen kuormitus

3.2.1 Liikuttu matka jalkapallo-ottelussa

Liikuttua kokonaismatkaa on raportoitu jo ihan ensimmäisistä naisten jalkapallon tutkimuksista asti ja sitä on käytetty tyypillisesti refleктоimaan otteluissa pelaajien liikkumia matkoja. Davis ja Brewer (1993) olivat ensimmäisiä, jotka havainnoivat pelaajien yleistä aktiivisuutta otteluissa. Muutaman maajoukkue-tason naispelaajan (N=7) liikuttun matkan tiedot kerättiin videopohjaisella järjestelmällä ja tulokset osoittivat, että pelaajat liikkuvat kokonaismatkaltaan

keskimäärin noin 8,5 kilometriä (Davis & Brewer 1993). Myöhemmin 2000-luvun puolella vastaavia tutkimuksia on tehty laajemmilla otannoilla (N=13–58), hyödyntäen sekä video- että GPS-pohjaisia järjestelmiä, ja näiden tutkimusten tulosten mukaan naisjalkapalloilijat liikkuvat yleensä noin 10 kilometriä ottelun aikana (Andersson ym. 2010, Gabbett 2008; Mohr ym. 2008; Hewitt ym. 2008). Mallon ym. (2015) mukaan miesammattilaispelaajat liikkuvat vastaavasti ottelun aikana noin 11 kilometriä, jopa 14 km. Naispelaajilla kokonaismatkan kasvu voidaan havaita selkeästi ensimmäisen ja jälkimmäisten tutkimusten välillä, mutta erojen on arveltu heijastavan jossain määrin myös eroja tiedonkeruumenetelmissä (Randers ym. 2010). Viimeisen vuosikymmenen aikana teknologia on kehittynyt ja tarkentunut edelleen ja jalkapallon liikkumismalleja on tutkittu yhä laajemmin. Tulokset eivät ole kokonaismatkan osalta kuitenkaan juuri muuttuneet, vaan tutkimukset ovat osoittaneet pelaajien liikkuvan 8–11 kilometriä ottelua kohden, yleensä noin 10 kilometriä ottelun aikana (Hewitt ym. 2014; Ramos ym. 2019; Trewin ym. 2018; Vescovi & Favero 2014; Datson ym. 2017). Aivan viimeisimmissä naishuippupelaajia koskevissa tutkimuksissa kenttäpelaajien liikkumassa kokonaismatkan määrässä ei ole ollut merkittävää kasvua ja kokonaismatka on vakiintunut noin 10 kilometriin ottelua kohden (Datson ym. 2017; Scott ym. 2020a; Scott ym. 2020b; Bradley & Scott 2020).

Kokonaismatkan sijaan tutkimusten fokus on viime vuosina siirtynyt enemmän eri nopeusalueilla liikuttuun matkaan, erityisesti korkeaintensiteettisen juoksun ja sprinttien määrään. Tutkimusten mukaan intensiteetti, etenkin korkealla nopeudella liikuttu matka, on parempi suorituskyvyn mittari kuin liikuttu kokonaismatka (Mallo ym. 2015; Di Salvo ym. 2009; Bradley ym. 2009; Mohr ym. 2003). Yhtenäistä näkemystä eri nopeusalueilla juostusta matkasta ei ole, sillä menetelmät eri tutkimusten välillä vaihtelevat eikä käytetyistä nopeusalueista ole yksimielisyyttä ollut tutkijoiden kesken. Tämä tekee tutkimusten vertailusta ongelmallista, kuten aiemmin nopeusalueita tarkastellessa todettiin.

3.2.2 Korkeaintensiteettinen juoksu ja sprintit

Kyky suorittaa korkeaintensiteettisiä juoksuja ja sprinttejä linkittyvät vahvasti jalkapalloseuralla ominaisiin vaatimuksiin, kuten 1vs1 pelaamiseen ja maalintekoyrityksiin (Datson ym. 2017; Mara ym. 2017a). Korkeaintensiteettinen juoksu ja sprintit ovat erityisen tärkeitä pelitilanteissa,

kun pelaajilla on mahdollisuus saada etu vastustajaan nähden, kuten prässätessä, pallonhallinnan saamisessa takaisin tai luodessa maalintekotilannetta (Griffin ym. 2020). Kun intensiteetti vaihtelee pitkin ottelua, voidaan korkeaintensiteettisen juoksun määrää pitää informatiivisempana ja enemmän pelin vaatimuksia refleктоivana mittarina (Di Salvo ym. 2009; Bradley ym. 2009; Ramos ym. 2019). Varsinkin huipputasolla intensiteetti vaihtelee ottelun aikana merkittävästi ja sen on havaittu olevan erottava tekijä huippupelaajien ja muiden välillä (Mara ym. 2017a). Vaikka kokonaismatka otteluissa on vakiintunut, joidenkin tutkimusten mukaan jopa 2,5 km kokonaismatkasta liikutaan kohtalaisella tai korkeaintensiteettisellä juoksulla (Andersson ym. 2010; Gabbett & Mulvey 2008; Hewitt ym. 2014; Krusturp ym. 2005; Vescovi & Favero 2014).

Aiempien tutkimusten mukaan sprintit ja korkeaintensiteettinen juoksu (>18 km/h) kattavat 8–12 % otteluiden kokonaismatkasta (Andersson ym. 2010; Bradley ym. 2009; Krusturp ym. 2005; Mohr ym. 2008). Tämä tarkoittaa, että aikuiset pelaajat voivat juosta 0,8–1,2 kilometriä kovavauhtista juoksua (>15.6 km/h) ottelua kohden (Ramos ym. 2019; Trewin ym. 2018). Datsonin ym. (2014) tekemän katsauksen mukaan huippunaispelaajat juoksevat ottelussa 1,53–1,68 kilometriä korkeilla nopeuksilla (>18 km/h). Viimeaikaisemmissa tutkimuksissa Scott ym. (2020b) ”kellottivat” kokonaismatkaksi 10068 ± 615 metriä (keskiarvo \pm keskihajonta), josta nopean juoksun alueella (>12.5 km/h) 2401 ± 454 m, erittäin nopean juoksun alueella (>19 km/h) 398 ± 143 m ja sprintti alueella (>22.5 km/h) 122 ± 69 m. Tutkimuksessa seurattiin Yhdysvaltain kansallista naisten jalkapalloliigaa (NWSL, National Women's Soccer League, USA, korkein sarjataso) kahden kauden aikana käyttäen GPS-teknologiaa. Toisessa, tämän hetken tiedon mukaan toistaiseksi laajimmassa, naisten jalkapalloa koskevassa tutkimuksessa Scott ym. (2020a) analysoivat 220 pelaajaa ja tekivät 3268 yksilöllistä otteluhavaintoa. Tutkimuksessa verrattiin NWSL:n maajoukkueetason pelaajia (pelaaja kuului jonkin maan maajoukkueeseen) ja kansallisen tason (ts. muut/loput) pelaajia. Kansallisen tasonpelaajat juoksivat hieman enemmän (10092 ± 420 m vrt. 10046 ± 456 m) ottelua kohden, kun taas kansainvälisen tason pelaajat hieman, mutta eivät taas merkittävästi, enemmän nopean juoksun (2412 ± 288 m vs. 2406 ± 262 m), erittäin nopean juoksun (507 ± 123 m vs. 452 ± 108 m) ja sprintti (160 ± 66 m vs. 118 ± 54 m) alueilla (Scott ym. 2020a).

Määrällisesti pelaajat suorittavat keskimäärin 40 erittäin nopeavauhtista juoksua (>19 km/h) ja 11 sprinttiä (>22.5 km/h) ottelua kohden (Bradley & Scott 2020) ja kovavauhtisella juoksulla (12–19 km/h) tai sprinteillä (>19 km/h) juostusta matkasta suurin osa on alle 10 metrin matkoja ja maksimissaan noin 30 metrisiä (Mara ym. 2017a; Mara ym. 2017b). Näistä noin 79 % kovavauhtisen juoksun ja 35 % sprinttien suorituksista lasketaan toistuviksi suorituksiksi (Mara ym. 2017b). Toistuvan suorituksen (engl. repeated effort) on määritelty olevan kaksi tai useampaa suoritusta alle 20 sekunnin välein toisistaan ja useimmiten nämä toistuvat suoritukset käsittävät kaksi suoritusta (Datson ym. 2019; Mara ym. 2017b). Liikkumiseen ja juoksemiseen vaikuttavat kuitenkin monet eri tekijät. Korkeaintensiteettisen juoksun (>16.1 km/h) on osoitettu vaihtelevan kuitenkin huomattavasti ottelusta toiseen eri pelipaikoilla, jopa 33 % vaihtelevuus, mutta suurin vaihtelevuus on sprinttien (>20.1 km/h) määrässä, jopa 53 % otteluiden välillä pelipaikoittain (Trewin ym. 2018). Lisäksi aiemmissa tutkimuksissa on havaittu, että naisjalkapalloilijoiden suorittama korkeaintensiteettisen juoksun määrä liittyy kilpailutasoon (Krustrup ym. 2005; Mohr ym. 2008). Nämä ja muita ottelun aikaiseen liikkumiseen vaikuttavat tekijöitä käydään tarkemmin läpi myöhemmin tutkielmassa.

3.2.3 Kiihdytykset, jarrutukset ja intensiteetti

Suurin osa juoksusta kohtalaisen intensiteetin, korkean intensiteetin juoksun ja sprinttien nopeusalueilla on alle 10 metrin matkoja (Datson ym. 2017; Mara ym. 2017a), mikä korostaa kiihdytysten ja jarrutusten merkitystä kovavauhtisessa juoksussa ja sprinteissä sekä kokonaisliikkumisessa jalkapallo-ottelussa. Kiihdytykset ja jarrutukset asettavat myös kovemmat fyysiset vaatimuksensa pelaajia kohtaa, kiihdytysten ja jarrutusten metabolinen kulutus on korkeampaa verrattuna tasaiseen juoksuvauhtiin (Osgnach ym. 2010). Tämän lisäksi on havaittu, että mekaaninen kuormitus per liikuttu metri on 28 % korkeampaa kiihdyttäessä ja 65 % jarruttaessa verrattuna muihin ottelun aktiviteetteihin (Dalen ym. 2016). Dalen ym. (2016) arvioivat, että kiihdytysten osuus kokonaiskuormituksesta on 7–10 % ja jarrutusten 5–7 %. Yhdessä nämä muodostavat siis 12–17 % pelaajien kokonaiskuormituksesta. Tämän vuoksi fyysisissä vaatimuksissa tulisi ottaa huomioon myös kiihdytysten ja jarrutusten määrä, matka ja tehty työ (mikäli vain mahdollista), yhdessä eri nopeusalueilla juostun matkan kanssa (Dalen ym. 2016).

Kiihdytysten ja jarrutusten tärkeystä suoritukseen ja kuormituksen hallintaan huolimatta, vain vähän tutkimusta on tehty tarkemmin näiden parametrien osalta naisten jalkapallossa. Kansainvälisen tason otteluiden aikana pelaajien on osoitettu suorittavan noin 160 kiihdytystä (Meylan ym. 2017; Trewin ym. 2018), kun taas toisen tutkimuksen mukaan samalla tasolla pelaajat tekivät yli 200 ($>1 \text{ m/s}^2$) kiihdytystä ja 170 ($<-1 \text{ m/s}^2$) jarrutusta ottelun aikana (Ramos ym. 2019). Kolmannen tutkimuksen mukaan kansallisella tasolla päädyttiin tulokseen, että pelaajat suorittivat yli 420 kiihdytystä ($>2 \text{ m/s}^2$) ja 430 jarrutusta ($<-2 \text{ m/s}^2$) per ottelu (Mara ym. 2017a). Hieman yllättäen esitetyt kiihdytys ja jarrutus määrät vaihtelevat huomattavasti tutkimusten välillä, vaikka tutkimuksissa on ollut kyse saman tason kilpailuista (Mara ym. 2017a; Meylan ym. 2017; Ramos ym. 2019, Trewin ym. 2018). Kuten mainittu, suuret erot tutkimusten välillä voivat johtua datan keräysmenetelmistä ja käytetystä teknologiasta. Kynnys yhdelle kiihdytykselle määriteltiin käyttäen eri raja-arvoja jokaisessa neljässä tutkimuksessa, kun taas jarrutuskyynykset määriteltiin kahdella eri raja-arvolla kahdessa tutkimuksessa. Epäyhtenäiset määritelmät, joita käytetään kuvaamaan kiihtyvyyksiä ja jarrutuksia ottelun aikana, rajoittavat suorien vertailujen tekemistä esitetyissä tutkimuksissa (Griffin ym. 2020). Mara ym. (2017) käytettiin optista pelaajaseurantajärjestelmää, kun muut tutkimukset käyttivät GPS-pohjaista järjestelmää (Meylan ym. 2017; Ramos ym. 2019; Trewin ym. 2018). Tarkasteltaessa naisjalkapalloilijoiden todellista kiihdytysten ja jarrutusten määrää otteluissa, tarvitaan enemmän tutkimuksia ja suurempia otoskokoja sekä yhtenäisempiä raja-arvoja yhdelle kiihdytykselle ja jarrutukselle. Miesten jalkapallossa kiihdytysten ja jarrutusten raja-arvoina viimeaikaisissa tutkimuksissa on pidetty kiihdytyksissä yli 2 m/s^2 ja jarrutuksissa alle -2 m/s^2 ja näillä raja-arvoilla kiihdytysten ja jarrutusten yhteismääräksi on saatu 165 (81 kiihdytystä vs. 84 jarrutusta) (Vigh-Larsen ym. 2018), mikä on samassa linjassa toisen tutkimuksen kanssa, jossa kiihdytysten lukumääräksi saatiin 91 (Ingebrigtsen ym. 2015). Toisaalta Dalen ym. (2016) saivat alemmat lukemat 76 kiihdytystä ja 54 jarrutusta ottelua kohden.

Yleisesti hyväksytty näkemys on, että korkeat liikutun kokonaismatkan määrät johtavat korkeaan metaboliseen kuormitukseen jalkapallopelaajalle. Silti on myös selvää, että mitä enemmän kiihdytyksiä ja jarrutuksia lyhyiden aikajaksojen aikana suoritetaan, sitä enemmän jalkapalloilijat tuntevat korkeaa mekaanista kuormitusta ottelun aikana. (Dalen ym. 2016; Osgnach ym. 2010; Vanrenterghem ym. 2017.) Lisäksi pelaajien pitää pystyä suorittamaan

toistuvia, räjähtäviä ja voimakkaita liikkeitä menestyäkseen/suoriutuakseen kentällä vastustajaa paremmin (Griffin ym. 2020). Maran ym. (2017a) mukaan kiihdytyksissä ($>2 \text{ m/s}^2$) liikuttu matka on keskimäärin 4,3 metriä, kun taas jarrutuksissa ($<-2 \text{ m/s}^2$) matka on 4 metriä (Mara ym. 2017a), mikä osoittaa, että kiihdytykset ja jarrutukset suoritetaan lyhyinä intensiivisinä suorituksina. Suurin osa kiihdytyksistä tapahtuu matalasta lähtönopeudesta ($<12 \text{ km/h}$), kun taas jarrutusten on osoitettu tapahtuvan vaihtelevammin matalan ja nopean juoksunopeuden (Mara ym. 2017a). Tämä alkunopeus ennen kiihdytystä tai jarrutusta on tärkeä, sillä se vaikuttaa nopeuden muutoksen suuruuteen. Kun otetaan huomioon rajalliset kiihdytys- ja jarrutusmatkat, jalkapalloilijoiden täytyy käyttää paljon voimia joka askeleella saadakseen edun vastustajaan nähden. Erityisesti tämä korostuu tietyissä suorituksissa, kuten pelaajien yrittäessä päästä palloon ensimmäisenä tai heidän yrittäessä estää vastustajan liikettä esimerkiksi palloa suojatakseen. Tulevaisuudessa onkin otettava entistä paremmin huomioon, että otteluissa pelaajat suorittavat paljon kiihdytyksiä ja jarrutuksia, joita korkean intensiteetin juoksukynnykset eivät täysin huomioi (Harper ym. 2021). Siten ne eivät heijasta yksilön anaerobisen nopeusvarannon suhteellista osuutta, eivätkä myöskään ota huomioon yksittäisen pelaajan liikkeitä tai taktisia ja teknisiä vaatimuksia, jotka ovat tärkeitä pelipaikkakohtaisen harjoittelun kannalta (Harper ym. 2021).

3.3 Sisäinen kuormitus

Sisäistä kuormitusta mitataan usein käyttämällä fysiologisia ja/tai havainnollistavia menetelmiä, kuten sykkeen seuranta. Useimmat sisäistä kuormitusta mittaavat tutkimukset naisten jalkapallossa ovat käyttäneet sykkeenseuranta (Griffin ym. 2020). Puettavan teknologian laitteet, kuten sykevyöt, mahdollistavat pelaajien sykkeen seuraamisen otteluiden ja harjoitusten aikana (Datson ym. 2014). Sykkeenseurantatekniikan avulla voidaan mitata sisäistä kuormitusta joukkueurheilussa, erityisesti kun harjoitusten ja otteluiden suoritukset tapahtuvat yleensä ajoittain jaksoissa. Ohlssonin ym. (2015) mukaan tämä voi olla hyödyllinen työkalu harjoittelu- ja jaksotusstrategioiden hallitsemiseen, kun tavoitteena on pitää pelaajat hyvin valmistautuneina sekä harjoitteluun että peleihin koko kauden ajan. Sisäisen kuormituksen seurannan avulla voidaan arvioida kuinka paljon urheilijat voivat harjoitella suurilla intensiteeteillä ylläpitääkseen hyödyllisiä peliominaisuuksia, välttämällä ylikuormitusta ja loukkaantumisia, ja samalla parantaa kestävyyttä siten, että pelaajat jaksavat koko ottelun 90

minuuttia esimerkiksi 75 minuutin sijaan. Lisäksi voidaan saada elintärkeää tietoa, jotta vältetään sydän- ja verisuonijärjestelmän ylikuormitusta tai alistimulaatiota pelien ja harjoittelun aikana. Pelaajien kokeman sisäisen kuormituksen mittaaminen, yhdessä ulkoisten vaatimusten kanssa, voi siis antaa tarkemman kuvauksen jalkapalloilijoille asetetuista fyysisistä vaatimuksista. (Ohlsson ym. 2015.)

Sykemittausta käytetään usein epäsuorasti intensiteetin ja sisäisen kuormituksen mittaamiseen harjoitusten tai ottelun aikana (Datson ym. 2014). Sisäinen kuormitus koetaan pelaajan reaktiona ulkoiseen fyysiseen ärsykkeeseen (Scott ym. 2013; Ohlsson ym. 2015). Menetelmä, jota yleisesti käytetään sisäisen ottelukuormituksen määrittämiseen, on kuvata eri syke/intensiteettialueilla vietetty aika prosentteina suhteessa maksimisykkeeseen (HR_{max}) (Bendiksen ym. 2013; Ohlsson ym. 2015). Usein eri sykealueilla vietetty aika on jaettu eri sykealueisiin, esimerkiksi alle 60 %, 60–75 %, 75–85 %, 85–90 %, 90–95 % ja yli 95 % maksimisykkeestä (Bangsbo 1994). Lisäksi useissa tutkimuksissa ottelun tai harjoituksen intensiteettiä on kuvailtu korkeaintensiteettiseksi, mikäli syke on ollut yli 90 % maksimisykkeestä, kuten Castagna ym. (2011) ovat määrittäneet.

Naisjalkapalloilijoiden keskisykkeen on ilmoitettu olevan ottelujen aikana 84–89 % ja korkeimmillaan 98–100 % HR_{max} (Andersson ym. 2010; Krstrup ym. 2010; Ohlsson ym. 2015). Tämä on osoitus siitä, että naispuoliset pelaajat kokevat suurta aerobista kuormitusta koko ottelun ajan, käyden välillä lähellä maksimisykearvoja (Krstrup ym. 2005). Ensimmäisen ja toisen puoliskon välillä on myös todistetusti merkitseviä eroja syke arvoissa (Ohlsson ym. 2015). Mitatut huippu- ja keskisykearvot näyttävät olevan merkittävästi korkeampia ensimmäisellä puoliskolla kuin toisella (Ohlsson ym. 2015; Rampinini ym. 2008). Tarkempi tarkastelu osoittaa, että intensiteettivyöhykkeellä yli 95 % maksimisykkeestä vietetty aika vähenee merkittävästi toisella puoliajalla (Ohlsson ym. 2015).

Pelipaikkakohtaisesti tarkasteltuna sykelukemat eivät juuri vaihtelee kansallisella tasolla tarkasteltuna, vaan sekä puolustajille, keskikenttäpelaajille että hyökkääjille mitattiin samoja lukemia 86–88 % maksimisykkeestä (Krstrup ym. 2005). Hieman alhaisempia lukemia on saatu kansainvälisessä harjoitusottelussa, keskisykkeen ollessa 82 % sykehuipusta (Andersson

ym. 2010). Ottelun aikana saavutettujen huippusykearvojen on osoitettu olevan samanlaisia kansainvälisissä ja kansallisissa peleissä (97 % HR_{max}) huolimatta siitä, että pelaajien työmäärä on ollut korkeampaa, kun mittarina on käytetty kovavauhtista juoksun määrää ottelussa (Vescovi 2012). Yhdessä tutkimuksessa kansallisen tason pelaajien keskisykkeen on raportoitu olevan alhaisempi kuin huipputason pelaajien (Strauss ym. 2019). Kun tulokset on ilmaistu prosentteina eri syke vyöhykkeillä vietetystä ajasta ottelussa suhteessa maksimisykkeeseen, pelaajat viettivät suurimman osan ajasta sykealueilla 60–75 ja 75–85 % (maksimisykkeestä), kun taas huippupelaajat viettivät samoilla sykealueilla 23 % ottelusta (Strauss ym. 2019; Ohlsson ym. 2015). Huipputasolla pelaajat viettävät jopa 32 % ajastaan 90–95 % sykealueella (Ohlsson ym. 2015), kun taas kansallisen tason sarjan pelaajat Strauss ym. (2019) tutkimuksessa saavuttivat 10 % lukemat. Tämän perusteella eri tasojen välillä on eroja sykealueilla vietetyn ajan suhteen otteluissa.

Sykkeen arviointia ja ennalta vakiintuneen sykkeen ja maksimaalisen hapenottokyvyn (VO₂max) suhdetta käytetään usein arvioitaessa aerobisen kapasiteetin vaikutuksesta otteluihin. Lyhyiden intensiivisempien suoritusten, kuten korkean intensiteetin juoksut, taklaukset tai voimakkaat kiihdytykset ja jarrutukset, seurauksena keskimääräinen syke on noin 85 % maksimisykkeestä, mikä vastaa noin 75 % maksimaalisesta hapenottokyvystä (Vigh-Larsen ym. 2018; Bradley ym. 2009; Mohr ym. 2003). Korkeimmillaan ottelun huippuarvot voivat kohota 96 % maksimaalisesta hapenottokyvystä (Krustrup ym. 2005). Nämä sykkeen ja hapenottokyvyn arvot viittaavat siihen, että aerobista energiajärjestelmää verotetaan voimakkaasti naisten jalkapallo-otteluissa, joissa esiintyy lähes maksimaalista raskautta (Krustrup ym. 2005). Aerobinen järjestelmä on ensisijainen energian lähde ottelussa, kun taas samalla anaerobinen järjestelmä on erittäin aktiivinen intensiivisinä aikoina, mikä näkyy veren laktaatti- ja kreatiinfosfaattitasojen mittauksina (Bangsbo ym. 2007).

3.4 Fyysiseen suorituskyykyyn vaikuttavat tekijät

Ennen kaikkea ottelukuormitus ja pelaajien fyysinen suorituskyyky vaihtelee pelipaikan, tason ja pelin vaiheen välillä naisilla (Datson ym. 2014). Muun muassa korkean intensiteetin juoksu ja sprintti määrät erottavat korkean ja matalan tason pelaajat ja näiden määrät vaihtelevat eri

jaksojen välillä koko ottelun ajan (Datson ym. 2017; Trewin ym. 2018; Mohr ym. 2003). Griffin ym. (2020) mukaan, kun tutkitaan naispelaajien suorituskykyä, pelipaikkakohtaisen tutkimuksen tärkeys korostuu. Pelipaikkakohtaiset vaatimukset riippuvat vahvasti niiden teknisistä ja taktisista rooleista kentällä. Yksittäisen pelaajan liikkeet voivat vaihdella pelistä toiseen ja yleensä ovat riippuvaisia pelipaikasta, iästä, kilpailun tasosta, vastustajasta, ottelun tuloksellisesta tilanteesta ja ottelun vaiheesta. Muita olennaisesti vaikuttavia tekijöitä ovat motivaatio ja väsymys. (Griffin ym. 2020.)

3.4.1 Pelipaikka

Yksi yhtenäisemmistä näkemyksistä naisten jalkapallotieteen alueella on pelipaikkakohtaiset erot fyysisissä ominaisuuksissa ja suorituskyvyssä (Scott & Bradley 2020). Jo aikaisemmissa on tutkimuksissa havaittu, että puolustajiin nähden keskikenttäpelaajat ja hyökkääjät liikkuvat suurempia kokonaismatkamääriä ja heillä on osoitettu olevan korkeammat työmäärät (Andersson ym. 2010; Hewitt ym. 2014). Keskikenttäpelaajien korkeammat kokonaisjuoksumäärät puolustajiin verrattuna on seurausta heidän suorittaessa enemmän kovavauhtista juoksua (12–19 km/h) ja sprinttejä (>19 km/h) (Hewitt ym. 2014). Huomioitavaa on, että puolustajat tai keskikenttäpelaajat keskenään eivät ole kuitenkaan homogeenisiä. Liikutun matkan määrissä on havaittu eroavaisuuksia sekä keskuspuolustajien ja laitapuolustajien välillä, että keskikentän keskustan ja laitapelaajien välillä (Datson ym. 2017). Isot vaihtelut puolustuksen ja keskikentän keskustan ja laitapelaajien välillä kertovat, että pelipaikkakohtaiset ryhmittelyt tulee kategorisoida perustuen pelaajien sijaintiin ja rooliin kentän keskustassa tai laidemmalla (Datson ym. 2017). Aikaisemmassa kirjallisuudessa kenttäpelaajien pelipaikat on jaoteltu tyypillisesti viiteen eri kategoriaan: keskuspuolustajat, laitapuolustajat, keskikentän keskuspelaajat, laitakeskikentät ja hyökkääjät (Di Salvo ym. 2007). Tätäkin tarkemmin pelipaikkoja voitaisiin erotella, esimerkiksi hyökkääjien ja laitahyökkääjien kesken ja keskikentän pelaajia, sekä laidalla että keskellä, heidän roolinsa mukaan puolustavina tai hyökkäävinä.

Riippumatta käytetystä teknologiasta, keskuspuolustajien on osoitettu juoksevan vähemmän kohtalaisella ja korkeaintensiteettisellä juoksuvauhdilla (mm. FIFA 2016; Scott & Bradley

2020; Nakamura ym. 2017), heillä on alhaisempi liikutun kokonaismatkan lukema, (mm. DeWitt ym. 2018; Scott & Bradley 2020) ja he suorittavat vähiten toistuvia korkeaintensiteettisiä jaksoja sekä juoksumatkaltaan, että kestoltaan verrattuna muihin pelipaikkoihin (Datson ym. 2017). GPS-teknologiaa hyödyntävissä tutkimuksissa huipputason keskuspuolustajat ovat liikkuneet ottelun aikana keskimäärin noin 9,4 km (Scott ym. 2020) – 10,0 km (Ramos ym. 2019). Vuoden 2019 MM-kisojen fyysisen aktiivisuuden raportin mukaan keskuspuolustajien liikkuma kokonaismatka ottelua kohden oli noin 9,6 km (Bradley & Scott 2020). Nämä lukemat ovat hyvin samassa linjassa aikaisemman kirjallisuuden kanssa (Griffin ym. 2020). Absoluuttisia lukemia juostun sprinttimatkan ja korkeaintensiteettisen juoksun osalta on vaikea antaa eri tutkimusmenetelmistä ja käytetyistä nopeusalueista johtuen, mutta Scott ym. (2020) mukaan NWSL:ssa keskuspuolustajien kohtalaisen intensiteetin matka oli keskimäärin 1969 m, korkean intensiteetin matka 350 m ja sprinttien 98 m.

Keskuspuolustajien liikkussa selvästi vähiten ottelun aikana, keskikentän keskustan ja laidan pelaajat liikkuvat puolestaan korkeimmat kokonaismetrimäärät, laitapuolustajien ja hyökkääjien sijoituessa edellä mainittujen välimaastoon (FIFA 16; Bradley & Scott 2020; Scott ym. 2020; Griffin ym. 2020). Useiden tutkimusten mukaan keskikentän keskustan pelaajat liikkuvat eniten kaikista pelipaikoista (Mara ym. 2017a; FIFA 2016; Scott & Bradley 2020; Bradley ym. 2014; Datson ym. 2017), jopa yli 11 kilometriä (Bradley ym. 2014). GPS:llä mitattuna NWSL:ssa keskikentän laitapelaajat ovat liikkuneet noin 10,35 km (Scott ym. 2020). Saman tutkimuksen mukaan keskikentän keskustassa on pientä vaihtelevuutta sen mukaan, onko pelaajan rooli hyökkäävä vai puolustava keskikenttä, hyökkäävien ollessa aktiivisempia (10,63 km vs. 10,24 km). Toisaalta rooliltaan erilaisten hyökkääjien ja laitapuolustajien on osoitettu kokonaismatkan osalta liikkuvan ottelua kohden melko samoja lukemia keskenään (FIFA 2016; Bradley & Scott 2020; Mara ym. 2017a; Datson ym. 2017; Griffin ym. 2020), mistä osoituksena viimeisimmissä MM-kisoissa näiden kokonaismatka oli keskiarvoltaan lähes metrilleen sama (hyökkääjät 10 267 m vs. laitapuolustajat 10 279 m) (Bradley & Scott 2020).

Keskikentän keskustan pelaajien on havaittu juoksevan sprinttejä yhtä aktiivisesti (tai yhtä vähän) kuin keskuspuolustajien. Tähän on mahdollisesti syynä se, että keskustassa pelaajilla on vähemmän tilaa ja enemmän tungosta verrattuna laitapelaajiin (DeWitt ym. 2018; FIFA 16; Bradley & Scott 2020) Keskustan keskikenttäpelaajat juoksevat kuitenkin eniten kohtalaisen

intensiteetin ja lähes samoja määriä korkean intensiteetin juoksua kuin laitapuolustajat, laitakeskikentät ja hyökkääjät (Bradley & Scott 2020; FIFA 2016) ja puolestaan enemmän korkean intensiteetin juoksua kuin keskuspuolustajat (DeWitt ym. 2018). Vuoden 2019 kisoissa keskikenttäpelaajien nopeusalueilla 3, 4 ja 5 liikkumat lukemat olivat 2488 m (2015: 2294 m), 460 m (2015: 382 m) ja 111 m (2015: 93 m) (Bradley & Scott 2020). Samoissa kisoissa laitapuolustajat, laitakeskikenttäpelaajat ja hyökkääjät juoksivat suhteellisen samoja määriä ottelua kohden nopeusalueella 3 (13–19 km/h) koko turnauksen ajan, kuten myös jo aiemmissa vuoden 2015 MM-kisoissa. Näiden kolmen pelipaikan pelaajien juoksemat matkat nopeusalueella 4 (19–23 km/h) olivat puolestaan korkeammat kuin keskuspuolustajien ja keskikenttäpelaajien vastaavat myös molemmissa kisoissa. Sekä Ranskassa, että Kanadassa pelatuissa kisoissa sprinttialueella liikuttu matka oli puolestaan merkittävästi korkeampi laitapuolustajilla, laitakeskikentillä ja hyökkääjillä kuin keskuspuolustajilla ja keskikentän pelaajilla. (Bradley & Scott 2020.)

TAULUKKO 1 Liikuttu kokonaismatka, matka nopeusalueella 3, 4 ja 5 NWSL:ssä (Scott ym. 2020) ja MM 19 turnauksessa (Bradley & Scott 2020).

Pelipaikka		Kokonaismatka (m)	HSR (m)	VHSR (m)	SPR (m)	HIR (m)
KP	KV	9398	1969	350	98	448
	Kans.	9408	1936	382	96	478
	MM 19	9586	1676	349	123	472
LP	KV	9892	2520	589	192	781
	Kans.	10076	2430	512	154	666
	MM 19	10279	2059	501	204	705
KK h/p	KV	10644 / 10228	2749 / 2264	487 / 384	129 / 82	617 / 466
	Kans.	10244 / 10619	2648 / 2345	375 / 316	59 / 59	334 / 374
	MM 19	10861	2488	460	111	571
LK	KV	10375	2659	666	248	912
	Kans.	10338	2651	541	152	693
	MM 19	10573	2195	591	255	846
H	KV	9738	2312	564	209	775
	Kans.	9867	2423	585	187	872
	MM 19	10267	2013	530	220	750
MV	KV	4743	222	17	3	20
	Kans.	4445	181	11	1	12
	MM 19	5028	209	24	6	30

KP=keskuspuolustaja, LP=laitapuolustaja, KK=keskikenttä, LK=laitakeskikenttä, H=hyökkääjä, MV=maalivahti. KV=kansainvälisen tason, Kans.=kansallisen tason pelaajat ja MM19=Ranskan vuoden 2019 maailmanmestaruusturnauksen pelaajat. HSR=matka nopeusalueella 3, VSHR=matka nopeusalueella 4, SPR=matka nopeusalueella 5 ja HIR=matka korkeaintensiteettisellä juoksulla.

Taulukossa 1 esitetään viimeisimpien naisten huipputaso tutkimuksissa havaittuja liikemääriä kokonaismatkan, matka nopeusalueella 3 (HSR), matka nopeusalueella 4 (VSHR), matka nopeusalueella 5 (SPR) ja matka korkeaintensiteettisellä juoksulla (HIR) eli yhdistetyt alueet 4 ja 5. Näiden vertailua ei voida tehdä aivan yksi yhteen, sillä Scott ym. (2020) keräsivät tietonsa koko kauden ajalta GPS:llä, kun taas Bradley ja Scott (2020) käyttivät optista kamerajärjestelmää liiketietojen keräämiseen. Lisäksi tutkimuksissa käytetyt nopeusalueiden kynnykset eroavat toisistaan hienoisesti (esim. alue 3 alaraja 12.5 km/h vs. 13 km/h ja yläraja 18.5 km/h vs. 19 km/h). Lisäksi Scott ym. (2020) olivat jakaneet puolustavat (p) ja hyökkäävät (h) KK:t vielä omiksi pelaajaryhmikseen ja nämä esitetään järjestyksessä h/p ja toisekseen he olivat jakaneet kansainvälisen tason (KV) ja kansallisen tason (Kans.) pelaajat omiksi ryhmikseen joka pelipaikalle. Kansainvälisen tason pelaajiksi lasketaan tässä taulukossa sekä KV, että MM 19 pelaajat.

Datson ym. (2017) tutkimuksessa sekä keskikentän keskustan, että laidan pelaajilla on havaittu lyhyemmät palautusajat (<20 sekuntia) korkean intensiteetin aktiviteettien välillä, kun taas keskuspuolustajilla pidempi palautusaika (>60 sekuntia) on yleisempää. Sijainniltaan keskikentän keskustan rooli vaatii pelaajalta tukea sekä hyökkäys, että puolustussuuntaan, mikä rajoittaa palautumisaikaa korkean intensiteetin jaksojen väleissä (Datson ym. 2017). Laitapelaajat tekevät enemmän pidempiä, yli 15 metrin sprinttejä verrattuna kaikkiin muihin pelipaikkoihin (Datson ym. 2017; FIFA 2016; Bradley & Scott 2020). Lisäksi hyökkääjät tekevät enemmän kovavauhtisia juoksuja (18–23 km/h) ja sprinttejä (>23 km/h) kuin muiden pelipaikkojen pelaajat (DeWitt ym. 2018), ja enemmän toistuvia korkeaintensiteettisiä suoritteita kuin puolustavat pelaajat (Datson ym. 2016).

Vaikka pelipaikkakohtaisesti on monia eroavaisuuksia fyysisten vaatimusten suhteen, kiihdytysten ja jarrutusten kokonaismäärissä pelipaikkakohtaista eroavaisuutta ei ole havaittu (Mara ym. 2017a; Ramos ym. 2019). Tähän mennessä havaitut eroavaisuudet

pelipaikkakohtaisissa vaatimuksissa kiihdytysten ja jarrutusten suhteen ovat olleet enemmän alku- ja loppunopeuksissa sekä suoritusten maksimi etäisyydessä (Mara ym. 2017a). Laiturit ja hyökkääjät suorittavat enemmän kiihdytyksiä alkunopeuden ollessa 13–19 km/h ja loppunopeuden ollessa 13 km/h tai enemmän, kun verrataan keskuspuolustajiin (Mara ym. 2017a). Kiihdytysmatkan on raportoitu olevan pisimmillään keskuspuolustajille 6,6 metriä ja laitapuolustajille 8,4 metriä (Mara ym. 2017a). Jarrutuksissa puolestaan vaatimukset ovat samanlaisia sekä keskuspuolustajille, että keskikenttäpelaajille, pisimmillään jarrutuksen ollessa 7,5 metriä, mikä on lyhyempi verrattuna hyökkääjiin, joiden jarrutusmatkan on todettu olevan 10,5 metriä (Mara ym. 2017a). Keskuspuolustajien ja keskikenttäpelaajien lyhyemmät jarrutusmatkat voivat johtua näiden pelipaikkojen rajatumasta pelitilasta, mikä rajoittaa heidän saavuttamia huippunopeuksia ennen jarrutusta (Griffin ym. 2020).

3.4.2 Taso

Tämänhetkisen tutkimustiedon perusteella pelaajien liikuttu kokonaismatka on pelaajien tasosta riippumaton. On kuitenkin havaittu, että kun seurataan eri nopeusalueilla juostuja matkoja eri tasojen välillä, on eroavaisuuksia erityisesti korkeaintensiteettisen juoksun ja sprintti matkan määrässä. Jotkin ensimmäisistä naisten jalkapallon tutkimuksista ovat osoittaneet, että ylemmillä tasoilla pelaavat pelaajat (esim. kansainvälinen taso vs. kansallinen taso) juoksevat enemmän korkeammilla nopeusalueilla (13–28 % enemmän) ja sprinteissä (14–24 %) (Andersson ym. 2010; Mohr ym. 2008), mikä viittaa jaksoittaisen suorituskyvyn tärkeyteen fyysisessä kestävyudessa. Tätä olettamusta tukee myös Manson ym. (2014) tutkimuksen tulokset, joissa kansainvälisten otteluiden avauskokoonpanon pelaajat osoittivat selvästi korkeampia fyysisiä ominaisuuksia (nopeus, kestävyys, alaraajojen voima) kuin pelaajat, jotka eivät aloittaneet otteluissa tai jotka edustivat maidensa U17 tai U20 joukkueita. Gabbett ym. (2013) saivat samanlaisia havaintoja myös toistuvia sprinttejä tarkasteltaessa ottelua kohden, kansainvälisen ja kansallisen tason pelaajien suorittaessa samoja määriä näitä suorituksia, mutta kansainvälisen tason pelaajat juoksivat kestoiltaan pidempiä ja palautusajalta lyhyempiä suorituksia toistuvien sprinttien välillä.

Silti eroavaisuuksia kansallisten ja kansainvälisten pelien välillä ei ole tutkittu vielä kovin kattavasti, vain muutama tutkimus on tutkinut suoraan pelitasojen eroa. Vaikka aiemmin mainitut tutkimukset ovat olleet tuolloin urauurtavia, kirjallisuudessa on sittemmin tunnistettu sekä pelipaikkojen erilaisten roolien vaikutus (Datson ym. 2017) että otteluiden välisen ja sisäisen suorituskyvyn vaihtelevuus ottelusta toiseen (Trewin ym. 2018), mitä ei ole otettu huomioon varhaisemmissa tutkimuksissa tasojen välisissä eroissa. Myös osaltaan jo mainitut naisten jalkapallon ammattimaisuuden nousu ja teknologinen kehitys, ovat tuottaneet täsmällisempää tietoa otteluiden fyysisistä vaatimuksista kansainvälisen tason pelaajilla (mm. Datson ym. 2017; Park ym. 2019; Trewin ym. 2018), silti fyysisiä vaatimuksia kansallisella tasolla ja eritasoisten naispelaajien välillä on tutkittu hyvin rajoitetusti.

Scott ym. (2020) pyrkivät osaltaan tätä vajetta kuroma tutkimuksellaan, jonka tavoitteena oli verrata NWSL:ssa esiintyvien kansainvälisten ja kotimaisten ammattilaispelaajien fyysisiä ominaisuuksia ja otteluiden suorituskykyä. Heidän keskeiset havaintonsa eroavat aikaisempien naisten jalkapallon tutkimusten (Andersson ym. 2010; Manson ym. 2014; Mohr ym. 2008) kanssa, ja tutkimuksen tulosten mukaan kansainvälisten ja kansallisen tason pelaajien välillä on hyvin vähän eroja fyysisissä ominaisuuksissa tai fyysisissä vaatimuksissa otteluissa. Useat eri tekijät voivat selittää tuoreimpia havaintoja, kuten naisten pelin nopea kehitys ja ammattimaisuus ja ennen kaikkea kriteerit, joita käytetään suoritustasojen erottamiseen. Scott ym. (2020) tutkimus viittaa siihen, että naisten huipputasonjalkapallossa fyysisissä ominaisuuksissa ei yleisesti ole eroa suoritustasojen välillä. Tutkimuksen havainnot korostavat eri vivahteita ja monimutkaisuutta, kun arvioidaan fyysisten ominaisuuksien roolia huipputasolla, erityisesti kun otetaan huomioon pelityylien ja pelipaikkojen ja roolien monimuotoisuus ja kehitys nykyaikaisessa naisten pelissä. Se, että suorituskykystandardien välillä havaittiin vain vähän fyysisiä eroja, ei heikennä fyysisten ominaisuuksien roolia jalkapallon suorituksessa. Pikemminkin liikuntatieteen ja lääketieteen voimavarojen kasvu on todennäköisesti kaventanut naisten suorituskykyä koskevaa kuilua eri tasojen välillä viime vuosina. (Scott ym. 2020.)

Hewitt ym. (2014) ovat havainneet fyysisen suorituskyvyn olevan korkeimmillaan samantasoisia vastustajia vastaan pelatuissa otteluissa, koska tällöin joukkueet kokevat mahdollisuudet voittoon suuremmiksi (kuin korkeammin rankattua joukkuetta vastaan) ja

antavat näin enemmän itsestään. Trewin ym. (2018) tulosten mukaan, maltillista kasvua havaittiin kovavauhtisessa juoksussa ja pientä kasvua kiihdytyksissä, kun joukkue pelaa alemmin rankattua joukkuetta vastaan (vrt. korkeammin rankattuja vastaan). Samoin, kun joukkue pelaa korkeammin rankattuja joukkueita vastaan (vrt. alemmin rankattuihin), maltillista kasvua havaittiin matalilla nopeusalueilla. Tutkijoiden mukaan alemman tason joukkueet saattavat pyrkiä laskemaan tempo ottelussa korkeammin rankattuja joukkueita vastaan pystyäkseen puolustamaan enemmän halutussa muodostelmassa (Hewitt ym. 2014). Hienoinen kiihdytysmäärien kasvu korkeammin sijoitettuja joukkueita vastaan puolestaan saattaa kertoa prässäämisen merkityksestä ja halusta laittaa vastustaja ahtaalle ja täten voittaa pallo takaisin omalle joukkueelle.

3.4.2.1 Ikä

Aikuisten ja nuorten pelaajien välillä ikä vaikuttaa pelaajien vaatimuksiin ja sitä myöten tasoon. Tutkimukset eri ikäryhmien välillä kansainvälisissä peleissä korostavat muutoksia pelaajien kypsymisessä ja kehityksessä, jotta nuoremmat pelaajat aikovat kehittyä huipputasoon pelaajiksi. Ramos ym. (2019) vertailivat U17, U20 ja aikuistason huippujalkapalloilijoita ja löysivät progressiivisen kasvun kokonaismatkassa ja korkean intensiteetin suorituksissa, mukaan lukien nopeavauhtisen juoksun, sprinttien, kiihdytysten ($>1 \text{ m/s}^2$) ja jarrutusten ($<1 \text{ m/s}^2$) osalta. Suurimmat eroavaisuudet ikäryhmien välillä havaittiin kokonaisjarrutus määrissä ottelua kohden, joka kasvoi huipputasoon aikuisten ja U20 välillä ja edelleen huipputasoon ja U17 välillä jokaisella pelipaikalla (Ramos ym. 2019). Monet tekijät vaikuttavat tähän ristiriitaisuuteen; kuitenkin yleisesti intensiteetti otteluissa ja pelaajien fyysiset ominaisuudet ovat todennäköisimmät syyt havaituille eroavaisuuksille (Ramos ym. 2019). Vertailu eri ikäryhmien välillä korostaa tarvetta kehittää pelaajien kapasiteettia suorittaa korkean intensiteetin suorituksia (Griffin ym. 2020).

3.4.3 Pelin vaihe

Fyysisen suorituskyvyn muutosta, erityisesti korkeaintensiteettisessä juoksussa, molemman 45 minuutin puoliskon sisällä ja välillä on usein käytetty progressiivisen otteluväsymyksen merkinä (Mohr ym. 2003). Mohr ym. (2003) tulokset osoittavat, että pelaajat kokevat tilapäistä

väsymystä ottelun aikana ja loppua kohti. Naisten huipputasoin jalkapallossa liikuttun kokonaismatkan on havaittu laskevan toisella puoliajalla 5 % verrattuna ensimmäiseen puoliaikaan (Bradley ym. 2014; Hewitt ym. 2014; Mara ym. 2017b). Muutokset kokonaismatkassa voivat johtua huomattavasta laskusta korkeaintensiteettisen juoksun ja sprinttien määrässä toisella puoliajalla (Datson ym. 2017; Mara ym. 2017b; Nakamura ym. 2017), laskusta kiihdytysten ja jarrutusten määrässä ja kovavauhtisten suoritusten välisten keskimääräisen ajan kasvusta toisella jaksolla (Mara ym. 2017a). Kovavauhtisen juoksun (12–19 km/h) ja sprinttien (>19 km/h) kokonaismatkat on havaittu olleen 13 % ja 14 % korkeammat ensimmäisellä puoliajalla verrattuna toiseen puoliaikaan (Mara ym. 2017b). Vertailtaessa kovavauhtisen juoksun (12–19 km/h) ja sprinttien (>19 km/h) suurempia määriä ensimmäisellä jaksolla verrattuna toiseen jaksoon, ensimmäisellä jaksolla saatiin 15 % kovemmat lukemat kovavauhtista juoksua ja 17 % enemmän sprinttejä kuin toisella jaksolla (Mara ym. 2017b). Vescovi (2012) sai samanlaisia tuloksia myös korkeammilla sprintti nopeusalueen raja-arvolla (>25 km/h) missä per sprintin matka oli sama ensimmäisellä ja toisella jaksolla, mutta sprinttien määrä tippui toisella. Datson ym. (2016) tutkimuksessa toistuvat korkean intensiteetin suoritukset näyttivät samanlaisia laskusuuntaisia trendejä, suorituspäämien laskiessa toisella jaksolla. Tarkemmin sanottuna vähemmän suorituksia suoritettiin ja suoritusten väliset ajat kasvoivat ensimmäiseltä toiselle puoliajalle (Datson ym. 2016). Andersson ym. (2010) eivät kuitenkaan havainneet merkittäviä eroavaisuuksia sprinttialueen (>25 km/h) kokonaismatkassa puoliaikojen välillä. Huomattavien erojen puute puoliaikojen välillä voi johtua otoksen laajuudesta (tai sen puutteesta), kun vain 1–3 ottelua per pelaaja analysoitiin.

Jakamalla 90 minuuttia kestävä ottelu 15 minuutin jaksoihin, kahden 45 minuutin puolikkaan sijaan, mahdollistaa liikkumisen heilahtelujen ja ajalliseen tunnistamiseen ottelussa ja väsymyksen vaikutuksen tunnistamiseen ja ymmärtämiseen paremmin (Hewitt ym. 2014). Kun ottelut jaettiin 15 minuutin jaksoihin, kokonaismatka ja matka kohtalaisella (>12 km/h) ja sitä korkeammilla intensiteeteillä olivat suurempia 0–15 minuutin aikana kuin muina aikoina (Hewitt ym. 2014; Mara ym. 2017a). Kiihdytysten ja jarrutusten määrässä oli myös piikit samalla ajanjaksolla. Kuitenkaan juostu sprinttimatka ei muuttunut merkittävästi 15 minuuttisten välillä, toisin kuin ensimmäisen ja toisen puoliskojen välillä (Hewitt ym. 2014; Mara ym. 2017b). Merkittävät laskut kokonaismatkassa ja matkassa kohtalaisella ja korkealla intensiteetillä havaittiin 60–75 minuuttien ja 75–90 minuuttien osalta verrattuna ensimmäiseen

vartin jaksoon (Hewitt ym. 2014.) Viimeisen vartin aikana pelaajat juoksivat keskimäärin 25 % vähemmän korkeaintensiteettistä juoksua verrattuna ensimmäiseen varttiin (Andersson ym. 2010; Hewitt ym. 2014; Ramos ym. 2019), vaikka tutkimuksissa käytettiin eri nopeusalueiden raja-arvoja kovavauhtisen juoksun osalta (>12 km/h (Hewitt ym. 2014); >15 km/h (Ramos ym. 2019); >18 km/h (Andersson ym. 2010)). Jopa 35 % lasku on havaittu ensimmäisen ja viimeisen 15 minuuttisen välillä, kun nopeuden raja-arvona oli 20–25 km/h (Datson ym. 2017), mitä on aiemmin monesti käytetty kuvaamaan sprintti nopeusaluetta (Hewitt ym. 2014; Mara ym. 2017b; Ramos ym. 2019). Liikutun matkan määrien muutosta tarkasteltaessa, joko ottelun puolikkaiden välillä tai 15 minuutin jaksoissa, on selvää, että korkeat metaboliset ja mekaaniset vaatimukset jalkapallo otteluissa aiheuttavat fysiologisia muutoksia, jotka puolestaan vähentävät usein fyysisiä suorituskyvyn kapasiteetteja (Griffin ym. 2020).

Suorituskyvyn tai ainakin liikutun matkan vaihtelevuus ottelun aikana, erityisesti toisella puoliajalla, voi johtua fyysisen väsymyksen lisäksi ”mentaaliseen väsymykseen”. Paul ym. (2015) mukaan mentaalinen väsymys saattaa häiritä prosesseja, jotka rajoittavat fyysistä suorituskykyä, nostamalla koettua väsymystä ja halukkuutta suorittaa korkean intensiteetin aktiviteettia. Yleisen käsityksen mukaan väsymys on monitahoinen prosessi, jota ei selitä yksinään mikään yksittäinen tekijä miksi suorituskyky laskee pelin aikana. On myös tärkeää tunnustaa, että suorituskyvyn laskut otteluissa eivät johdu vain väsymyksestä, vaan myös muista tekijöistä, kuten joukkueiden teknisistä ja taktisista osaamisesta ja tilanteellisten muuttujien muutoksista ottelun loppupuolella. Näitä taktisia muuttujia voivat olla pelaajien hidastelu pallon peliin laittamisessa ja erilaisten pelillisten pysähdysten ja taukojen vuoksi, erityisesti toisella jaksolla. Tehokkaan peliajan osuus on osoitettu olevan merkittävästi suurempi ensimmäisellä puoliajalla kuin toisella puoliajalla miesten jalkapallossa. (Marques-Jimenez ym. 2017; Lago-Penas ym. 2012.) Joukkueet saattavat prässätä jatkuvasti tai pitämällä pallonhallintaa ja pysyä puolustuksellisesti alhaalla, jotta vastustajalla olisi vähemmän tilaa ja aikaa hyökätä (DeWitt ym. 2018; Trewin ym. 2018). Yhtenä käytettynä strategiana on pelaajien mahdollisuus päättää siitä, milloin osallistua peliin ja milloin säästää energiaa seuraaviin tilanteisiin (Marques-Jimenez ym. 2017; Paul ym. 2015).

4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tässä pro gradu -tutkielmassa ensisijaisena tavoitteena on selvittää Kansallisen liigan pelaajien fyysisiä vaatimuksia (mm. liikuttu matka eri nopeusalueilla, kiihdytysten ja jarrutusten määrä sekä intensiteetti ja syke) pelipaikkakohtaisesti otteluissa. Kansallisen liigan pelaajien fyysisiä vaatimuksia, fyysistä suorituskykyä ja/tai ottelukuormitusta ei ole aiemmin tutkittu ollenkaan, saati pelipaikkakohtaisesti. Myös kansainvälisesti naisten jalkapallon fyysiset vaatimukset huomattavasti vähemmän tutkittuja kuin miesten. Tavoitteena oli selvittää, löytyykö Suomen korkeimman sarjatason naisjalkapalloilijoiden ottelukuormituksessa ja tätä kautta fyysisessä suorituskyvyssä eroavaisuuksia pelipaikoittain eri kuormitusmuuttujia seuraamalla otteluissa. Toisena tutkimuskohteena seurattiin, miten kuormitusmuuttujat muuttuivat pelin edetessä tarkastelemalla muuttujia ensimmäisen ja toisen puoliajan välillä ja ottelun aikana 15 minuutin jaksoissa.

Tämän pro gradu -tutkielman tutkimuskysymyksiä olivat:

- 1) Onko Kansallisen liigan pelaajien ottelukuormituksessa eroavaisuuksia pelipaikkakohtaisesti?

Hypoteesi: Ottelukuormitus vaihtelee pelipaikoittain Kansallisessa liigassa.

Perustelut: Pelipaikkakohtaiset erot fyysisissä ominaisuuksissa ja suorituskyvyssä on aikaisempien useiden tutkimusten otannalla havaittu tilastollisesti merkitsevinä. Jalkapallossa ottelukuormituksen ja suorituskyvyn on havaittu vaihtelevan pelipaikan, tason ja pelin vaiheen välillä naisilla (Datson ym. 2014). Eritoten korkean intensiteetin juoksu ja sprintti määrät erottavat eri tason pelaajia (Datson ym. 2017; Trewin ym. 2018; Mohr ym. 2003). Näillä perusteilla voidaan olettaa, että vaikka Kansallisen liigan ottelukuormitusta tai fyysisiä vaatimuksia ei ole aiemmin tutkittu, että ne vaihtelevat pelipaikoittain.

- 2) Vaikuttaako ottelun vaihe pelaajien fyysiseen suorituskykyyn?

Hypoteesi: Ottelun vaihe vaikuttaa fyysiseen suorituskykyyn kaikilla pelipaikoilla. Ensimmäisellä puoliajalla pelaajat ovat fyysisesti aktiivisempia ja eri kuormitusmuuttujien lukemat korkeampia (Datson ym. 2014). Ottelun ensimmäisen 15 minuutin aikana fyysinen aktiivisuus on korkeinta ja matalinta viimeisen 15 minuutin aikana. Näin ollen voidaan olettaa, että pelaajien kuormitusmuuttuja lukemat tulevat laskemaan ottelun loppua kohti.

Perustelut: Tutkimustulosten mukaan pelaajat kokevat tilapäistä väsymystä ottelun aikana ja etenkin ottelun loppua kohti (Mohr ym. 2003). Naisten huipputaso jalkapallossa esimerkiksi kokonaismatkan on havaittu laskevan toisella puoliajalla 5 % verrattuna ensimmäiseen puoliaikaan (Bradley ym. 2014; Hewitt ym. 2014; Mara ym. 2017b). Myös keski- ja maksimisykkeen on havaittu laskevan ensimmäiseltä puoliajalta toiselle (Ohlsson ym. 2015). Tarkemmassa tarkastelussa monien muuttujien lukemien on myös havaittu olevan korkeimmillaan minuuttien 0–15 aikana verrattuna muihin 15 minuutin jaksoihin otteluissa (Hewitt ym. 2014; Mara ym. 2017b). Lisäksi ottelun loppua kohti on aiemmissa tutkimuksissa havaittu tapahtuvan laskua muun muassa kokonaismatkassa ja matkassa kohtalaisella ja korkealla intensiteetillä, etenkin jos verrataan ottelun ensimmäiseen 15 minuutin jaksoon (Hewitt ym. 2014; Mara ym. 2017b).

Tutkimus on osa ”Kansallisen liigan jalkapallo-otteluiden fyysiset vaatimukset ja ottelua edeltävän mikrosyklin kuormitus sekä näiden kehitys 2020–2023” -tutkimuskokonaisuutta. Tutkimushankkeen tavoitteena on selvittää millaiset ovat kansallisen liigan otteluiden fyysiset vaatimukset pelipaikkakohtaisesti (liikuttu matka eri nopeusaluilla, kiihdytysten sekä jarrutusten määrä ja intensiteetti sekä syke) ja miten ottelua edeltävän ottelua edeltävän mikrosyklin harjoittelu on periodisoitu ja eroaako se pelipaikoittain. Lisäksi on tarkoitus selvittää, millaisia muutoksia suomalaisessa jalkapallossa tapahtuu 3 vuoden ajanjaksolla. Tutkimushankkeen vastuullisena johtajana toimii LitT Johanna Ihalainen ja käytännön toteutuksesta vastaa tohtorikoulutettava LitM Eero Savolainen. Tutkimusaineistoa kerätään yhteistyössä Suomen Palloliiton, Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen (KIHU) ja Jyväskylän yliopiston kanssa. Opinnäytetyön tekijänä olen vastannut saamani aineiston käsittelystä, analysoinnista ja tulkinnasta. Tutkimus on osa Jyväskylän yliopiston, KIHUn ja Suomen Palloliiton tutkimusyhteistyötä.

5 MENETELMÄT

Tässä havainnoivassa tutkimuksessa seurattiin Suomen korkeimman naisten jalkapallosarjan, Kansallisen liigan, joukkueita kaudella 2020. Yhteensä 10 joukkuetta osallistui Kansallisen liigan kilpasarjaan kaudella 2020, joista seitsemän joukkueen ottelukuormitusdataa tutkittiin tässä tutkimuksessa. Ottelut pelattiin ulkona nurmikentillä tai Palloliiton standardit täyttävillä tekonurmikentillä. Pelejä pelattiin otteluohjelmaan asetettuina päivinä ja jalkapalloliigan sääntöjen ja määräysten mukaisesti. Pelaajat säilyttivät normaalin rutiininsa ennen ottelua ja sen jälkeen. Kaudesta 2020 on huomioitava, että kausi ei päässyt käynnistymään ajallaan Covid19-pandemian vuoksi. Samasta syystä pelaajavaihtojen määrää otteluissa nostettiin poikkeussäännön vuoksi kolmesta viiteen per joukkue. Kausi käynnistyi 13. kesäkuuta 2020 ja viimeinen kierros pelattiin 8. marraskuuta 2020 ja se pelattiin kaksinkertaisena sarjana.

Kaudella 2020 Kansallisessa liigassa pelanneista pelaajasta 125 antoi suostumuksensa tutkimukseen osallistumiseksi ja näistä 85 (ikä $23,7 \pm 4,1$ vuotta; pituus $168,0 \pm 6,2$ cm; paino $64,3 \pm 8,1$ kg) pelaajaa täytti sisäänotto vaatimukset. Tutkimuksessa analysoitiin ainoastaan aloituskokoonpanossa olleita pelaajia ja aloituskokoonpanon pelaajien datasta otettiin mukaan vain ne ottelut, joissa pelaaja pelasi koko ottelun (90 minuuttia). Näin ollen, jos pelaaja vaihdettiin pelissä pois kentältä ennen 90 minuutin täyttymistä, tätä ei lisätty otteluhavaintoihin ja eikä tällöin tehty ottelukohtaista analyysia. Jokaista pelattua ottelua kohden yksi pelaaja muodosti yhden datapisteen kutakin muuttujaa kohti. Vähintään neljä ottelua per joukkue analysoitiin, joukkueittain analysoitujen ottelumäärien vaihdeltua neljän ja yhdeksän välillä ($7,4 \pm 1,6$ ottelua). Yhteensä 68 ottelusta (180 mahdollisesta) kerättiin kuormitusdataa ainakin toisen joukkueen osalta. Pelaajista tehtiin yhteensä 340 otteluhavaintoa, jolloin yhden pelaajan osalta analysoitiin keskimäärin neljä ottelua (vaihteluväli 1–9 ottelua).

Tutkittavien rekrytointi tapahtui yhteistyössä Jyväskylän yliopiston, Suomen Palloliiton ja Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen kanssa. Tutkimuksella oli eettinen lausunto Jyväskylän yliopiston eettiseltä toimikunnalta ja tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista. Suomen Palloliitto tarjosi Kansallisen liigan joukkueille mahdollisuuden käyttää Polar Team Pro -pelaajaseurantajärjestelmää ja mittauslaitteistoa (telakka ja 20 kpl sensoreita) käyttöönsä

vähintään neljäksi viikoksi kerrallaan ja näin osallistua tutkimukseen. Jokaisen joukkueen pelaajien osallistujamäärä yhdessä ottelussa oli rajattu 20 pelaajaan sensoreiden määrän mukaisesti. Pelaajaseurantajärjestelmän otti käyttöön 9/10 joukkueesta ja pelaajia seitsemästä joukkueesta antoivat suostumuksensa tutkimukseen osallistumiseksi. Yhteensä 130 pelaajalta saatiin suostumus kuormitusdatan käyttöön, joista 85 pelaajalta löytyi kuormitusdataa vähintään yhden täyden ottelun pelaamisesta. Suostumuslomakkeen yhteydessä pelaajilta kerättiin lisäksi esitietolomake, jossa kysyttiin pelaajan syntymäaika, pituus, paino, arvio maksimisykkeestä (jos tiedossa) sekä pelipaikka. Tutkimuksessa käytettävää tutkimusdataa kerättiin koko mainitun sarjakauden 2020 aikana.

5.1 Mittausmenetelmät

Pelaajien fyysistä kuormitusta ja aktiivisuutta otteluissa mitattiin Polar Team Pro -pelaajaseurantajärjestelmällä (Team Pro, Polar Electro Oy, Kempele, Suomi), joka on erityisesti joukkueurheilun suunniteltu GPS-pohjainen pelaajaseurantajärjestelmä. Liikkumisen paikannustiedot ja sykkeenmittaukset kerättiin käyttämällä Polar Team Pro:ta ja sen puettavia moduuliyksiköitä (Polar Electro Oy, Kempele, Suomi). Moduuliyksikkö on varustettu 10 Hz:n GPS taajuudella, 200 Hz:n kolmiakselisella kiihtyvyyssmittarilla, gyroskoopilla, magnetometrillä ja sykkeenseurannalla. Scott ym. (2016) mukaan kaikki GPS-laitteet pystyvät määrittelemään etäisyydet tarkasti joukkuelajisimulaatioiden (harjoitukset ja ottelut) aikana, ja siksi niitä voidaan perustellusti käyttää joukkueurheilussa. Erityisesti 10 Hz:n taajuutta (vrt. 1Hz, 5Hz ja 15Hz) käyttävät GPS-yksiköt ovat optimaalisia joukkueurheilun GPS-paikannukseen. Näiden validiteetti ja reliabiliteetti eri nopeuksien ja matkojen mittaamiseen on GPS-laitteista paras (Scott ym. 2016). Polarin Team Pro -pelaajaseurantajärjestelmä löytyy FIFA:n sertifioitujen jalkapallo teknologioiden listalta sähköisten suorituskyky- ja seurantajärjestelmistä. Laatutasoksi FIFA on arvioinut Team Pro:n korkeimman, kansainvälisen ottelu standardin mukaiseksi (IMS – International Match Standard) (FIFA 2021).

Kerätyt tiedot analysoitiin Polar Team Pro:n omalla pilvipohjaisella pelaajien suorituskyvyn analysointiohjelmistolla ja vietiin Excel-ohjelmistoon tarkempia analyysejä varten. Kaikki

ottelukuormitusdata on mitattu aikavälillä kesä–marraskuu 2020. Polarin Team Pro:lla mitatut kuormitusmuuttujien eroja arvioitiin jakamalla pelaajat pelipaikoittain kuuteen eri ryhmään. Pelipaikkakohtaisesti pelaajat jaettiin maalivahteihin (MV), keskuspuolustajiin (KP), laitapuolustajiin (LP), keskikenttäpelaajiin (KK), laitakeskikenttäpelaajiin (LK) ja hyökkääjiin (H). Pelaajien pelipaikkatiedoissa käytettiin joukkueiden ja pelaajien ilmoittamaa ensisijaista pelipaikkaa ja tämä tieto kerättiin yhdessä palautettujen tutkimuksen suostumuslomakkeiden kanssa. Samalla lomakkeella kerättiin myös pelaajien perustiedot: ikä, paino ja pituus. Pelipaikkakohtaisesti tutkittavista oli keskuspuolustajia 16, laitapuolustajia 12, keskikenttäpelaajia 23, laitureita 9 ja hyökkääjiä 18. Maalivahteja tutkimukseen otettiin mukaan seitsemän ja näiden muuttujalukemat otteluista esitetään tutkimuksessa ilman vertailua kenttäpelaajiin.

Jalkapallo ottelun fyysisten vaatimusten kuvaamiseksi kullekin pelipaikalle esitetään tiedot koko pelistä, ensimmäisestä ja toisesta puoliajasta ja kuudesta 15 minuutin jaksosta. Lisäksi analysoidaan muutokset ensimmäisen ja toisen puoliskon sekä eri 15 minuutin jaksosten välillä. Jaksot jaettiin järjestyksessä ensimmäisestä viimeiseen. Ensimmäisen puoliajan 15 minuutin jaksot: 0–15 min (1. jakso), 15–30 min (2. jakso) ja 30–45 min (3. jakso), toisen puoliajan jaksot: 46–60 min (4. jakso), 60–75 min (5. jakso) ja 75–90 min (6. jakso). Koko ottelun, ensimmäisen ja toisen puoliajan datassa on otettu lisäajat mukaan, kun taas 15 minuutin jaksoissa lisäaikoja ei otettu huomioon ensimmäisen ja toisen puoliajan viimeisten jaksosten tarkastelussa. Ennen data-analysoinnin aloittamista ne pelaajat rajattiin pois tapauksissa, joilta puuttui tietoja osasta tai koko ottelusta eli tilanteissa, joissa pelaajaseurantajärjestelmä ei tallentanut tietoja osasta tai koko ottelusta. Näitä tilanteita saattoi syntyä mahdollisesti pelin aikana esimerkiksi liikkuneesta tai irronneesta sykevyöstä, joka väärin sijoitettuna ei tallenna kaikkia tietoja oikein.

5.1.1 Sykkeen seuranta

Sykkeen seurannan perusteella analysoitiin pelaajien keskisykkeet ja huippusykkeet koko ottelun ajan jatkuneen mittauksen perusteella, lukuun ottamatta puoliaikataukoa. Keski- ja huippusykkeet esitettiin absoluuttisina arvoina minuutissa (bpm) ja suhteessa

maksimisykkeeseen prosentteina (%HR_{max}). Maksimisykkeenä käytettiin otteluiden aikana mitattua maksimisykettä. Eri sykealueilla vietetty aika luokiteltiin viiteen eri kategoriaan: aika sykealueella 1 (50–59 % maksimisykkeestä), aika sykealueella 2 (60–69 %), aika sykealueella 3 (70–84 %), aika sykealueella 4 (85–89 %), aika sykealueella 5 (90–100 %). Eri sykealueilla vietetty aika esitetään prosentteina koko peliajasta. Sykkeen seurannassa kerätyt minimisykkeitietoja ei analysoitu tutkimuksessa.

5.1.2 Matka, nopeus ja kiihdytykset

Eri nopeusalueilla liikuttujen matkojen, huippunopeuksien ja kokonaismatkojen lukemat saatiin suoraan Polar Team Pro -sovelluksesta pelipaikkakohtaisten analyysien suorittamiseksi. Matkaan ja nopeuteen liittyviä muuttujia esitetään kokonaismatkan (m), eri nopeusalueilla liikuttujen matkan (m), maksiminopeuden (km/h), keskinopeuden (km/h) ja sprinttien määrän (kpl) perusteella. Pelaajien liikkuminen jaettiin viiteen eri nopeusalueeseen: alue 1 (> 7 km/h), alue 2 (7–13 km/h), alue 3 (13–19 km/h), alue 4 (19–23 km/h), alue 5 (< 23 km/h). Samoja nopeusalueita on käytetty muun muassa Naisten maailmanmestaruusturnauksessa Ranskassa 2019. Sprintiksi luettiin kaikki yli 23 km/h kynnyksen ylittävät suoritukset.

Suurin havaittu maksiminopeuden lukema ottelussa todettiin huippunopeudeksi ja liikkumisen määriteltiin olevan korkeaintensiteettistä (juoksua) nopeuden ylittäessä 19 km/h (yhdistetty matka alueilla 4 ja 5). Pelipaikkakohtaisesti huippunopeus esitetään eri otteluiden korkeimman mahdollisen nopeuden keskiarvona. Ohjelmistosta poimittiin kiihdytysten ja jarrutusten osalta seuraavat tiedot: kiihdytysten lukumäärä (-50.00– -2.50 m/s²), kiihdytysten lukumäärä (-2.49– -2.00 m/s²), kiihdytysten lukumäärä (-1.99– -1.00 m/s²), kiihdytysten lukumäärä (-0.99– -0.50 m/s²), kiihdytysten lukumäärä (0.50–0.99 m/s²), kiihdytysten lukumäärä (1.00–1.99 m/s²), kiihdytysten lukumäärä (2.00–2.49 m/s²), kiihdytysten lukumäärä (2.50–50.00 m/s²). Kiihdytysten ja jarrutusten lukumääriä tarkasteltiin tuloksissa kuitenkin yhtenä muuttujana, kun kiihdytys- tai jarrutus nopeus ylitti ± 2,00 m/s² kynnyksen.

5.2 Datan käsittely ja tilastolliset menetelmät

Ennen tilastollisia analyysejä tarkastettiin, että ketkä pelaajat olivat aloituskokoonpanossa analysoitavassa ottelussa ja että onko pelaaja pelannut koko ottelun (90 min). Mikäli nämä kriteerit täyttyivät, tarkastettiin koko ottelun ajalta jokaiselta pelaajalta, että tässä datassa ei ollut havaittavia virheitä tai muita puutteita. Datan läpikäynnin yhteydessä datasta poistettiin virhepiikit huippusykkeistä (esim. pelaajan sykepiikki reilusti yli 100 %HR_{max}:sta) ja huippunopeuksista (esim. kaikki yli 35 km/h nopeuspiikit). Mikäli pelaajan otteludatasta puuttui dataa osasta ottelua tai koko ottelusta, kyseisen pelaajan kyseisen ottelun data rajattiin pois. Mahdollisia syitä virheellisen datan muodostumiselle on esimerkiksi sykevyön virheellinen (liian alhainen) sijainti rinnalla tai moduulin väliaikainen häiriö.

Data-analyysit tehtiin käyttämällä SPSS (Statistical Package for Social Science) -tilasto-ohjelmistoa (versio 26, IBM SPSS Statistics, Chicago, IL, USA). Merkitsevyytasoksi asetettiin $p < 0.05$. Kaikki analysoitu data esitetään muodossa keskiarvo \pm keskihajonta, ellei toisin mainita. Normaalijakauman testaamiseksi käytettiin Shapiro-Wilk-testiä. Mikäli jaksojen tarkastelussa normaalijakauman vaatimus ei useamman pelipaikan osalta täyttynyt jätettiin muuttuja kokonaan pois tarkastelusta tai mahdollisuuksien mukaan muuttujia yhdistettiin (esim. vartin jaksoissa nopeusalueista alueet 4 ja 5 yhdistettiin korkean intensiteetin juoksuksi), jotta oletus normaalijakaumasta täyttyi.

Koko ottelun osalta pelipaikkakohtaisia eroja arvioitiin käyttämällä yksisuuntaista ANOVAa (one-way ANOVA). Pelipaikkaryhmien sisäisten erojen havaitsemiseksi, ensimmäisen ja toisen puoliajan välillä, käytettiin kaksisuuntaista ANOVAa toistuvien mittausten toimenpiteillä, jotta saataisiin selvitettyä, onko pelipaikkojen ja puoliaikojen suhteen merkittävää vuorovaikutusta havaittavissa muuttujakohtaisesti. Mikäli merkittävää vuorovaikutusta havaittiin, käytettiin yksisuuntaista ANOVAa ensimmäisen ja toisen puoliajan arvojen kesken. Jatkotarkasteluissa tehtiin lisäksi parivertailut käyttämällä Bonferroni-korjauskerrointa, jotta voitiin määrittää missä merkittävää vuorovaikutusta tekijöiden välillä oli.

Myös 15 minuutin jaksojen välisten mahdollisten tilastollisesti merkitsevien eroavaisuuksien ($p < 0.05$) havaitsemiseksi käytettiin kaksisuuntaista ANOVAa toistuvien mittausten toimenpiteillä sen selvittämiseksi, onko merkittävää vuorovaikutusta eri vartin jaksojen kesken eri pelipaikoilla. Mikäli merkittävää vuorovaikutus havaittiin, yksisuuntaista ANOVAa käytettiin 15 minuutin jaksojen arvoihin. Myös tässä tapauksessa post hoc -vertailut tehtiin käyttämällä Bonferroni-korjauskerrointa sen määrittämiseksi, missä merkittävä vuorovaikutus oli. Sprintit jätettiin pois 15 minuutin jaksojen tarkastelusta, sillä niiden määrä per jakso jäi alhaiseksi, eikä täyttänyt normaalijakauman kriteeriä millään pelipaikalla. Samalla perusteella 15 minuutin jaksojen tarkastelusta jätettiin huomioimatta aika sykealueilla 1 ja 2 ja lisäksi nopeusalueet 4 ja 5 yhdistettiin korkean intensiteetin juoksuksi, jotta oletus normaalijakaumasta täyttyi.

6 TULOKSET

6.1 Koko ottelun aikaiset liike- ja syketiedot

Kenttäpelaajien liikkuma kokonaismatka yksittäisessä ottelussa vaihteli 7898 metristä 13090 metriin (taulukko 2), keskiarvon ollessa 10134 (\pm 896) metriä. Pelipaikoittain tarkasteltuna laitakeskikentät (LK) liikkuiivat suurimman kokonaismatkan ja keskuspuolustajat (KP) pienimmän. KP:n liikkuma matka erosi merkitsevästi ($p < 0.05$) kaikista muista pelipaikoista. Laitapuolustajien (LP) ja hyökkääjien (H) välillä ei ollut merkitsevää eroa kokonaismatkassa, kuten ei myöskään keskikentän (KK vs. LK) pelipaikkojen välillä, mutta muuten erot olivat tilastollisesti merkitseviä pelipaikkojen välillä. Tilastollisesta vertailusta ulosjätettyjen maalivahtien (MV) kokonaismatka jäi alle puoleen kenttäpelaajista (taulukko 2).

Nopeusalueella 1 liikuttu matka oli hyvin samanlainen (vaihteluväli 3350–3704 m) pelipaikasta riippumatta ja myös MV:n liikkuma matka (3647 m) osuu tälle välille (taulukko 2). Kuitenkin heti nopeusalueella 2 MV:n liikkuma matka (982 m) jää huomattavasti kenttäpelaajista (ka. 4208 m). Nopeusalueilla 4 ja 5 juoksivat puolestaan selvästi ja samalla tilastollisesti merkitsevästi eniten kaikkiin muihin pelipaikkoihin nähden LK ja H pelaajat. KP:n matka kaikilla nopeusalueilla oli muita pelipaikkoja merkitsevästi vähäisempää (pl. nopeusalue 1 ja nopeusalueella 5 verrattuna KK).

Korkeaintensiteettisen juoksun osalta tulokset osoittavat, että LK ja H pelaajat juoksevat korkeaintensiteettistä juoksua merkittävästi enemmän kuin muut. Tämänkin muuttujan osalta LK:n lukema on suurin (581 ± 157 m) ja H:n toiseksi suurin (520 ± 174 m). KP:n juoksumäärät (260 ± 95 m) ovat merkitsevästi muita pelipaikkoja matalammat. LP:n ja KK:n lukemat ovat keskenään melko yhtenäisiä (LP 399 ± 140 m ja KK 387 ± 204 m) ja molemmat juoksevat merkitsevästi enemmän kuin KP:t ja merkitsevästi vähemmän kuin LK:t ja H:t. MV:t eivät otteluissa juuri sprinttikynnystä 23 km/h ylittäneet, ja myös nopeusalueilla 3 ja 4 liikuttu matka oli hyvin vähäistä.

TAULUKKO 2 Otteluissa mitatut nopeus-, matka-, syke- ja kiihdytysmuuttujien keskiarvot ja -hajonnat sekä minimi ja maksimiarvot (suluissa) pelipaikkakohtaisesti.

	MV	KP	LP	KK	LK	H
Kokonaismatka [m]	4788 ± 389 (3948-5541)	9275 ± 566 ^{b,c,d,e} (7898-10654)	10063 ± 762 ^{a,c,d} (8345-12029)	10634 ± 707 ^{a,b} (9003-13090)	10797 ± 681 ^{a,b,e} (9026-11972)	10295 ± 731 ^{a,d} (8496-11497)
Matka nopeusalueella 1 [m] (0.00–6.99 km/h)	3647 ± 291 (2892-4388)	3606 ± 257 (2971-4365)	3704 ± 295 (3114-4337)	3550 ± 377 (2946-4628)	3563 ± 352 (2905-4300)	3641 ± 365 (3106-4196)
Matka nopeusalueella 2 [m] (7.00–12.99 km/h)	982 ± 287 (466-1583)	3894 ± 518 ^{c,d} (2446-5020)	4175 ± 685 (2808-5320)	4446 ± 596 ^{a,e} (2899-5988)	4419 ± 523 ^a (3171-5349)	4108 ± 365 ^c (3045-5008)
Matka nopeusalueella 3 [m] (13.00–18.99 km/h)	148 ± 84 (25-383)	1515 ± 289 ^{b,c,d,e} (837-2154)	1785 ± 336 ^{a,c,d,e} (1150-2553)	2251 ± 470 ^{a,b,e} (898-3578)	2233 ± 449 ^{a,b} (1128-3041)	2027 ± 365 ^{a,b,c} (1084-2676)
Matka nopeusalueella 4 [m] (19.00–22.99 km/h)	10 ± 15 (0-72)	215 ± 71 ^{b,c,d,e} (59-442)	317 ± 100 ^{a,d,e} (131-595)	326 ± 156 ^{a,d,e} (54-716)	445 ± 113 ^{a,b,c} (133-613)	405 ± 126 ^{a,b,c} (203-722)
Matka nopeusalueella 5 [m] (≥ 23.00 km/h)	2 ± 8 (0-47)	45 ± 31 ^{b,d,e} (0-130)	82 ± 52 ^{a,d,e} (5-188)	61 ± 62 ^{d,e} (0-327)	136 ± 76 ^{a,b,c} (4-332)	115 ± 70 ^{a,b,c} (0-356)
Sprintit [n]	0,2 ± 0,6 (0-3)	5,1 ± 2,8 ^{b,d,e} (0-15)	8,6 ± 4,9 ^{a,d,e} (1-19)	6,7 ± 5,5 ^{d,e} (0-20)	12,7 ± 5,4 ^{a,b,c} (1-24)	11,5 ± 4,8 ^{a,b,c} (0-23)
Maksiminopeus [km/h]	20,1 ± 2,7 (15,5-26,4)	26,3 ± 1,7 ^{b,d,e} (22,6-30,1)	27,4 ± 1,9 ^{a,c} (23,8-32,2)	25,8 ± 2,0 ^{b,d,e} (20,3-30,9)	27,7 ± 1,8 ^{a,c} (23,5-30,7)	27,5 ± 1,9 ^{a,c} (22,8-31,1)
Keskinopeus [km/h]	3,2 ± 0,3 (2,6-3,7)	6,1 ± 0,4 ^{b,c,d,e} (5,3-6,8)	6,6 ± 0,5 ^{a,c,d} (5,6-7,6)	6,9 ± 0,4 ^{a,b} (6,0-8,2)	7,0 ± 0,5 ^{a,b,d} (6,0-8,0)	6,7 ± 0,5 ^{a,d} (5,7-7,7)
Jarrutusten lukumäärä (< -2.00 m/s ²)	24,9 ± 11,2 (6-45)	79,0 ± 16,5 ^{c,d,e} (44-116)	90,3 ± 20,6 ^{c,d,e} (66-148)	105,1 ± 23,4 ^{a,b,d,e} (37-161)	121,5 ± 18,3 ^{a,b,c} (78-160)	118,4 ± 26,3 ^{a,b,c} (68-179)
Kiihdytysten lukumäärä (> 2.00 m/s ²)	25,8 ± 9,2 (8-43)	67,5 ± 16,3 ^{c,d,e} (35-114)	74,3 ± 16,8 ^{d,e} (48-117)	82,5 ± 20,9 ^{a,d,e} (36-133)	98,3 ± 19,1 ^{a,b,c} (54-145)	92,9 ± 21,6 ^{a,b,c} (46-144)
Keskisyke [bpm]	145 ± 8 (129-159)	165 ± 11 ^{b,c,d} (130-181)	171 ± 7 ^a (150-189)	173 ± 10 ^a (144-192)	174 ± 9 ^a (155-191)	169 ± 8 (156-189)
Maksimisyke [bpm]	175 ± 7 (160-191)	188 ± 7 ^{b,c,d,e} (170-201)	194 ± 7 ^{a,d} (179-208)	193 ± 8 ^{a,d} (176-210)	200 ± 7 ^{a,b,c,e} (180-212)	192 ± 7 ^{a,d} (179-215)
Keskisyke [%HR _{max}]	75,2 ± 5,2 (65,2-86,7)	84,2 ± 5,3 ^c (67,5-92,5)	86,0 ± 3,9 (72,3-91,8)	86,9 ± 3,5 ^a (75,7-92,7)	85,2 ± 4,4 (75,5-94,2)	85,8 ± 3,3 (78,5-93,5)
Maksimisyke [%HR _{max}]	90,6 ± 4,6 (81-101)	96,2 ± 2,6 (90-102)	97,5 ± 2,8 (92-102)	97,1 ± 2,3 (90-102)	97,5 ± 2,4 (93-102)	97,3 ± 2,8 (92-102)

Tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0.05$) ^a verrattuna KP, ^b verrattuna LP, ^c verrattuna KK, ^d verrattuna LK, ^e verrattuna H. MV eroja muihin pelipaikkoihin ei tarkasteltu tilastollisin menetelmin.

MV=maalivahti, KP=keskuspuolustaja, LP=laitapuolustaja, KK=keskikenttä, LK=laitakeskikenttä, H=hyökkääjä.

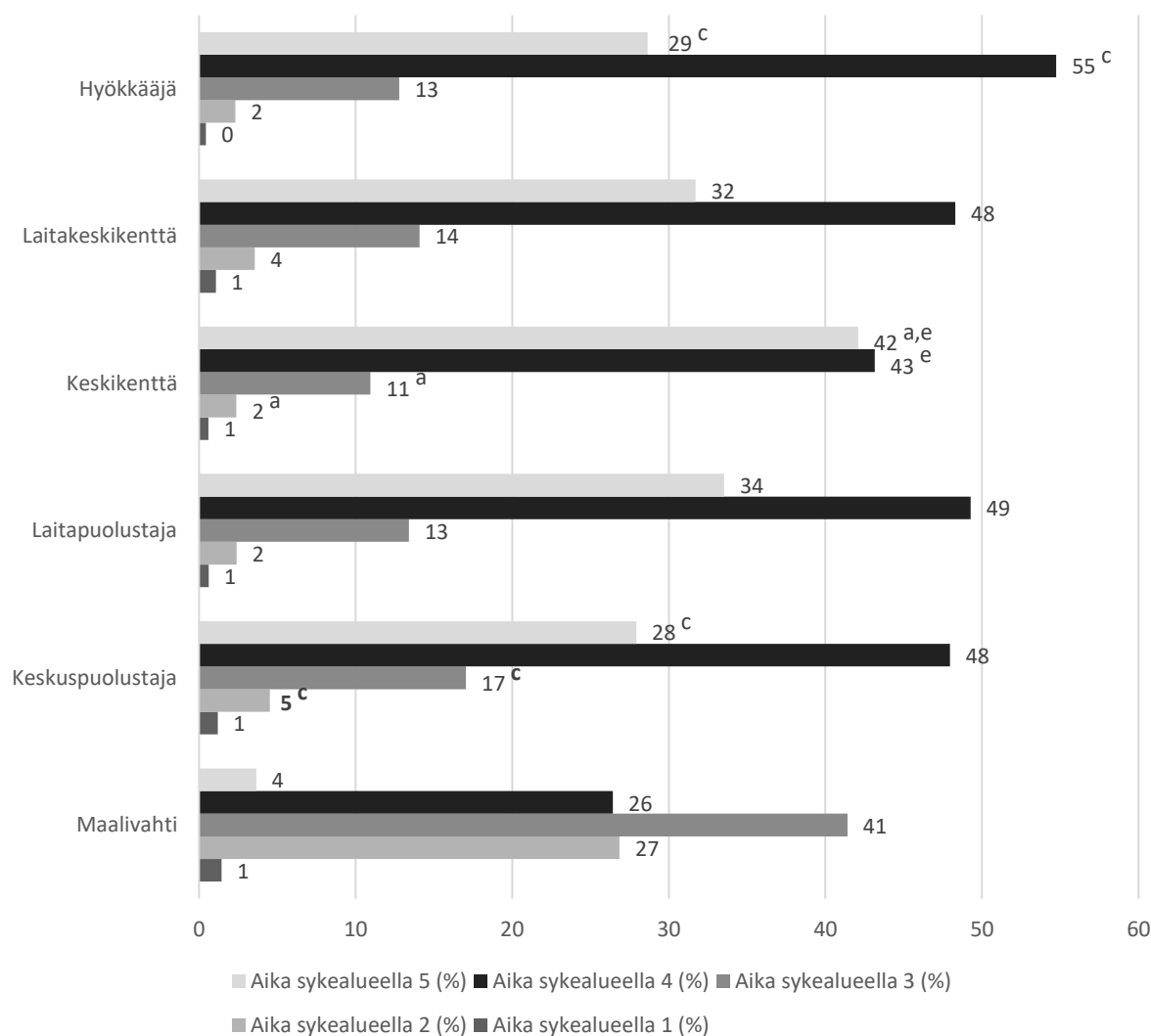
Selvästi eniten sprinttejä ottelua kohden suorittivat määrällisesti LK:t ja H:t, joiden lukemat erottuivat selkeästi ja tilastollisesti merkitsevästi muista (taulukko 2). Puolestaan KP:n sprinttimäärät jäivät yhtä selvästi jälkeen muista (pl. KK verrattuna). Sprinttien määrät ja sprinttialueella (eli nopeusalueella 5) liikutun matka määrä metreissä eroavat merkitsevästi pelipaikkojen kesken samansuuntaisesti, mikä on hyvin odotettua. Myös kiihdytysten ja jarrutusten osalta LK:n ja H:n lukemat olivat hyvin lähellä toisiaan ja lukemat olivat linjassa sprinttien ja nopeusalueilla 4 ja 5 liikuttujen matkojen osalta pelipaikoittain. Näin ollen sekä LK:n että H:n kiihdytysten ja jarrutusten määrä oli merkitsevästi suurempaa kuin muiden pelipaikkojen, LK määrien ollessa suurimmat. Myös KP:n kiihdytys ja jarrutus määrät olivat kaikkia muita pienempiä.

Keskimäärin ottelussa saavutettu huippunopeus oli kaikkien kenttäpelaajien osalta 26,6 km/h. Pelipaikkakohtaisesti suurin keskiarvo oli LK:llä, mikä oli merkitsevästi suurempi kuin KK:n ja KP:n keskimääräiset huippunopeudet (taulukko 2). Alhaisin keskimääräinen huippunopeus oli KK:llä. LK:n koko ottelun aikainen keskinopeus oli muita suurempaa, ainoastaan ero KK pelaajiin ei ollut merkitsevä.

Pelaajien keskisyke oli otteluissa keskimäärin 85,7 % maksimisykkeestä. Keskisykkeen (%HR_{max}) osalta pelipaikkojen välillä ei ollut merkitsevää eroa kuin KP:n ja KK:n välillä. KP:n keskisyke (%HR_{max}) oli matalin otteluissa, keskimäärin noin 84 % HR_{max}:ista, kun taas korkein keskisyke lähes 87 % oli KK pelaajilla. Sykehuiput (%HR_{max}) olivat pelipaikasta riippumatta keskimäärin yhtä korkeita, eikä tämän suhteen havaittu merkittäviä eroja. Absoluuttisia sykelukemia tarkasteltaessa, nähdään että sekä keskisyke (bpm) ja sykehuippu (bpm) lukemat olivat selvästi alhaisemmat KP:lla kuin muilla pelipaikoilla. LK:t saavuttivat keskimäärin korkeimmat huippusykkeet (bpm) ja keskimääräinen lukema 200 bpm oli merkittävästi korkeampi kuin muilla pelipaikoilla.

Eri sykealueilla (%HR_{max}) vietetyissä ajoissa kenttäpelaajat olivat selvästi eniten sykealueilla 4 ja 5 otteluiden aikana. Kuvasta 2 nähdään, että sykealueella 1 pelaajat olivat keskimäärin 1 % peliajasta pelipaikasta riippumatta. Sykealueella 2 kaikki paitsi KP:t olivat vain 2 % ajasta, mutta KP:n ero oli merkitsevä (p<0.05) vain suhteessa KK pelaajiin (kuva 2). Samoin

sykealueella 3 vietetty aika erosi vain KP:n (17 %) ja KK:n (11 %) välillä merkitsevästi. Sykealueella 4 pelaajat olivat keskimäärin noin 50 % ottelusta ja ainut merkitsevä ero oli KK:n ja H:n välillä, kun H:t olivat keskimäärin 55 % (vrt. KK 44 %) ottelusta kyseisellä alueella (kuva 2). Sykealueella 5 eniten aikaa ottelusta, 42 %, viettivät KK pelaajat, kun muut olivat tällä sykealueella keskimäärin vajaan kolmanneksen ottelusta. Sykealueella 5 merkitsevä ero oli sekä KK:n ja KP:n, että KK:n ja H:n välillä (kuva 2).

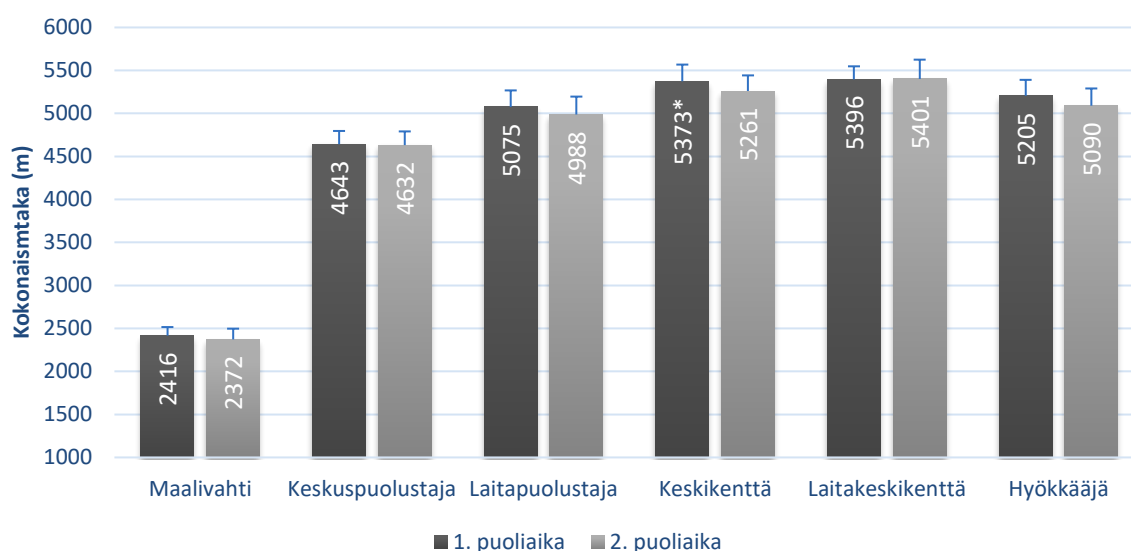


KUVA 2 Eri sykealueilla vietetty aika prosentteina keskimäärin otteluissa.

Tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0.05$) ^a verrattuna KP (keskuspuolustaja), ^b verrattuna LP (laitapuolustaja), ^c verrattuna KK (keskikenttä), ^d verrattuna LK (laitakeskikenttä), ^e verrattuna H (hyökkääjä). MV (maalivahti) eroja muihin pelipaikkoihin ei tarkasteltu tilastollisin menetelmin.

6.2 Ensimmäisen ja toisen puoliajan erot

Ensimmäisen ja toisen puoliajan kesken on nähtävillä vain hyvin vähän merkitseviä eroja (taulukko 3) ja pääasiassa eroja on vain KK:llä. Kuten taulukosta 3 nähdään, suurimmassa osassa muuttujista pelaajien lukemat tippuvat hieman, mutta ei kuitenkaan tilastollisesti merkitsevän. Kuvat 3, 4 ja 5 kuvaavat tätä myös hyvin, eli pääosin pientä tiputusta tapahtuu. Ensimmäisellä ja toisella puoliajalla liikuttun kokonaismatkan muutos (-2,1 %) oli vain KK pelaajilla tilastollisesti merkitsevä (kuva 3). Kaikilla pelipaikoilla matka nopeusalueella 1 lisääntyi toisella puoliajalla. Vastaavasti nopeusalueilla 2 ja 3 liikuttu matka tippui toisella puoliajalla kaikilla, mutta vain KK:n osalta merkittävästi, jolla laskua 4,9 % ja 7,4 %. Nopeusalueella 4 muutokset olivat metrimääräisesti hyvin pieniä ja näistä merkitsevästi KP:n lukema jopa nousi 14,3 % ($p < 0.05$). Nopeusalueella 5 ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia ensimmäisen ja toisen puoliajan välillä, mutta huomioitavaa on, että lukemat nousivat toiselle puoliajalle KK, LK ja H pelaajilla. Korkean intensiteettisen juoksun (kuva 4), kiihdytysten ja jarrutusten määrissä ei myöskään havaittu merkitseviä muutoksia puoliaikojen kesken millään pelipaikalla lukemien ollessa lähes samat puoliajasta riippumatta (taulukko 3).



KUVA 3 Ensimmäisellä ja toisella puoliajalla liikuttu kokonaismatka (m).

*Ensimmäisen ja toisen puoliajan ero tilastollisesti merkitsevä ($p < 0.05$).

TAULUKKO 3 Ensimmäisen ja toisen puoliajan nopeus-, matka-, syke- ja kiihdytysmuuttujat pelipaikoittain.

		MV	KP	LP	KK	LK	H
Kokonaismatka [m]	1.pa	2416 ± 200	4642 ± 390	5075 ± 385	5373 ± 390*	5396 ± 307	5205 ± 371
	2.pa	2372 ± 250	4632 ± 380	4988 ± 449	5261 ± 363	5401 ± 417	5090 ± 401
Matka nopeusalueella 1 [m]	1.pa	1849 ± 147	1731 ± 141*	1830 ± 164	1732 ± 184*	1738 ± 177	1795 ± 147
	2.pa	1798 ± 172	1825 ± 144	1873 ± 159	1818 ± 208	1825 ± 191	1846 ± 134
Matka nopeusalueella 2 [m]	1.pa	500 ± 153	1980 ± 287	2139 ± 343	2278 ± 317*	2253 ± 270	2109 ± 269
	2.pa	482 ± 161	1914 ± 274	2036 ± 373	2167 ± 313	2167 ± 300	1999 ± 302
Matka nopeusalueella 3 [m]	1.pa	65 ± 37	759 ± 160	901 ± 168	1169 ± 264*	1122 ± 246	1042 ± 179
	2.pa	83 ± 56	756 ± 158	885 ± 195	1083 ± 235	1111 ± 240	985 ± 200
Matka nopeusalueella 4 [m]	1.pa	2 ± 4*	100 ± 38*	165 ± 59	165 ± 80	218 ± 69	203 ± 78
	2.pa	8 ± 13	115 ± 49	153 ± 63	162 ± 87	226 ± 72	202 ± 72
Matka nopeusalueella 5 [m]	1.pa	0 ± 1	23 ± 20	41 ± 29	30 ± 35	65 ± 41	57 ± 45
	2.pa	2 ± 7	22 ± 19	41 ± 27	31 ± 34	71 ± 44	58 ± 40
Sprintit [n]	1.pa	0,1 ± 0,2	2,4 ± 1,6	4,3 ± 2,6	3,3 ± 3,0	6,0 ± 3,3	5,7 ± 3,4
	2.pa	0,2 ± 0,5	2,7 ± 1,9	4,3 ± 2,7	3,4 ± 2,9	6,7 ± 3,1	5,8 ± 3,0
Maksiminopeus [km/h]	1.pa	18,1 ± 2,1*	25,3 ± 1,9	26,4 ± 2,0	25,1 ± 2,2	26,9 ± 1,8	26,4 ± 2,1
	2.pa	19,8 ± 3,0	25,3 ± 1,9	26,5 ± 2,3	25,0 ± 2,0	26,8 ± 2,0	26,7 ± 2,0
Keskinopeus [km/h]	1.pa	3,3 ± 0,3*	6,1 ± 0,4*	6,2 ± 0,5*	7,1 ± 0,5*	7,1 ± 0,4*	6,9 ± 0,5*
	2.pa	3,1 ± 0,3	5,9 ± 0,4	6,4 ± 0,5	6,7 ± 0,5	6,8 ± 0,5	6,5 ± 0,6
Jarrutukset [n] (< -2.00 m/s ²)	1.pa	12,5 ± 4,8	39,5 ± 9,0	46,2 ± 10,8	53,8 ± 12,5	62,8 ± 11,0	60,9 ± 13,3
	2.pa	13,3 ± 6,2	39,5 ± 10,0	44,1 ± 11,4	51,3 ± 12,9	58,8 ± 10,2	57,5 ± 15,1
Kiihdytykset [n] (> 2.00 m/s ²)	1.pa	12,5 ± 4,8	33,4 ± 11,4	37,7 ± 8,7	41,7 ± 11,4	49,1 ± 11,9	47,4 ± 11,8
	2.pa	13,3 ± 6,2	34,0 ± 11,6	36,6 ± 11,2	40,9 ± 11,6	49,2 ± 10,4	45,5 ± 12,8
Keskisyke [bpm]	1.pa	146 ± 9	165 ± 11	172 ± 7	175 ± 10*	176 ± 9	170 ± 8
	2.pa	145 ± 8	164 ± 12	169 ± 8	171 ± 10	172 ± 9	168 ± 8
Maksimisyke [bpm]	1.pa	173 ± 7	187 ± 7	192 ± 7	192 ± 8	199 ± 6	190 ± 8
	2.pa	172 ± 8	186 ± 8	191 ± 7	191 ± 9	197 ± 8	189 ± 7
Keskisyke [%HR _{max}]	1.pa	75,4 ± 5,4	84,4 ± 5,6	86,9 ± 3,9	87,9 ± 3,3*	86,1 ± 4,5	86,2 ± 3,8
	2.pa	75,1 ± 5,4	83,8 ± 5,8	85,2 ± 4,4	85,9 ± 4,4	84,1 ± 4,6	85,1 ± 3,5
Maksimisyke [%HR _{max}]	1.pa	89,5 ± 4,6	95,4 ± 2,9	96,6 ± 2,7	96,5 ± 2,3	97,1 ± 2,2	96,2 ± 3,0
	2.pa	89,4 ± 5,4	95,2 ± 2,7	96,0 ± 3,2	96,1 ± 2,6	96,5 ± 2,6	96,2 ± 3,5

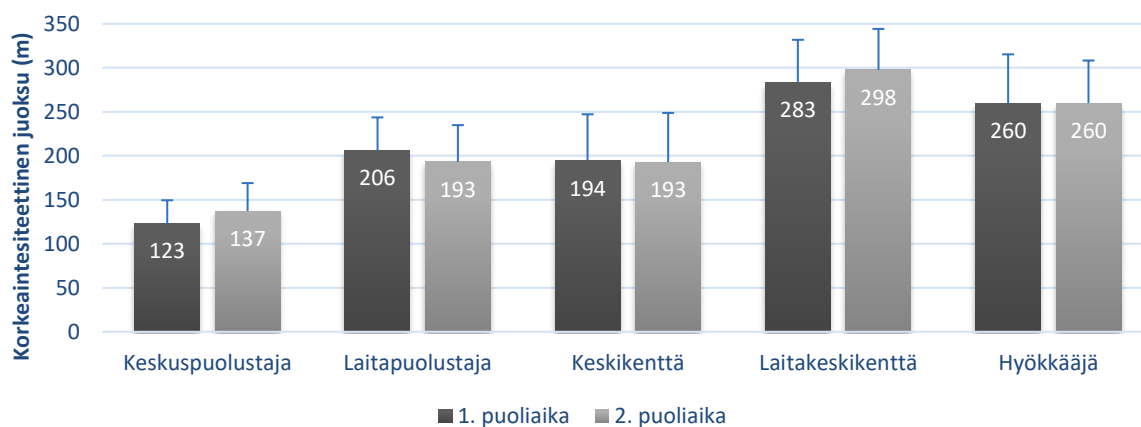
*Tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0.05$) ensimmäisen ja toisen puoliajan välillä.

MV = maalivahti, KP = keskuspuolustaja, LP = laitapuolustaja, KK = keskikenttä, LK = laitakeskikenttä, H = hyökkääjä.

1.pa = ensimmäinen puoliaika, 2.pa = toinen puoliaika.

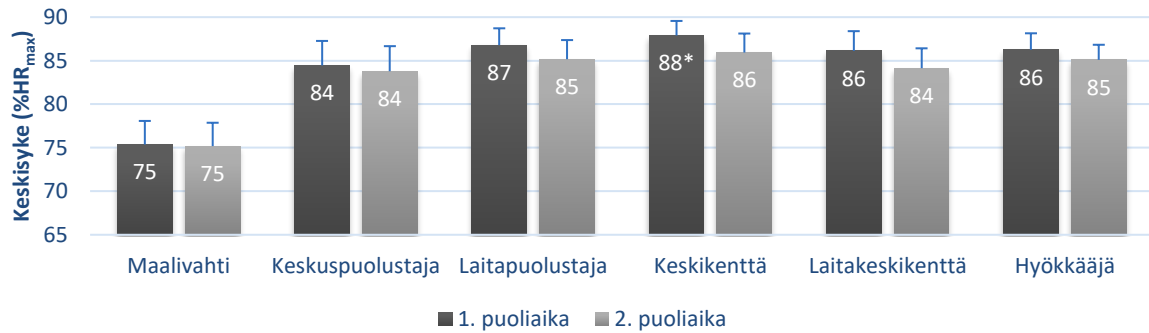
Myös sprinttien määrä jakautui tasaisesti puoliaikojen kesken, eikä tässä ollut eroja yhdenkään pelipaikan osalta (taulukko 3). Samoin huippunopeudet pysyivät samoina. Kaikkien

kenttäpelaajien osalta keskinopeus tippui toisella puoliajalla selvästi ja tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0.05$) verrattuna ensimmäiseen puoliaikaan; KP:t -4,1 %, LP:t -4,5 %, KK:t -5,9 %, LK:t -4,0 % ja H:t -5,9 %.



KUVA 4 Korkeaintensiteettisen juoksun määrä (m) ensimmäisellä ja toisella puoliajalla.

Jokaisella kenttäpelaajien pelipaikalla keskisykkeet tippuivat 1–4 bpm (taulukko 3) ja 1–2 prosenttiyksikköä maksimisykearvosta (kuva 5) ensimmäiseltä puoliajalta toiselle, mutta tilastollisesti merkitsevää tiputus oli vain KK pelaajien osalta (taulukko 3). Myös keskimääräiset huippusykearvot olivat matalampia toisella puoliajalla, mutta mitään tilastollisesti merkitsevää eroa puoliskojen välillä ei ollut. Eri sykealueilla vietetystä ajasta (% ottelusta) alueella 5 vietetty aika väheni kaikilla jonkin verran, keskimäärin -8,5 % yksikköä ja tästä LP:n ja KK:n tiputus (molemmilla n. 11 % yksikköä, $p < 0.05$) olivat tilastollisesti merkitsevää. Alueella 4 vietetty aika lisääntyi jokaisella pelipaikalla keskimäärin 3,2 prosenttiyksikköä, mutta vain KK:n osalta merkitsevästi ($p < 0.01$). Vietetty aika jokaisella pelipaikalla lisääntyi myös alueella 3 (keskimäärin 4,7 % yksikköä) ja tilastollisesti merkitsevästi KK, LK ja LP pelaajilla ($p < 0.05$). Alueella 2 vietetty aika lisääntyi kaikilla niukasti, mutta merkitsevästi vain KK:llä ($p < 0.001$). Alueella 1 ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia suuntaan tai toiseen. Kaiken kaikkiaan muutokset eri sykealueilla vietetyssä ajassa olivat pieniä.



KUVA 5 Keskisyke (%HR_{max}) ensimmäisellä ja toisella puoliajalla.

*Ensimmäisen ja toisen puoliajan ero tilastollisesti merkitsevä ($p < 0.05$).

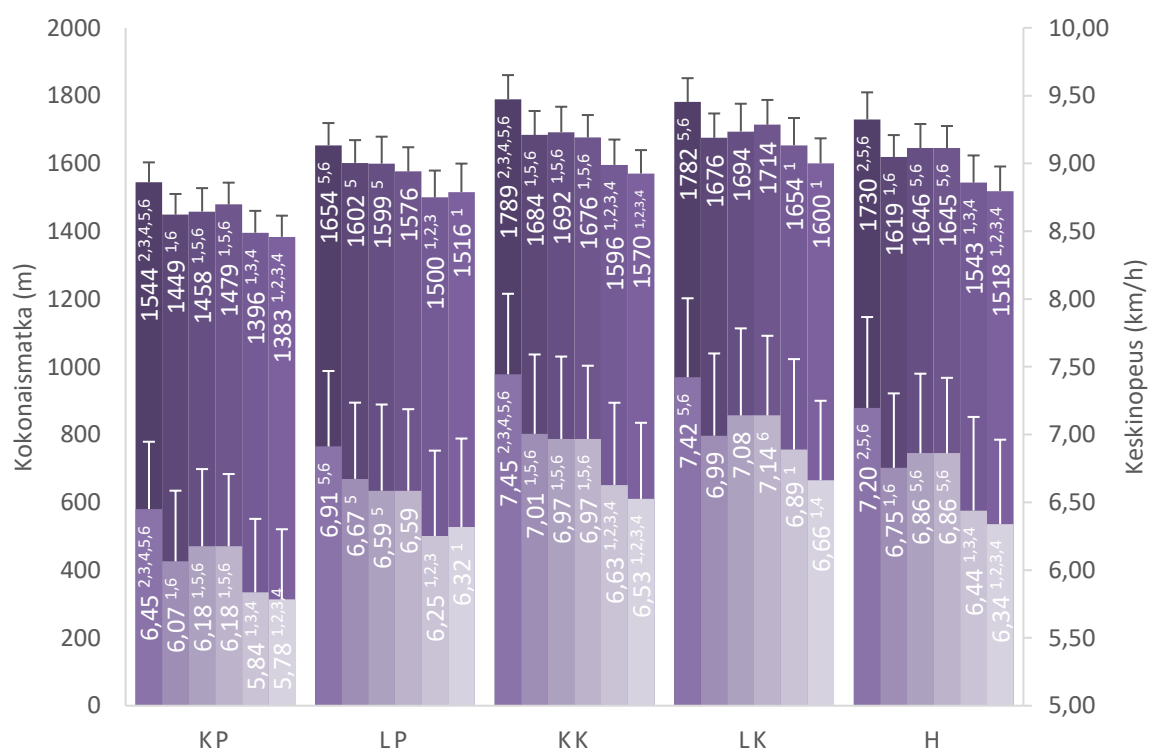
6.3 15 minuutin jaksojen väliset erot

Jaettaessa ottelu 15 minuutin jaksoihin, ensimmäisen 15 minuutin aikana jokaisen pelipaikan pelaajat liikkuvat kokonaismatkaltaan eniten ja LP:a lukuun ottamatta vähiten viimeisen 15 minuuttisen aikana (kuva 6). Jokaisella pelipaikalla ensimmäisen ja viimeisen 15 minuuttisen ero oli tilastollisesti merkitsevä (kuva 6). Viimeisen 15 minuutin jakson (75–90 min) aikana matka oli keskimäärin 12 % alhaisempi kuin ensimmäisen. Hyökkääjillä ensimmäisen 15 minuutin aikana liikuttu kokonaismatka 1730 metriä (kuva 6) oli selkeästi eniten 15 minuutin jaksoista ja tilastollisesti enemmän kuin 2., 5. ja 6 jaksolla. Myös minuuttien 15–30 aikana liikuttu matka oli merkitsevästi enemmän kuin viimeisen 15 minuuttisen. Jaksoista 3. ja 4. olivat lukemiltaan identtiset ja erosivat myös merkitsevästi 5. ja 6. jaksoista alhaisemmista lukemista. Myös KK:t liikkuvat enemmän ensimmäisen 15 minuutin aikana kuin muiden 15 minuuttisten aikana, 1789 metriä, mikä oli suurin yksittäisen vartin kokonaismatka kaikista pelipaikosta (kuva 6). KK:n 15 minuutin jaksoista 2., 3. ja 4. kokonaismatkat eivät juuri eronneet toisistaan, mutta ensimmäiseen 15 minuutin jaksoon verrattuna ne olivat merkitsevästi vähäisemmät. Toisaalta neljän ensimmäisen jakson aikana liikuttu matkat olivat merkitsevästi enemmän kuin kahden viimeisimmän aikana. LK:n kokonaismatkan ensimmäinen jakso erosi merkitsevästi vain 5. ja 6. jaksoista, muita tilastollisesti merkitseviä eroja LK:lla ei ollut (kuva 6).

Puolustajista KP:t liikkuvat kokonaismatkan osalta yhtä lailla merkitsevästi eniten ensimmäisen 15 minuutin aikana kuin muiden 15 min jaksojen aikana (kuva 6). KP:n jaksoista

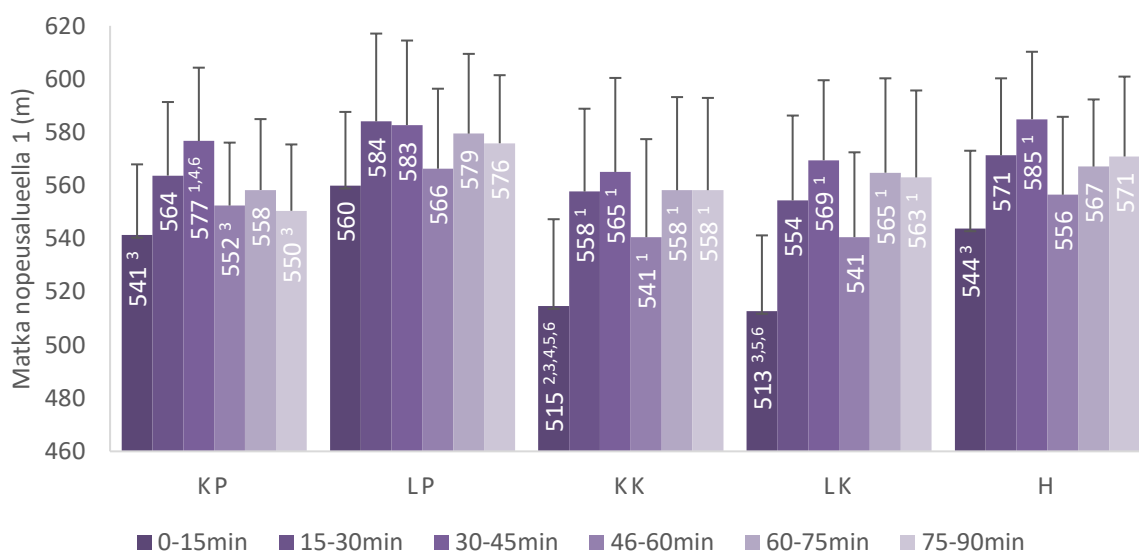
3. ja 4. erosivat tilastollisesti merkitsevästi edukseen 5. ja 6. jaksoihin nähden. Lisäksi viimeisen 15 minuutin aikana liikuttu matka oli merkitsevästi alhaisempi kaikkiin muihin 15 min jaksoihin verrattuna KP:lla. LP:n ensimmäinen liikuttu kokonaismatka ensimmäisen 15 minuutin aikana erosi merkitsevästi vain kahden viimeisen 15 minuuttisen matkasta. Jaksoista 2. ja 3. kokonaismatkat olivat merkitsevästi enemmän kuin 6. jakson ja 6. jakson puolestaan merkitsevästi vähemmän kuin 15 minuutin jaksoita 1., 2. ja 3 (kuva 6).

Keskinopeuksien (km/h) suhteen erot 15 minuutin jaksosten kesken pelipaikoittain olivat lähes identtiset kokonaismatkojen kanssa (kuva 6) ja tilastollisesti merkitsevien muutosten suhteen havaittiin vain yksi ainoa ero (LK 4. ja 6. jakson välillä). Keskimääräinen huippunopeus eri jaksosten välillä ei puolestaan eronnut yhdelläkään pelipaikalla merkitsevästi, vaan joka jaksolla pelaajien saavuttama huippunopeus oli keskimäärin yhtä korkea.



KUVA 6 Kokonaismatkat (m) ja keskinopeudet (km/h) 15 minuutin jaksoissa pelipaikoittain. Tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,05$) ero verrattuna ¹ 0–15 min, ² 15–30 min, ³ 30–45 min, ⁴ 46–60 min, ⁵ 60–75 min, ⁶ 75–90 min. KP = keskuspuolustaja, LP = laitapuolustaja, KK = keskikenttä, LK = laitakeskikenttä, H = hyökkääjä.

Nopeusalueella 1 liikuttu matka oli samanlaista kaikilla kenttäpelaajilla eli vähäisintä ensimmäisen 15 minuutin aikana (kuva 7). Muuten 15 minuutin jaksojen välillä oli vähemmän vaihtelua, kolmannen jakson erottuessa hieman muita korkeampana ja neljännen ollessa muita kuin ensimmäistä matalampi. H:llä ensimmäisen ja kolmannen jakson ero oli tilastollisesti merkitsevä. Myös KK:n osalta nopeusalueen 1 matka oli vähäisintä ensimmäisen 15 minuuttisen aikana ja merkittävästi vähäisempää muihin kuin neljänteen verrattuna (kuva 7). Myös KK ja KP pelaajilla kolmannen jakson lukema oli korkein ja merkitsevästi enemmän molemmilla verrattuna ensimmäiseen 15 minuutin jaksoon, KP:lla myös verrattuna 4. ja 6. jaksoihin. LK ja LP pelipaikoilla myös ensimmäisten 15 minuuttisten lukemat ovat alhaisimpia (kuva 7). LP:n osalta ei kuitenkaan löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja jaksojen kesken. LK:t puolestaan liikkuvat merkitsevästi enemmän 3., 5. ja 6. jaksojen aikana kuin 1. jakson.

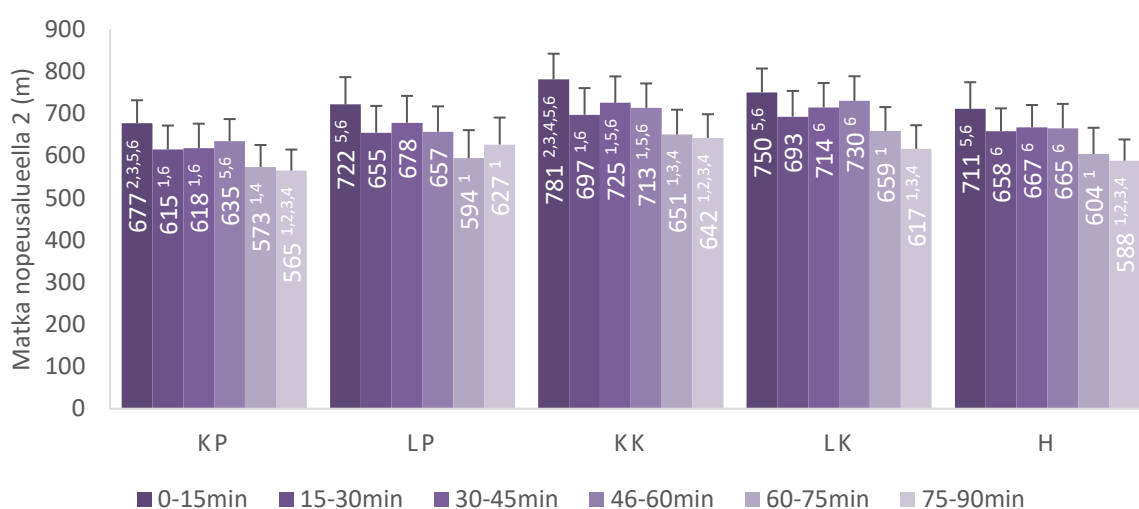


KUVA 7 Matka nopeusalueella 1 (m) 15 minuutin jaksoissa pelipaikoittain.

Tilastollisesti merkitsevä ($p < 0.05$) ero verrattuna ¹ 0–15 min, ² 15–30 min, ³ 30–45 min, ⁴ 46–60 min, ⁵ 60–75 min, ⁶ 75–90 min. KP = keskuspuolustaja, LP = laitapuolustaja, KK = keskikenttä, LK = laitakeskikenttä, H = hyökkääjä.

Liikuttu matka nopeusalueella 2 oli suurinta jokaisella pelipaikalla 0–15 minuuttien aikana (kuva 8). H:llä viimeisten 15 minuutin lukema on merkittävästi vähemmän kuin millään muulla 15 minuutin jaksolla, pois lukien viidennen jaksoon verrattuna. Lisäksi H:n minuuttien 60–75 lukema on merkittävästi vähemmän kuin 0–15 minuuttien. KK pelaajilla ensimmäisen 15

minuuttisen matka oli merkitsevästi suurempi kuin muiden jaksojen. Tilastollisesti merkitseviä eroja oli myös 15 minuutin jaksoista 3. ja 4. suhteessa 5. ja 6. jaksoihin sekä jaksojen 2. ja 6. kesken. Myös KP:t liikkuvat merkitsevästi enemmän tällä nopeusalueella ensimmäisen 15 minuutin aikana kuin jaksoilla 2., 3., 5. ja 6. (kuva 8). Jaksojen 2., 3. ja 4. aikana liikuttu matka on merkitsevästi suurempaa kuin viimeisellä 15 minuutin jaksolla. Lisäksi jaksoista neljäs erottuu merkitsevästi viidennestä. LK:llä merkitsevää eroa oli ensimmäisen ja kahden viimeisen 15 minuuttisen, ja toiseen suuntaan viimeisen ja 3. ja 4. jaksojen välillä. LP:lla tilastollisesti merkitseviä eroja oli vain ensimmäisen ja kahden viimeisen jakson välillä (kuva 8).

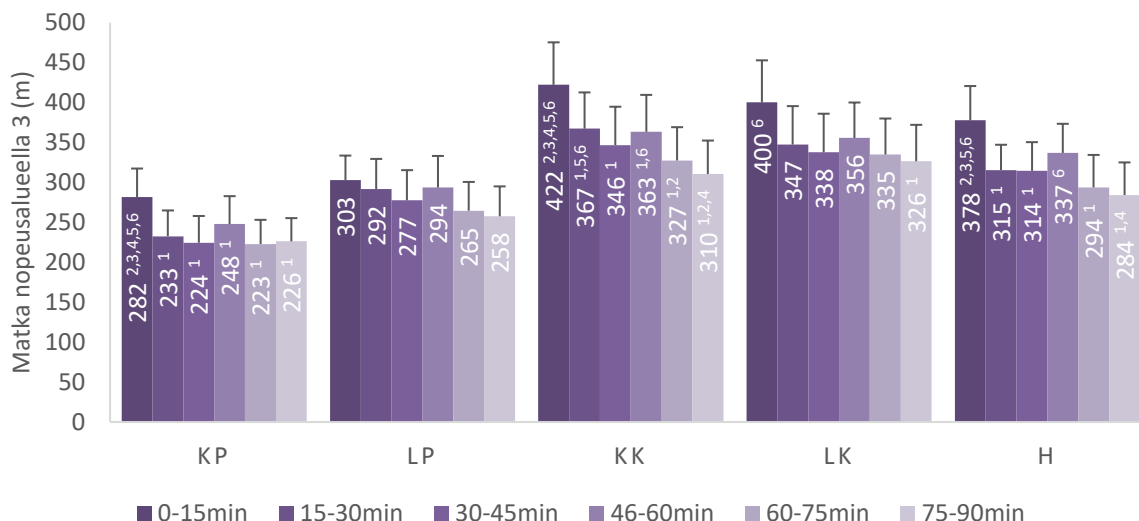


KUVA 8 Matka nopeusalueella 2 (m) 15 minuutin jaksoissa pelipaikoittain.

Tilastollisesti merkitsevä ($p < 0.05$) ero verrattuna ¹ 0–15 min, ² 15–30 min, ³ 30–45 min, ⁴ 46–60 min, ⁵ 60–75 min, ⁶ 75–90 min. KP = keskuspuolustaja, LP = laitapuolustaja, KK = keskikenttä, LK = laitakeskikenttä, H = hyökkääjä.

Myös nopeusalueella 3 liikuttu matka oli jokaisen pelipaikan osalta suurinta ensimmäisen 15 minuutin aikana (kuva 9). Hyökkääjillä merkittävää eroa oli 1. ja muiden kuin 4. jakson välillä. Lisäksi merkitsevä ero oli myös 4. ja 6. jaksojen välillä. KK:n ensimmäisen 15 minuutin jakson ero oli merkitsevää muihin jaksoihin verrattuna. Lisäksi jakson 2. lukemat olivat merkitsevästi suuremmat kuin jaksojen 5. ja 6. sekä jakson 4. lukemat verrattuna viimeiseen. KP:n osalta merkitsevää eroa oli vain ensimmäisen ja muiden 15 minuutin jaksojen välillä. LK:n osalta merkitsevä ero oli vain ensimmäisen ja viimeisen jakson kesken. LP:n osalta merkitsevää eroa ei ollut 15 min jaksojen kesken nopeusalueella 3.

Myös korkeaintensiteettisen juoksun osalta ensimmäisen jakson matka oli joka pelipaikalla suurinta (kuva 10). Korkeaintensiteettisen juoksun määrässä ei ollut kuitenkaan ottelun aikana merkitseviä eroja kuin LK pelaajilla. LK:n liikkuma keskimääräinen matka ensimmäisen 15 minuutin aikana oli merkitsevästi suurempaa kuin seuraavien jaksojen 2., 3. ja 4. aikana (kuva 10).

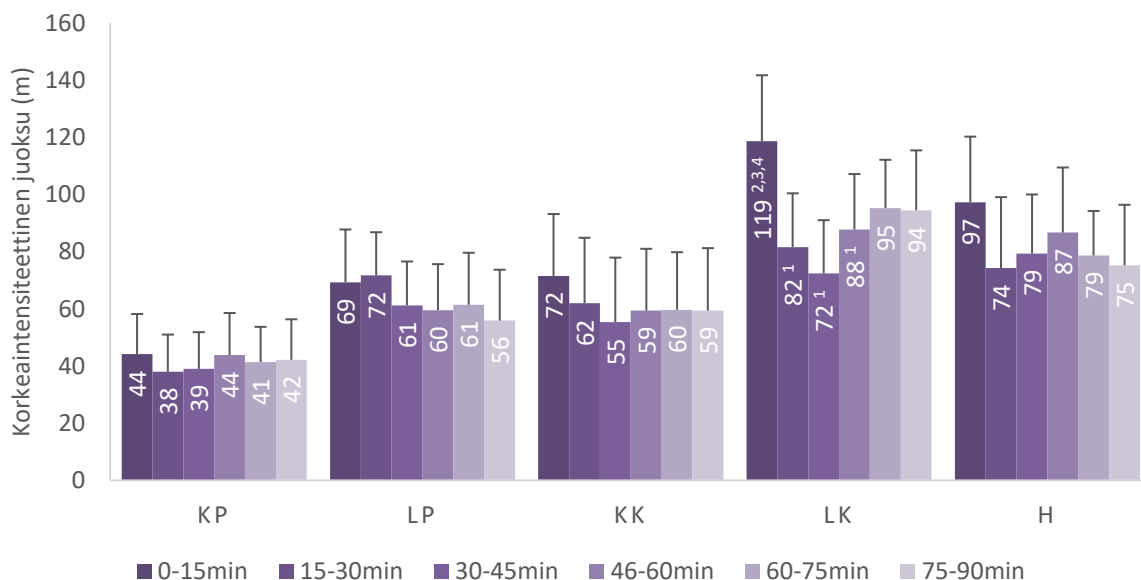


KUVA 9 Matka nopeusalueella 3 (m) 15 minuutin jaksoissa pelipaikoittain.

Tilastollisesti merkitsevä ($p < 0.05$) ero verrattuna ¹ 0–15 min, ² 15–30 min, ³ 30–45 min, ⁴ 46–60 min, ⁵ 60–75 min, ⁶ 75–90 min. KP = keskuspuolustaja, LP = laitapuolustaja, KK = keskikenttä, LK = laitakeskikenttä, H = hyökkääjä.

Sama trendi jatkui myös kiihdytysten ja jarrutusten osalta; ottelun ensimmäisen 15 minuuttisen lukemat olivat pelipaikasta riippumatta suurimmat. Kiihdytyksissä H (vaihteluväli 16,7–13,9), LK (16,7–14,4) ja LP (13,0–11,0) pelipaikoilla merkitsevää eroa ei ollut 15 min jaksojen välillä. KK:llä ero oli merkitsevää 0–15 minuuttien kiihdytyksissä ja muiden (vaihteluväli 11,8–12,7) kuin viidennen jakson (13,6) välillä. KP:lla merkitsevää eroa oli vain ensimmäisen (12,0) ja kolmannen 15 minuutin jakson (9,9) kesken. Kenttäpelaajain jarrutuksissa merkitsevää eroa oli lähinnä 0–15 minuuttien ja muiden 15 min jaksojen välillä. KK pelaajilla 1. ja 4. jakson keskimääräiset jarrutuslukemat 18,6 ja 17,6 erosivat merkitsevästi 5. ja 6. jaksojen lukemista 14,8 ja 15,1. KP:lla merkitsevää eroa oli vain 1. (13,6) ja 6. jakson (11,6) kesken, LK:llä ja LP:lla puolestaan 1. jakson (LK 21,6 ja LP 16,2) ja 5. (LK 17,7, LP 12,8) ja 6. jaksojen (LK

17,2, LP 13,0) välillä. H:n osalta merkitseviä eroja oli enemmän; 1. jakson (21,2) ja 2. (17,5), 5. (16,3) ja 6. (17,7) jaksojen, sekä 3. (19,8) jakson ja 4. (19,6) verrattuna 5. jaksoon.



KUVA 10 Korkeaintensiivinen juoksu (m) ottelussa 15 minuutin jaksoissa pelipaikoittain.

Tilastollisesti merkitsevä ($p < 0.05$) ero verrattuna ¹ 0–15 min, ² 15–30 min, ³ 30–45 min, ⁴ 46–60 min, ⁵ 60–75 min, ⁶ 75–90 min. KP = keskuspuolustaja, LP = laitapuolustaja, KK = keskikenttä, LK = laitakeskikenttä, H = hyökkääjä.

Keskisykkeen (bpm ja %HR_{max}) osalta ei juuri merkitseviä eroja ollut 15 minuutin jaksojen kesken. Erot lukemien välillä olivat suhteellisen pieniä, joten sykelukemien osalta erojen voitiin tulkita olevan enimmäkseen vain 1. ja 2. puoliaikojen välillä. Keskisykkeet olivat 15 minuutin jaksojen 2. ja 3. kohdalla korkeimmat jokaisella pelipaikalla ja laskivat toisen puoliajalle. Merkitseviä eroja ($p < 0.05$) 15 minuutin jaksoissa oli KK:n keskisykkeen (%) korkeimman eli 3. jakson (88,7 %) ja jaksojen 1., 4., 5. ja 6. lukemien (85,4–86,9 %) oltua tilastollisesti merkittävästi matalammat. Myös KK:n keskisyke (bpm) erosi merkitsevästi 2. ja 4. 15 minuutin jakson sekä jakson 3. ja jaksojen 4., 5. ja 6. kesken. H:llä tilastollisesti merkitseviä eroja oli vain keskisykkeen (%) jaksoista 3. ja 4. kesken, 30–45 minuuteilla keskisykkeen ollessa korkeampi (87,0 vs. 84,4 %). LP:n sykelukemissa oli tilastollisesti merkitseviä eroja 15 minuutin jaksoista 2. ja 4. välillä keskisykkeen (bpm ja %) ja maksimisykkeen (%) osalta. Keskisyke oli korkeimmillaan 2. jakson aikana ja keskimäärin 87,5 %, kun taas 4. jakson aikana

matalimmillaan 84,5 % maksimista. Maksimisyke (%) puolestaan toisen 15 minuuttisen aikana oli 95,8 % ja neljännen aikana 93,7 %. Myös KK:n maksimisyke (%) erosi 3. (95,9 %) ja 4. (94,5 %) jaksojen kesken merkitsevästi. KP:lla ei ollut merkitseviä eroja sykelukemien osalta. LK:n maksimisyke (bpm) erosi merkitsevästi 2. ja 4. jaksojen välillä, lisäksi matalin maksimisyke (%) jakson 4. (93,5 %) aikana erosi jaksoista 2., 3. ja 5. (96,2, 95,9 ja 95,7 %) merkitsevästi.

Aika sykealueella 3 erosi melko vähän pelipaikkojen sisällä. H:n 15 minuutin jaksoista 3. (9,9 % ajasta) ja 5. (17,1 %) kesken ero oli merkitsevää, samoin LP:lla kolmannen jakson (8,2 %) ja 4. (16,8 %) ja 5. jaksojen (18,8 %), sekä toisen (10,0 %) ja viidennen jakson kesken ($p < 0.05$). KK:llä eroja oli eniten, 15 minuutin jaksoista 5. (14,2 %) ja 1. (9,4 %), 2. (9,4 %) ja 3. (6,2 %) jaksojen, sekä 3. jakson ja 4. (13,5 %), 5. ja 6. (12,8 %) jaksojen kesken. Aika sykealueella 4 erosi vain KK:llä ja näillä toisen puoliajan ensimmäisen (47,2 %) ja ensimmäisen puoliajan viimeisen 15 minuuttisen kesken kolmannen (39,4 %). Muuten erot olivat pieniä ja ei merkitseviä pelipaikkojen sisällä ja vartin jaksojen kesken.

Ajassa sykealueella 5 oli tilastollisia eroja vain LP:lla ja KK:llä. LP:lla tilastollisesti merkitseviä eroja oli neljännen jakson (22,5 % ajasta) ja 2. (41,5 %) ja 3. (40,4 %) jaksojen välillä. KK:llä kolmannen jakson aikana (52,7 %) vietettiin enemmän aikaa sykealueella 5 kuin jaksoista 1. (41,7 %), 4. (33,8 %), 5 (39,3 %) ja 6. (37,2 %) aikana, ja puolestaan toisen jakson (48,7 %) aikana merkitsevästi enemmän kuin jaksojen 4. ja 6. aikana. Muiden pelipaikkojen osalta ei ollut merkitseviä eroja, vaikka toisen ja ennen kaikkea kolmannen 15 minuuttisen lukemat olivat kaikilla muilla jaksoja korkeammat. Myös yleisesti toisen puoliajan ensimmäisen jakson (4. jakso) aika oli pelipaikasta riippumatta jaksoista alhaisinta sykealueella 5.

7 POHDINTA

Tässä pro gradu -tutkielmassa ensisijaisena tavoitteena oli selvittää millaiset ovat Kansallisen liigan pelaajien fyysiset vaatimukset pelipaikkakohtaisesti otteluissa. Tutkimuksen perusteella Kansallisen liigan jalkapallo-ottelut näyttävät asettavan korkeat fyysiset vaatimukset kaikille kenttäpelaajille ja eri pelipaikoille (keskuspuolustajat, laitapuolustajat, keskuskeskikentät, laitakeskikentät ja hyökkääjät). Kenttäpelaajat muun muassa liikkuvat keskimäärin yli 10 km ottelua kohden ja kokevat suurta aerobista kuormitusta otteluissa (vrt. Krusturp ym. 2005; Andersson ym. 2010; Krusturp ym. 2010; Ohlsson ym. 2015), keskisykkeen ollessa keskimäärin 86 % maksimisykkeestä ja huippusykelukemien käydessä ottelun aikana tasaisesti aivan maksimisykearvojen (97 % HR_{max}) lukemissa.

Kansallisessa liigassa on eroja ottelukuormituksessa pelipaikkakohtaisesti, mikä oli tutkimuskysymyksen 1 hypoteesin mukainen lopputulos. Pelipaikkakohtaisesti fyysiset vaatimukset olivat korkeimmat laitakeskikentillä myös tilastollisesti, sillä nämä liikkuivat eniten kokonaismatkaa ja korkeaintensiteettistä juoksua, ja heillä oli eniten sprinttejä ja kiihdytyksiä sekä jarrutuksia ottelua kohden. Mainittujen muuttujien erot olivat merkitseviä muihin pelipaikkoihin nähden (pl. kokonaismatkassa KK ja muissa H nähden). Tilastollisesti merkitseviä eroja fyysisissä vaatimuksissa oli havaittavissa selkeimmin KP:n ja muiden pelipaikkojen kesken. KP:n fyysiset vaatimukset olivat alhaisimmat kaikkien muiden muuttujien kuin keskimääräisen huippunopeuden suhteen, ja erosivat muista useimmiten merkitsevästi, suurimpien eroavaisuuksien ollessa kokonaismatkan, korkeaintensiteettisen juoksun, sprinttien ja kiihdytysjarrutus lukemien osalta. LP:n, LK:n, KK:n ja H:n fyysisissä vaatimuksissa erot olivat pienempiä, vaikka tilastollisesti merkitseviä eroja näiden pelipaikkojen välillä löytyikin yksittäisten muuttujien kesken.

Tutkimuskysymykseen 2 vastaus on myös hypoteesin mukainen ja ottelun vaihe siis vaikuttaa fyysiseen suorituskykyyn riippumatta pelipaikasta. Kuormitus jakautui kuitenkin yllättävän tasaisesti ensimmäisen ja toisen puoliajan kesken. Tilastollisesti merkitseviä eroja ei juuri löytynyt, vaikka hienoista tiputusta kuormitusmuuttujissa oli. Esimerkiksi kokonaismatka ja keskinopeus tippuivat kaikilla kenttäpelaajilla (taulukko 2). Odotetusti ja selkeästi pelaajien

kuormitus ja fyysiset vaatimukset olivat kovimmillaan otteluiden ensimmäisen 15 minuutin aikana, jonka jälkeen kuormitusmuuttujalukemat laskivat. Monen muuttujan, kuten kokonaismatkan ja keskinopeuden, lukemat laskivat ensimmäisen vartin jälkeen, mutta pysyivät melko tasaisena seuraavat kolme 15 minuutin jaksoa. Vielä ottelun loppua kohden kahdella viimeisellä 15 minuutin (60–75 min ja 75–90 min) jaksolla lukemat laskivat edellisistä, mutta eivät merkitsevästi, eikä tässä ollut juuri eroja pelipaikkakohtaisesti kenttäpelaajilla. Vaikka pelipaikka- ja muuttujakohtaisia eroja oli, pääsääntöisesti tilastollisesti merkitseviä eroja oli enimmäkseen ensimmäisen ja viimeisen 15 minuuttisen välillä. Tästä trendistä poikkesi kuitenkin muuttujista korkeaintensiteettisen juoksun määrä, mikä pysyi tasaisempana läpi koko ottelun.

7.1 Ulkoinen kuormitus otteluissa

Kenttäpelaajien liikkuma kokonaismatka oli otteluissa keskimäärin 9275–10797 metriä, keskiarvon ollessa kaikkien kenttäpelaajien osalta 10134 metriä. Nämä liikutut kokonaismatkat ovat siis hyvin samassa linjassa aikaisempien tutkimusten kanssa (mm. Datson ym. 2017; Scott ym. 2020a; Scott ym. 2020b; Bradley & Scott 2020; Panduro ym. 2020) naisten jalkapallossa. KK:n ja LK:n liikkumat korkeimmat kokonaismetrimäärät, KP:n vähäisin liikuttu matka, ja LP:n ja H:n sijoittuminen edellä mainittujen välimaastoon, vastaavat myös täysin aiempia havaintoja pelipaikkakohtaisista eroista kokonaismatkassa (mm. Scott & Bradley 2020; Scott ym. 2020; Trewin ym. 2018; Datson ym. 2017). Se mikä kokonaismatkassa oli tässä tutkimuksessa poikkeavaa, niin kaikkein korkeimman kokonaismatkan liikkuiivat LK:t, kun aiemmassa kirjallisuudessa KK pelaajat ovat liikkuneet eniten (mm. Scott & Bradley 2020; Scott ym. 2020; Trewin ym. 2018; Datson ym. 2017). Ero ei toki ole merkitsevä näiden pelipaikkojen välillä tässäkään tutkimuksessa ja voi johtua osittain tutkittavien otteluanalyysien määrästä (LK n = 31 vs. KK n = 91). Toisaalta myös muut vaatimukset näyttävät olevan kovimmat LK pelaajilla, joten tulos vaikuttaisi sen pohjalta hyvin luotettavalta. Lisäksi hieman yllättäen LK liikuttu matka oli toisella puoliajalla enemmän kuin ensimmäisellä, vaikka merkitsevää ero ei ollutkaan (kasvu 0,1 %), kun kaikilla muilla liikuttu matka tippui. KP:lla tiputusta ei tosin käytännössä ollut lainkaan ja muilla tiputus oli noin 2 % ja näistä vain KK ero ensimmäisen ja toisen puoliajan välillä oli tilastollisesti merkitsevä. Lasku kokonaismatkassa on siis vähemmän kuin useassa aikaisemmassa tutkimuksessa, joissa toisella puoliajalla liikuttu

matka on ollut yleensä 5 % vähemmän ensimmäiseen verrattuna (Bradley ym. 2014; Hewitt ym. 2014; Mara ym. 2017b). 15 minuutin jaksoissa ensimmäisen ja kahden viimeisen vartin fyysisen suorituskyvyn erot on havaittu myös aiemmin (Hewitt ym. 2014).

Melko odotettu tulos oli, että kohtalaisen intensiteetin juoksua nopeusalueella 3 (13–19 km/h) juoksivat eniten KK (2251 m) ja LK (2233 m) pelaajat, ja juostut matkat olivat merkitsevästi enemmän kuin muilla pelipaikoilla. Lisäksi myös H:t liikkuvat merkitsevästi enemmän tällä alueella kuin puolustajat (KP ja LP). Korkeaintensiteettistä juoksua nopeusalueilla 4 (19 km/h –23 km/h) ja 5 (≥ 23 km/h) juoksivat puolestaan, ja samalla tilastollisesti merkitsevästi, eniten LK (445 m ja 136 m) ja H (405 m ja 115 m) pelaajat. LP ja KK pelaajat liikkuvat suunnilleen yhtä paljon näillä alueilla ja merkitsevästi enemmän kuin KP:t. Sprinttimäärissä erot olivat samat pienin vivahde eroin, sillä näissä LP:t ottivat pienen, mutta eivät merkitsevän, eron KK:iin ja jonka lisäksi KK:n ja KP:n tilastollisesti merkitsevä ero poistui. Otteluiden sisällä korkeaintensiteettisen juoksun määrä jakaantui melko tasaisesti kaikilla pelipaikoilla, LK pelaajien ensimmäistä varttia lukuun ottamatta. Kohtalaisen intensiteetin juoksun määrä laski ottelun edetessä, ja kun tarkastellaan 15 minuutin jaksoja, niin tilastollisesti merkitsevä ero oli ensimmäisen ja viimeisen 15 minuuttisen kohdalla kaikilla pelipaikoilla. Kohtalaisen ja korkeaintensiteettisen juoksun matkoissa Kansallisen liigan pelaajat jäivät järjestäen pelipaikasta riippumatta suorituskyvyssä huipputason pelaajista (Bradley & Scott 2020; Scott ym. 2020a). Eri tasojen välisistä eroista tutkimustieto on vielä melko vähäistä, mutta Manson ym. (2014) mukaan yhtenä selittävänä tekijänä voisi olla pelaajien fyysisten ominaisuuksien matalampi taso esimerkiksi nopeudessa, kestävyudessa ja alaraajojen voimassa.

Korkeaintensiteettisen juoksun lisäksi yhtenä fyysisestä suorituskyvystä kertovana mittarina voidaan tarkastella myös sprinttien aikana saavutettavaa huippunopeutta. Pelipaikoittain keskimääräisessä huippunopeudessa LK, H ja LP pelaajat erottuivat KP ja KK pelaajista tilastollisesti merkittävästi. LK, H ja LP kiihdyttivät keskimäärin 27,5 km/h huippunopeuteen joka ottelussa, kun KP ja KK olivat lähempänä 26 km/h vauhtia. Huippunopeuksissa ei ollut merkitsevää eroa ottelun eri vaiheissa. Mainittavaa on, että yksittäiset pelaajat juoksivat parhaimmillaan jopa noin 32 km/h (LP), 31 km/h (H, KK ja LK), 30 km/h (KP) ja 26,5 km/h (MV) nopeudella. Keskimääräisissä huippunopeuksissa Kansallisen liigan pelaajat jäivät vielä Scott ym. (2020) NWSL:n ja Panduro ym. (2020) Tanskan liigan pelaajista, mutta saavutetuissa

huippunopeuksissa pelaajat ovat samalla tasolla aivan huipputason pelaajien kanssa. Keski- ja huippunopeudetkin osoittavat, että Kansallisen liigan kansallisen tason pelaajat jäävät kansainvälisen huipputason pelaajista korkeaintensiteettisissä suorituksissa, sillä havaitun perusteella huipputasolla pelaajat pystyvät suorittamaan enemmän kovavauhtisia juoksuja. Aiemmissä tutkimuksissa on havaittu, että sarjatason noustessa kokonaismatkassa ei tapahdu isoa muutosta, sen sijaan korkeaintensiteettisen juoksun määrä kasvaa korkeammalla tasolla (mm. Vescovi ym. 2021; Andersson ym. 2010; Mohr ym. 2008). Tämän tutkimuksen löydökset tukevat näitä havaintoja ja indikoivat siten melko hyvin mikä on Kansallisen liigan taso tällä hetkellä.

Aiempien tutkimuksien havainnoista poiketen (Mara ym. 2017a; Ramos ym. 2019) kiihdytysten ja jarrutusten määrä vaihteli pelipaikoittain. LK ja H saivat jälleen korkeimmat lukemat ja KP:t alhaisimmat, kun aiemmin (Mara ym. 2017b; Ramos ym. 2019) kiihdytys ja jarrutus lukemissa ei ole havaittu eroja pelipaikkakohtaisesti. Tulokset eivät ole täysin yhtenäisiä myöskään Panduro ym. (2020) tutkimukseen verrattuna, jossa kohtalaisen kynnyksen kiihdytyksiä (1.50 m/s^2 – 2.99 m/s^2) ja jarrutuksia (-1.50 m/s^2 – -2.99 m/s^2) suorittivat eniten KK ja LK pelaajat ja jossa merkitsevää eroa oli vain verrattuna KP:iin. Korkean kynnyksen ($\geq 3.00 \text{ m/s}^2$ ja $\leq -3.00 \text{ m/s}^2$) lukemissa Kansallisen liigan ja Tanskan liigan pelaajat suorittivat samoja määriä ja molemmissa yhtäläistä on, että jarrutusten määrä on suurempi kuin kiihdytysten määrä. Tämän enempää vertailua muihin tutkimuksiin on vaikea tehdä, sillä menetelmät ja kynnykset eroavat vielä tutkimuskentällä ja esimerkiksi Ramos ym. (2019) ja Trewin ym. (2018) tutkimuksista puuttuu pelipaikoista kokonaan tämän tutkimuksen kovimmat fyysiset vaatimukset omaava LK. Tässä tutkimuksessa jarrutusten määrä tippui keskimäärin 5 % ensimmäiseltä toiselle puoliajalle ja kiihdytysten määrä laski keskimäärin 2 %, mutta vaihtelua oli paljon. KP ja LK pelipaikkojen kiihdytysmäärät jopa nousivat toiselle puoliajalle. Muuten kiihdytys- ja jarrutuslukemien yleinen trendi oli, että pelipaikasta riippumatta ensimmäisen 15 minuuttisen lukemat olivat korkeimmat ja kahden viimeisen 15 minuuttisen pienimmät.

Pelipaikoittain tarkasteltuna, kuten mainittu, KP:n fyysiset vaatimukset olivat järjestäen muita pelipaikkoja matalammat. Kokonaismatka 9275 m jäi hieman kansainvälisen tason pelaajista, mutta Panduro ym. (2020), joka on yksi tuoreimmista julkaisuista, tutkimuksen kanssa

liikutussa matkassa oli vain metrin ero Kansallisen liigan KP:n eduksi. Korkean intensiteetin juoksussa (260 m) KP:t jäivät lähes puoleen (noin 45 % vähemmän) huipputason pelaajista (taulukko 1) ja kohtalaisen intensiteetin juoksussa lukema 1515 m on noin 20 % alhaisempi. Huippunopeudessa KP:t jäivät selvästi Scott ym. (2020) 29,7 km/h sekä vähemmän Panduro ym. (2020) 27,5 km/h keskimääräisistä nopeuksista. Otteluiden sisällä KP:lla huomattavaa oli, että otteluiden edetessä korkeaintensiteettisen juoksun määrä jopa nousi 11,5 % toiselle puoliajalle ja tämä johtui nimenomaan nopeusalueella 4 liikutun matkan kasvusta. KP:n kiihdytys ja jarrutus määrät vaikuttaisivat olevan samassa linjassa Panduro ym. (2020) kanssa eli määrät ovat kenttäpelaajista pienimmät, mikä eroaa aiemmista tutkimuksista (Trewin ym. 2018; Ramos ym. 2019; Mara ym. 2017b), joissa pelipaikkojen kesken ei havaittu eroja.

LP:n kokonaismatka 10063 m oli puolestaan täysin vertailukelpoinen Taulukossa 1 ja Panduro ym. (2020) 10053 m esitettyihin lukemiin. Kohtalaisen ja korkeaintensiteettisen juoksun kanssa trendi oli sama kuin KP:lla, matkat kolmella ylimmällä nopeusalueella jäivät selvästi huipputason pelaajista, noin 28 % (Scott ym. 2020) ja noin 13 % (Scott & Bradley 2020) verrattuna. Aiempiin tutkimuksiin suhteutettuna LP:n fyysiset vaatimukset jäivät odotettua alhaisimmiksi etenkin korkeaintensiteettisessä juoksussa, jossa LP:t olivat muissa tutkimuksissa (Scott ym. 2020; Scott & Bradley 2020; Mara ym. 2017a) lähes samoissa tai ainakin lähempänä LK:n ja H:n vaatimuksia.

Kansallisen liigan KK pelaajat (taulukko 2) jäivät selvästi kansainvälisen tason pelaajien matkasta nopeusalueilla 3, 4 ja 5 (taulukko 1). Taulukossa 1 esitetyistä lukemista kuitenkin KK:t pääsevät samoihin korkeaintensiteettisen juoksun lukemiin kuin kansallisen tason pelaajat (Scott ym. 2020a), mutta jäivät selvemmin jälkeen kohtalaisella intensiteetillä eli nopeusalueella 3 juostussa matkassa. Huipputason pelaajiin nähden Kansallisen liigan KK:t liikkuvat keskimäärin noin 10 % vähemmän nopeusalueella 3 ja nopeusalueella 4 noin 20 % vähemmän. Sprinttialueella (nopeusalue 5) eroa ei ollut taulukon 1 kansallisen tason pelaajiin, mutta kansainvälisen tason huippupelaajista jäätiin noin puoleen. Kokonaismatkassa KK pelaajat liikkuivat niukasti enemmän kuin tanskalaiset kollegansa (Panduro ym. 2020) (10 634 vs. 10 572 m), kumpaisenkin ollessa samalla tasolla aiempien tutkimusten kanssa (taulukko 1). Samoin hyvin tasoissa ollaan kolmen ylimmän nopeusalueen osalta. Tutkimuksen perusteella KK:n suorituskyky näyttäisi olevan vielä muitakin pelipaikkoja selkeämmin korkeimmillaan

ensimmäisen 15 minuutin aikana ja alhaisimmillaan viimeisen 15 minuutin aikana, jos mittarina käytetään tilastollisesti merkittävien eroavaisuuksien määrää. Tätä ensimmäisen 15 minuuttisen suurempaa aktiivisuutta voisi selittää se, että KK:n rooli on usein olla sekä puolustuksen että hyökkäysten tukena (Datson ym. 2017) ja kun 0–15 minuuttien aikana kaikki pelaajat liikkuvat enemmän, nostaa se KK pelaajien aktiivisuutta entistä enemmän.

LK:n kokonaismatka lähes 10 800 metriä erottuu positiivisesti sekä tässä tutkimuksessa muista pelipaikoista, että kansainvälisesti vertailtuna kokonaismatkassa. Myös LK jäävät naisten NWSL:n huipputasosta 15 % (Scott ym. 2020) nopeusalueella 3, mutta toisaalta ero on Kansallisen liigan eduksi niukasti (2233 vs. 2195 m) 2019 MM-kisoihin verrattuna (Scott & Bradley 2020). Nopeusalueen 4 juoksussa sen sijaan LK:t jäävät huipputasosta noin 25 % ja sprinttialueella lukema on noin 45 % alempi. mutta sen sijaan ero on suhteellisen pieni Scott ym. (2020) NWSL:n kansallisen tason pelaajien sprinttimatkaan (136 vs. 152 m). Muihin pelipaikkoihin nähden LK fyysiset vaatimukset olivat omalla tasollaan, sillä niin monet muuttajat (kokonaismatka, korkeaintensiteettiset juoksut, sprinttien, kiihdytysten ja jarrutusten määrät, huippu- ja keskinopeudet) olivat muita pelipaikkoja korkeammat.

H:n liikkuma kokonaismatka 10 295 metriä oli puolestaan hyvin samoissa lukemissa mitä useissa tutkimuksissa on mitattu (mm. Scott & Bradley 2020; Trewin ym. 2018; Datson ym. 2017). Toisaalta liikuttu selvästi matka oli korkeampi kuin NWSL:ssa (Scott ym. 2020), Brasilian maajoukkuepelaajilla (Ramos ym. 2019) tai Tanskan liigassa (Panduro ym. 2020), joissa liikuttu matka oli noin 9800 metriä. MM-kisoihin 2019 verrattuna nopeusalueella 3 liikuttu matka oli yhtäläinen, mutta jälleen alueilla 4 ja 5 Kansallisen liigan pelaajien H:n liikkuma matka on noin kolmanneksen vähemmän huipputasoon verrattuna. Ero kasvaa siirryttäessä nopeusalueelta 4 nopeusalueelle 5, jossa matka jää noin 45 % huipputasolta (vrt. Scott ym. 2020; Scott & Bradley 2020). Vaikka H:t jäivät LK:n vaatimuksista, merkittäviä eroja näiden kesken ei ollut korkeaa intensiteettiä vaativissa suorituksissa.

MV:n liikkuma kokonaismatka 4788 m oli enemmän, kuin Scott ym. (2020) KV 4743 m ja kansallinen 4445 m, mutta jäivät hieman 19 MM-kisojen (Scott & Bradley 2020) luvusta 5028 m ja Tanskan liigan 5214 m (Panduro ym. 2020) kokonaismatkasta. MV:t eivät otteluissa juuri

sprinttikynnystä 23 km/h ylittäneet, ja myös nopeusalueilla 3 ja 4 liikuttu matka oli hyvin vähäistä ja vähäisempää kuin muissa tutkimuksissa (Scott ym. 2020; Scott & Bradley 2020). Kiihdytys ja jarrutus määrissä MV:t jäivät myös kenttäpelaajista todella paljon, kuten myös yleisesti tässä tutkimuksessa mitatuissa fyysisissä vaatimuksissa.

7.2 Sisäinen kuormitus otteluissa

Sisäistä kuormitusta mittaavissa muuttujissa ei havaittu aikaisemmasta kirjallisuudesta poikkeavia tuloksia. Aikaisempien tutkimusten linjan mukaisesti kenttäpelaajien keskisyke otteluissa oli keskimäärin 86 % maksimisykkeestä. Kun keskimääräinen syke on noin 85 %, se vastaa noin 75 % maksimaalista hapenottokykyä (Vigh-Larsen ym. 2018; Bradley ym. 2009; Mohr ym. 2003), ja kun näitä arvoja verrataan tutkimuksessa havaittuun pelaajien ottelunaikaiseen keskisykkeeseen, tämä osoittaa, että aerobista energijärjestelmää verotetaan voimakkaasti Kansallisen liigan otteluissa. Voidaan hyvin olettaa, että aerobista kuormitusta nostavat lyhyet intensiivisemmät suoritukset, kuten korkean intensiteetin juoksut ja voimakkaat kiihdytykset ja jarrutukset, siitäkkin huolimatta, että Kansallisen liigan pelaajat jäävät korkeaintensiteettisissä suorituksissa jälkeen huipputasosta.

Ottelun sisällä keskisyke nousi yleisesti puoliajan loppua kohti, mutta nousut eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Lisäksi keskisyke vaihteli pelipaikkojen ja 15 minuutin jaksojen kesken hyvin vähän, eikä yhdenkään pelipaikan osalta merkitsevästi (vaihteluväli 88–83 % HR_{max}). Tipusta ensimmäiseltä toisella puoliajalle oli 1–2 %-yksikköä, mikä vastaa aikaisempia havaintoja (Andersson ym. 2010; Krstrup ym. 2010; Ohlsson ym. 2015), että keskisyke tippuu toisella puoliajalla, vaikka merkitsevää eroa ei ollut puoliaikojen välillä pelipaikoista kuin KK:llä. MV:lla aerobisen energijärjestelmä kuormitus ei ole yhtä voimakasta kuin kenttäpelaajilla, sillä heidän keskisykkeensä jää otteluissa 75 % maksimista ja maksimisyke käy keskimäärin korkeimmillaan 89 % maksimista. Kenttäpelaajat pääsivät ajoittain aivan maksimisykelukemiin, eli korkeimmillaan pelipaikasta riippumatta käyvät 98–100 % (vrt. HR_{max}) lukemissa, niin keskimääräisesti korkeimmillaan pelaajat kävivät 97 % maksimilukemista ihan yhtä lailla kuin aiemmassa kirjallisuudessa (Andersson ym. 2010; Krstrup ym. 2010; Ohlsson ym. 2015). Anaerobisen järjestelmän merkitys energianlähteenä

korostuu intensiivisten sykettä ihan maksimilukemiin nostavien suoritusten aikoina (Bangsbo ym. 2007), eli Kansallisen liigan otteluiden anaerobisen kuormituksen voidaan olettaa myös olevan samalla tasolla aiempien tutkimusten kanssa, vaikka esimerkiksi veren laktaattipitoisuuksia ei tutkimuksessa mitattu.

Sykealueilla 1 ja 2 vietetty aika oli hyvin vähäistä otteluissa, yhteensä 3–6 % koko ottelusta. Suurimman osan ajasta pelaajat viettivät sykealueilla 4 (49 %) ja 5 (33 %), mikä vaikuttaisi olevan hyvin samanlainen havainto kuin huipputason 32 % ajasta 90–95 % sykealueella (Ohlsson ym. 2015). Tällä perusteella kansallisen tason ja huipputason kesken ei ole merkitsevää eroa. Tulos on ristiriidassa Strauss ym. (2019) havaintoon siitä, että kansallisen tason pelaajat viettäisivät vain 10 % ajasta 90–95 % sykealueella. Tässä tutkimuksessa eri sykealueilla (% HR_{max}) vietetyissä ainoat erot löytyivät KK:n ja KP:n ja KK:n ja H:n välillä. KK pelaajat viihtyivät eniten sykealueella 5 ja H:t sykealueella 4. Tässä suhteessa näiden pelipaikkojen kesken ero oli merkitsevä, samoin kuin KK ja KP välillä sykealueilla 5 ja 3. Tulokset poikkeavat hienokseltaan Krstrup ym. (2005) ja Panduro ym. (2020) raporteista, joissa ei pelipaikkojen kesken havaittu eroja eri sykealueilla vietetyissä ajoissa. KK ja KP pelipaikkojen erot sykealueilla 3 ja 5 vietetyiden aikojen perusteella voidaan myös todeta, että KP pelaajien fyysinen kuormitus vaikuttaisi olevan pelipaikoista vähäisintä tälläkin mittarilla. Muuten eri sykealueilla vietetyssä ajassa havaittiin, että aika sykealueella 5 tippui ja aika sykealueilla 4 ja 3 kasvoi ensimmäiseltä toiselle puoliajalle. Kuitenkin ottelun sisällä 15 minuutin jaksoissa, sekä ensimmäisellä, että toisella puoliajalla vietetty aika sykealueella 5 kasvoi puoliaikojen loppua kohti, mikä selkeästi nähdään myös siinä, että keskisyke nousi pelaajilla puoliaikojen loppua kohden. Aika sykealueella 4 jakaantui suhteellisen tasaisesti ottelun aikana. Näiden ottelun sisäisten muutosten perusteella aerobinen ja samalla sisäinen kuormitus kasvoi puoliaikojen loppua kohden samalla kun ulkoiset kuormitustekijät laskivat ottelun loppua kohden.

7.3 Tutkimuksen rajoitukset

Tämä tutkimus on ensimmäinen, jossa on seurattu naisjalkapalloilijoiden ottelukuormitusta ja kuvattu fyysisiä vaatimuksia pääsarjatasolla Suomessa. Kansainvälisesti naisten jalkapallossa

vastaavia tutkimuksia, missä on otettu huomioon ulkoiset ja sisäiset vaatimukset samassa tutkimuksessa, ja missä on seurattu useamman saman sarjan joukkueen otteluita ja pelaajia koko kauden ajan naisjalkapalloilijoilla, ei ollut tutkimustyötä aloittaessa tiedossa muita. Tämän hetken tiedon mukaan vastaavaa ovat tutkineet myös Panduro ym. (2020). Lisäarvona edelliseen tässä tutkielmassa tarkasteltiin koko ottelun ja puoliaikojen lisäksi kuormituksen kehitystä otteluiden aikana 15 minuutin jaksoissa ja näin voitiin havainnoida fyysisten vaatimusten ja fyysisen suorituskyvyn muutosta ottelun aikana. On kuitenkin huomioitava, että vaikka tutkimuksen otteluanalyyysien määrä oli kohtalainen, kaikkia Kansallisen liigan joukkueita ei saatu osallistumaan tutkimukseen, eikä osallistuvien osalta saatu tehtyä mittauksia koko kauden ajan.

Tutkimuksessa havaittiin lisäksi joitain merkittäviä rajoitteita. Yhtenä rajoittavana tekijänä oli, että tutkimukseen osallistuneiden pelaajien pelipaikat määräytyivät ilmoitetun ensisijaisen pelipaikan mukaan, todellisen ottelukohtaisen pelipaikan sijaan. Ottelukuormituksessa ei voitu ottaa myöskään huomioon joukkueiden peliryhmyksiä. Pelaajat saattoivat pelata eri peleissä ja ottelun sisällä eri pelipaikoilla, eikä tätä pystynyt tarkistamaan pöytäkirjoista tai muista julkisista lähteistä. Tutkimuksessa ei myöskään voitu ottaa huomioon kaikkia yksittäisen pelaajan liikkeisiin vaikuttavia tekijöitä, kuten vastustajaa tai ottelun tuloksellista tilannetta (Griffin ym. 2020). Muita ottelukuormitukseen olennaisesti vaikuttavia tekijöitä, joita ei otettu huomioon, ovat voineet olla pelaajien motivaatio, väsymys/vireystila, aika edellisestä ottelusta (palautuminen) sekä olosuhteet (mm. lämpötila ja sääolosuhteet, pelialusta) ja vieras/koti pelin merkitys (Griffin ym. 2020; Vescovi & Falenchuk 2019).

Tässä tutkielmassa rajoittavana tekijänä oli myös naisten jalkapallotutkimuksessa vielä yleisestikin tunnistettu haaste tutkimusten vertailukelpoisuudesta. Tutkimusmenetelmät vaihtelevat ja erityisesti yhtenäinen näkemys käytettävistä nopeus- ja kiihdytysjarrutuskyynyksistä puuttuu. Kiihdytysten ja jarrutusten osalta tieteellinen kirjallisuus on lisäksi vähäistä ja tämän takia yhtenäisiä kynnyksiä ja siten vertailukelpoisuutta on tarjolla niukasti. Osana menetelmiä myös käytetty teknologia vaihtelee tutkimuksissa, mikä vaikeuttaa tutkimusten vertailtavuutta, vaikka Taberner ym. (2020) ovat havainneet näiden vertailukelpoisuuden olevan mahdollista. Menetelmällistä rajoitteista huolimatta pelipaikkakohtaisesti parhaiten tuloksia voitiin eri nopeusalueiden osalta verrata Scott ym.

(2020) NWSL:n ja Scott ja Bradley'n (2020) vuoden 2019 MM-kisoissa mitattuihin tuloksiin. Scott ym. (2020) käyttivät myös GPS-ohjaista järjestelmää, kun taas Scott ja Bradley (2020) käyttivät optista kamerajärjestelmää. Puolestaan samaa Polar Team Pro -järjestelmää käyttäneihin Panduro ym. (2020) olisi muuten hyvä verrata, mutta heidän käyttämät nopeusalueet erosivat tästä tutkimuksesta.

Käytetyissä teknologioissa on myös omat rajoitteensa. Ulkoisen kuormituksen mittaamisessa GPS-laitteilla ja tässä tutkimuksessa käytetyllä Polar Team Pro -pelaajajärjestelmällä ja siihen kuuluvilla laitteistolla on myös teknisiä rajoitteita, joiden vuoksi kuormitusmuuttujissa on virhelähteiden mahdollisuuksia olemassa. Polar Team Pro on validoitu ja FIFAnkin toimesta sertifioitu pelaajaseurantajärjestelmä, joten rajoituksistaan huolimatta tulokset antanevat luotettavan kuvan Kansallisen liiga otteluiden fyysisistä vaatimuksista. Suomessa stadionit ja pelikentät ovat myös melko pieniä ja avoimia, mikä nostaa GPS luotettavuutta mittauksissa.

7.4 Johtopäätökset ja jatkotutkimus

Yhteenvedon voidaan todeta, että Kansallisen liigan jalkapallo-ottelut vaativat pelaajiltaan fyysisesti paljon erilaisia suorituksia ja pelipaikoittain näiden suoritusten määrät ja matkat vaihtelevat. Ottelukuormituksen voidaan kuitenkin tulkita olevan yleisesti kovaa, vaikka kansainväliseen huipputasoon verrattuna Kansallisen liigan intensiteetti otteluissa vaikuttaa olevan alhaisempaa. Tätä indikoi esimerkiksi se, että pelaajat jäävät etenkin korkeaintensiteettisessä juoksussa ja sprinttien määrässä. Kansallisessa liigassa korkeimmat fyysiset vaatimukset pelipaikoista osuvat LK pelipaikan pelaajille ja alhaisimmat vaatimukset puolestaan KP:lle, mikä ei ollut yllätys. LK pelaajien kovaan kuormitukseen voisi vaikuttaa, että LP pelaajien fyysiset vaatimukset näyttäisivät jäävän suhteessa enemmän, siitä mitä aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu. On mahdollista, että Suomessa LK pelaajat osallistuvat aktiivisemmin peliin, mikä nostaa LK kuormitusta, ja, että modernit hyökkäävät LP:t puuttuvat sarjasta. Yksi selittävä tekijä, miksi KK pelaajat eivät tässä tutkimuksessa nousseet esille ensimmäisenä suorituskyvyltään voisi johtua siitä, että heillä tapahtui enemmän merkitsevää tiputusta puoliaikojen kesken mitä muilla pelipaikoilla. Näiden syiden selvittäminen vaatisi toki vielä tarkempaa analyysiä ja pelaajien liikkeen seuraamista kentän eri

alueilla. Pelipaikasta riippumatta kuormitus näyttäisi jakaantuvan tasaisesti puoliaikojen kesken, tippuen kuitenkin hieman ja siten, että kuitenkin fyysinen suorituskyky/vaatimukset ovat korkeimmillaan heti ottelun alussa ja heikkenee selkeämmin ottelun viimeisen puolituntisen aikana. Tässä on kuitenkin huomioitava, että 15 minuutin jaksoihin ei ole sisällytetty mahdollista lisäaikaa, jota tulee usein otteluissa puoliaikojen lopuksi, joten etenkin otteluiden lopussa kuormitus kestää pidempään kuin 90 minuutille asti. Koska aikaisemmissa tutkimuksissa on myös havaittu ensimmäisen ja kahden viimeisen 15 minuuttisen erottautuvan merkitsevästi jaksoista, voitaisiin sanoa, että Kansallisessa liigassa pelaajien fyysinen suorituskyky laskee samassa suhteessa kuin huipputasolla. Sitä miksi kuitenkin pelaajat jäävät etenkin korkeaintensiteetisessä juoksussa ja sprinttien määrässä vaatii lisätutkimusta sekä Kansallisen liigan, että muiden (huippu)tason pelaajien fyysisestä kuormituksesta otteluissa ja harjoituksissa.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin nyt ensimmäistä kertaa naisjalkapalloilijoiden fyysisiä vaatimuksia otteluissa Suomessa. Tutkimuksessa oli kuitenkin jonkin verran rajoitteita ja tulevaisuudessa tulisi ottaa paremmin huomioon pelaajien pelipaikat ottelukohtaisesti ja arvioida miten eri taktiset tekijät, kuten pelimuodostelmat, ja tekniset tekijät vaikuttavat fyysisiin vaatimuksiin. Tutkimuksessa ei voitu ottaa huomioon esimerkiksi kuinka paljon joukkue tai pelaajat hallitsivat palloa, suorittivat taklauksia, laukauksia tai muita teknisiä suorituksia, jotka vaikuttavat myös fyysiseen kuormitukseen.

Käytännössä tutkimuksen voidaan nähdä antavan hyvät lähtökohdat Kansallisen liigan pelaajien fyysisen suorituskyvyn kehittämiseen ja tutkimustyön jatkamiseen. Sarjan ja sen pelaajien kannalta olisi varmasti hyödyllistä ja mielenkiintoista seurata fyysisten vaatimusten kehitystä, mitä Fyysinen kuormitus jalkapallossa -hanke, johon tutkimuskokonaisuuteen tämäkin tutkimus kuuluu, tulee tulevaisuudessa toivon mukaan tarjoamaan. Yhtenä tulevaisuuden lisätutkimus kohteena olisi ehdottomasti jatkaa fyysisten vaatimusten tutkimista Kansallisen liigan otteluissa. Lisäksi harjoitusten huomioimisella kuormituksessa saataisiin selville pelaajien kokonaiskuormitus ottelukuormituksen lisäksi. Fyysisten vaatimusten selvittäminen antaa kuitenkin hyvät lähtökohdat ja tiedot valmentajille ja pelaajille, jotta nämä pystyvät vastaamaan ja valmistautumaan otteluihin fyysisesti. Kansalliselle tasolle pyrkiville pelaajille tutkimus antaa tiedoksi mitä pelaajilta sarjassa vaaditaan ja puolestaan kansallisella

tasolla pelaaville tietoa missä tekijöissä he ovat edellä tai jäljessä fyysisesti oman pelipaikan pelaajia, ja missä he ovat edellä tai todennäköisemmin jäävät vielä jälkeen kansainvälisestä huipputasosta. Käytännön valmennuksen näkökulmasta harjoittelussa kannattaisi keskittyä tulevaisuudessa liikkumiseen mahdollisimman korkealla intensiteetillä, oli sitten kyse juoksusta, sprinteistä, kiihdytyksistä tai jarrutuksista. Näitä ominaisuuksia kehittämällä saadaan todennäköisesti kavennettua Kansallisen liigan ja huipputason sarjojen eroja.

LÄHTEET

- Ade, J., Fitzpatrick, J. & Bradley, P.S. 2016. High-intensity efforts in elite soccer matches and associated movement patterns, technical skills and tactical actions. Information for position-specific training drills. *Journal of Sports Sciences* 34 (24), 2205-2214.
- Akenhead, R., & Nassis, G. P. 2016. Training load and player monitoring in high-level football: current practice and perceptions. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 11 (5), 587-593.
- Andersson, H. Å., Randers, M. B., Heiner-Møller, A., Krstrup, P., & Mohr, M. 2010. Elite female soccer players perform more high-intensity running when playing in international games compared with domestic league games. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 24 (4), 912-919.
- Bangsbo, J. 1994. The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum* 619, 1-155.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. 2006. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences* 24 (7), 665-674.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. 2007. Metabolic response and fatigue in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2 (2), 111-127.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. 2008. The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports Medicine* 38 (1), 37-51.
- Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. S. 2014. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine* 35 (13), 1095-1100.
- Bendixen M., Pettersen S. A., Ingebrigtsen J., Randers M. B., Brito J., Mohr M., Bangsbo J., Krstrup P. 2013. Application of the Copenhagen Soccer Test in high-level women players—locomotor activities, physiological response and sprint performance. *Human Movement Science* 32 (6), 1430-1442.
- Bradley, P., & Scott, D. 2020. Physical Analysis of the FIFA Women's World Cup France 2019™. Zurich: FIFA. Viitattu 23.2.2021.
<https://img.fifa.com/image/upload/zijqly4oednqa5gffgaz.pdf>.

- Bradley, P. S., & Ade, J. D. 2018. Are current physical match performance metrics in elite soccer fit for purpose or is the adoption of an integrated approach needed? *International Journal of Sports Physiology and Performance* 13 (5), 656-664.
- Bradley, P.S., Carling, C., Gómez Díaz, A., Hood, P., Barnes, C., Ade, J., Boddy, M., Krustup, P., & Mohr, M. 2013. Match performance and physical capacity of players in the top three competitive standards of English professional soccer. *Human Movement Science* 32 (4), 808-821.
- Bradley, P. S., Dellal, A., Mohr, M., Castellano, J., & Wilkie, A. 2014. Gender differences in match performance characteristics of soccer players competing in the UEFA Champions League. *Human Movement Science* 33, 159-171
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krustup, P. 2009. High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences* 27 (2), 159-168.
- Bradley, P. S., & Vescovi, J. D. 2015. Velocity thresholds for women's soccer matches: Sex specificity dictates high-speed-running and sprinting thresholds—Female athletes in motion (FAiM). *International Journal of Sports Physiology and Performance* 10 (1), 112-116.
- Buchheit, M., Allen, A., Poon, T. K., Modonutti, M., Gregson, W., & Di Salvo, V. 2014. Integrating different tracking systems in football: multiple camera semi-automatic system, local position measurement and GPS technologies. *Journal of Sports Sciences* 32 (20), 1844-1857.
- Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., & Bradley, P. S. 2015. Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human Movement Science*, 39, 1-11.
- 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.
- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Bordon, C., & Manzi, V. 2011. Effect of training intensity distribution on aerobic fitness variables in elite soccer players: a case study. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 25 (1), 66-71.

- Dalen, T., Ingebrigtsen, J., Ettema, G., Hjelde, G., & Wisloff, U. 2016. Player load, acceleration, and deceleration during forty-five competitive matches of elite soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 30 (2), 351-359.
- Datson, N., Drust, B., Weston, M., Jarman, I. H., Lisboa, P. J., & Gregson, W. 2017. Match physical performance of elite female soccer players during international competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 31 (9), 2379-2387.
- Datson, N., Drust, B., Weston, M., & Gregson, W. 2019. Repeated high-speed running in elite female soccer players during international competition. *Science and Medicine in Football* 3 (2), 150-156.
- 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), 1225-1240.
- Datson, N. 2016. An analysis of the physical demands of international female soccer match-play and the physical characteristics of elite players. Liverpool John Moores University.
- Davis, J. A., & Brewer, J. 1993. Applied physiology of female soccer players. *Sports Medicine* 16 (3), 180-189.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Montero, F. C., Bachl, N., & Pigozzi, F. 2007. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine* 28 (3), 222-227.
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. 2009. Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International Journal of Sports Medicine* 30 (3), 205-212.
- DeWitt, J. K., Gonzales, M., Laughlin, M. S., & Amonette, W. E. 2018. External loading is dependent upon game state and varies by position in professional women's soccer. *Science and Medicine in Football* 2 (3), 225-230.
- Dwyer, D. B., & Gabbett, T. J. 2012. Global positioning system data analysis: Velocity ranges and a new definition of sprinting for field sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26 (3), 818-824.
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. 2012. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences* 30 (7), 625-631.
- FIFA. 2007. FIFA Big Count 2006: 270 million people active in football. Viitattu 25.2.2021. <https://resources.fifa.com/image/upload/big-count-estadisticas-520058.pdf?cloudid=mzid0qmguixkcmruvema>.

- FIFA. 2016. Physical Analysis of the FIFA Womens World Cup Canada 2015. Toimittanut Martinez Lagunas V. & Scott D. Switzerland: Galledia AG, 2016. Viitattu 23.2.2021 <https://img.fifa.com/image/upload/agoxuqlps0zbiuyudcv0.pdf>.
- FIFA. 2018. Women's Football Strategy. Viitattu 23.2.2021. <https://resources.fifa.com/image/upload/women-s-football-strategy.pdf?cloudid=z7w21ghir8jb9tguvbcq>.
- FIFA. 2020a. FIFA Annual Report 2019. Viitattu 23.2.2021. <https://resources.fifa.com/image/upload/fifa-annual-report-2019-en.pdf?cloudid=ksndm8om7duu5h8qxlpn>.
- FIFA. 2020b. FIFA Women's Development Programme. Viitattu 25.1.2021. <https://resources.fifa.com/image/upload/fifa-women-s-development-programme.pdf?cloudid=mzliwvh0tj7maojqnyim>.
- FIFA. 2021. Viitattu 25.1.2021. <https://football-technology.fifa.com/en/resource-hub/certified-product-database/football-technologies/epts>.
- Gabbett, T. J., & Mulvey, M. J. 2008. Time-motion analysis of small-sided training games and competition in elite women soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 22 (2), 543-552.
- Gabbett, T. J., Wiig, H., & Spencer, M. 2013. Repeated high-intensity running and sprinting in elite women's soccer competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 8 (2), 130-138.
- Garganta, J. 2009. Trends of tactical performance analysis in team sports: bridging the gap between research, training and competition. *Revista Portuguesa de Ciências do desporto* 9 (1), 81-89.
- Gaudino, P., Iaia, F. M., Strudwick, A. J., Hawkins, R. D., Alberti, G., Atkinson, G., & Gregson, W. 2015. Factors influencing perception of effort (session rating of perceived exertion) during elite soccer training. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 10 (7), 860-864.
- Giulianotti, R. C., Weil, E., Alegi, P. C., Rollin, J. & Joy, B. 2020. Football. *Encyclopedia Britannica*. Viitattu 1.3.2021. <https://www.britannica.com/sports/football-soccer>.
- Gomez-Piqueras, P., Gonzalez-Villora, S., Castellano, J., & Teoldo, I. 2019. Relation between the physical demands and success in professional soccer players. *Journal of Human Sport and Exercise* 14 (1), 1-11.

- 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.
- Grunz, A., Memmert, D., & Perl, J. 2012. Tactical pattern recognition in soccer games by means of special self-organizing maps. *Human Movement Science* 31 (2), 334-343.
- Harper, D. J., Sandford, G. N., Clubb, J., Young, M., Taberner, M., Rhodes, D., ... & Kiely, J. 2021. Elite football of 2030 will not be the same as that of 2020: What has evolved and what needs to evolve?. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 31 (2), 493-494.
- Hewitt, A., Norton, K., & Lyons, K. 2014. Movement profiles of elite women soccer players during international matches and the effect of opposition's team ranking. *Journal of Sports Sciences* 32 (20), 1874-1880.
- Hewitt, A., Withers, R., & Lyons, K. 2008. Match analyses of Australian international female soccer players using an athlete tracking device. *Science and Football VI*. New York: Routledge, 250-254.
- Hjelm, J. 2011. The bad female football player: women's football in Sweden. *Soccer & Society* 12 (2), 143-158.
- IFAB. 2021. Laws of the game. The International Football Association Board. Viitattu 3.3.2021. <https://www.theifab.com/laws/page/1>.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. 2005. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences* 23 (6), 583-592.
- Ingebrigtsen, J., Dalen, T., Hjelde, G. H., Drust, B., & Wisløff, U. 2015. Acceleration and sprint profiles of a professional elite football team in match play. *European Journal of Sport Science* 15 (2), 101-110.
- Ingebrigtsen, J., Dillern, T., & Shalfawi, S. A. 2011. Aerobic capacities and anthropometric characteristics of elite female soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 25 (12), 3352-3357.
- Kubayi, A., & Larkin, P. 2020. Technical performance of soccer teams according to match outcome at the 2019 FIFA Women's World Cup. *International Journal of Performance Analysis in Sport* 20 (5), 908-916.

- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H. E. L. G. A., & Bangsbo, J. 2005. Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 37 (7), 1242-1248.
- Krustrup, P., Andersson, H., Mohr, M., Randers, M. B., Jensen, M., Zebis, M., Kirkendal, D., & Bangsbo, J. 2008. Match activities and fatigue development of elite female soccer players at different levels of competition. *Science and Football VI*. Abingdon, Oxfordshire, UK: Routledge, 205-211.
- Krustrup, 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), 437-441.
- Lago-Peñas, C., Rey, E., & Lago-Ballesteros, J. 2012. The influence of effective playing time on physical demands of elite soccer players. *The Open Sports Science Journal* 5 (1), 188–192.
- Larsson, P. 2003. Global positioning system and sport-specific testing. *Sports Medicine*, 33 (15), 1093-1101.
- Linke, D., Link, D., & Lames, M. 2018. Validation of electronic performance and tracking systems EPTS under field conditions. *PloS one*, 13 (7).
- Liu, H., Gomez, M-A., Goncalves, B. & Sampaio, J. 2016. Technical performance and match-to-match variation in elite football teams. *Journal of Sports Sciences* 34 (6), 509-518.
- Lockie, R. G., Moreno, M. R., Lazar, A., Orjalo, A. J., Giuliano, D. V., Risso, F. G., ... & 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.
- Mallo, J., Mena, E., Nevado, F. & Paredes, V. 2015. Physical demands of top-class soccer friendly matches in relation to a playing position using global positioning system technology. *Journal of Human Kinetics* 47, 179-188.
- Malone, J. J., Lovell, R., Varley, M. C., & Coutts, A. J. 2017. Unpacking the black box: applications and considerations for using GPS devices in sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 12 (s2), S2-18.
- Manson, S. A., Brughelli, M., & Harris, N. K. 2014. Physiological characteristics of international female soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 28 (2), 308–318.

- Mara, J. K., Thompson, K. G., Pumpa, K. L., & Morgan, S. 2017a. Quantifying the high-speed running and sprinting profiles of elite female soccer players during competitive matches using an optical player tracking system. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 31 (6), 1500-1508.
- Mara, J. K., Thompson, K. G., Pumpa, K. L., & Morgan, S. 2017b. The acceleration and deceleration profiles of elite female soccer players during competitive matches. *Journal of Science and Medicine in Sport* 20 (9), 867-872.
- Marqués-Jiménez, D., Calleja-González, J., Arratibel, I., Delextrat, A., & Terrados, N. 2017. Fatigue and recovery in soccer: evidence and challenges. *The Open Sports Sciences Journal* 10 (1), 52–70.
- McLaren, S. J., Macpherson, T. W., Coutts, A. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. 2018. The relationships between internal and external measures of training load and intensity in team sports: a meta-analysis. *Sports Medicine* 48 (3), 641-658.
- Meylan, C., Trewin, J., & McKean, K. 2017. Quantifying explosive actions in international women's soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 12 (3), 310-315.
- Mitchell, S. A. 1996. Approaches to teaching games: Improving invasion game performance. *The Journal of Physical Education, Recreation and Dance* 2 (2), 30–33.
- Mohr, M., Krstrup, P. & Bangsbo, J. 2003. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences* 21 (7), 519-528.
- Mohr, M., Krstrup, P., Andersson, H., Kirkendal, D., & Bangsbo, J. 2008. Match activities of elite women soccer players at different performance levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 22 (2), 341-349.
- Mohr, M., Ellingsgaard, H., Andersson, H., Bangsbo, J., & Krstrup, P. 2004. Physical demands in high-level female soccer—application of fitness tests to evaluate match performance. *Journal of Sports Sciences* 22 (6), 552–3
- 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 and Conditioning Research*, 22, 341–349.
- 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.

- Nakamura, F. Y., Pereira, L. A., Loturco, I., Rosseti, M., Moura, F. A., & Bradley, P. S. 2017. Repeated-sprint sequences during female soccer matches using fixed and individual speed thresholds. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 31 (7), 1802-1810.
- Nassis, G. P., Massey, A., Jacobsen, P., Brito, J., Randers, M. B., Castagna, C., ... & Krusturup, P. 2020. Elite football of 2030 will not be the same as that of 2020: Preparing players, coaches, and support staff for the evolution.
- Ohlsson, A., Berg, L., Ljungberg, H., Söderman, K., & Stålnacke, B. M. 2015. Heart rate distribution during training and a domestic league game in swedish elite female soccer players. *Annals of Sports Medicine and Research* 2 (4), 1025
- Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & Di Prampero, P. E. 2010. Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 42 (1), 170-178.
- Palloliitto. 2020a. Naisten liiga on nyt Kansallinen Liiga. Viitattu 25.2.2021. <https://www.palloliitto.fi/jalkapallouutiset/naisten-liiga-nyt-kansallinen-liiga>.
- Palloliitto. 2020b. Väliaikainen sääntömuutos valtakunnallisten sarjojen vaihto-oikeuteen. Viitattu 5.3.2021. <https://www.palloliitto.fi/jalkapallouutiset/valiaikainen-saantomuutos-valtakunnallisten-sarjojen-vaihto-oikeuteen>.
- Park, L. A., Scott, D., & Lovell, R. 2018. Velocity zone classification in elite women's football: where do we draw the lines?. *Science and Medicine in Football* 3 (1), 21-28.
- Paul, D. J., Bradley, P. S., & Nassis, G. P. 2015. Factors affecting match running performance of elite soccer players: shedding some light on the complexity. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 10 (4), 516-519.
- Randers, M. B., Mujika, I., Hewitt, A., Santisteban, J., Bischoff, R., Solano, R., ... & Mohr, M. 2010. Application of four different football match analysis systems: A comparative study. *Journal of Sports Sciences* 28 (2), 171-182.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Azzalin, A., & Wisløff, U. 2008. Effect of match-related fatigue on short-passing ability in young soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 40 (5), 934-942.
- Ramos, G. P., Nakamura, F. Y., Penna, E. M., Wilke, C. F., Pereira, L. A., Loturco, I., ... & Coimbra, C. C. 2019. Activity profiles in U17, U20, and senior women's Brazilian national soccer teams during international competitions: are there meaningful differences?. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 33 (12), 3414-3422.

- Rein, R. & Memmert, D. 2016. Big data and tactical analysis in elite soccer: future challenges and opportunities for sports science. *SpringerPlus* 5, 1410
- Schuth, G., Carr, G., Barnes, C., Carling, C., & Bradley, P. S. 2016. Positional interchanges influence the physical and technical match performance variables of elite soccer players. *Journal of Sports Sciences* 34 (6), 501-508.
- Scott, B. R., Lockie, R. G., Knight, T. J., Clark, A. C., & de Jonge, X. A. J. 2013. A comparison of methods to quantify the in-season training load of professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 8 (2), 195-202.
- Scott, D., Haigh, J., & Lovell, R. 2020a. 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.
- Scott, D., Norris, D., & Lovell, R. 2020. Dose–Response Relationship Between External Load and Wellness in Elite Women's Soccer Matches: Do Customized Velocity Thresholds Add Value?. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 1, 1-7.
- Scott, D., & Lovell, R. 2017. Individualisation of speed thresholds does not enhance the dose-response determination in football training. *Journal of Sports Sciences* 36 (13): 1523-1532.
- Scott, M. T., Scott, T. J., & Kelly, V. G. 2016. The validity and reliability of global positioning systems in team sport: a brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 30 (5), 1470-1490.
- 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), 387-394.
- Soroka, A., & Bergier, J. 2010. Actions with the ball that determine the effectiveness of play in women's football. *Journal of Human Kinetics* 26, 97-104.
- Strauss, A., Sparks, M., & Pienaar, C. 2019. The Use of GPS Analysis to Quantify the Internal and External Match Demands of Semi-Elite Level Female Soccer Players during a Tournament. *Journal of Sports Science & Medicine* 18 (1), 73–81.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. 2005. Physiology of soccer. *Sports Medicine* 35 (6), 501-536.

- Svensson, D., & Oppenheim, F. 2018. Equalize It!: 'Sportification' and the Transformation of Gender Boundaries in Emerging Swedish Women's Football, 1966–1999. *The International Journal of the History of Sport* 35 (6), 575-590.
- Taberner, M., O'Keefe, J., Flower, D., Phillips, J., Close, G., Cohen, D. D., ... & Carling, C. 2020. Interchangeability of position tracking technologies; can we merge the data?. *Science and Medicine in Football* 4 (1), 76-81.
- Tierney, P. J., Young, A., Clarke, N. D., & Duncan, M. J. 2016. Match play demands of 11 versus 11 professional football using Global Positioning System tracking: Variations across common playing formations. *Human Movement Science* 49, 1-8.
- Trewin, J., Meylan, C., Varley, M. C., & Cronin, J. 2018a. The match-to-match variation of match-running in elite female soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport* 21 (2), 196-201.
- Trewin, J., Meylan, C., Varley, M. C., Cronin, J., & Ling, D. 2018b. Effect of Match Factors on the Running Performance of Elite Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 32 (7): 2002-2009.
- UEFA. 2017. Women's football across the national associations 2017. https://www.uefa.com/MultimediaFiles/Download/OfficialDocument/uefaorg/Women'sfootball/02/51/60/57/2516057_DOWNLOAD.pdf.
- Vigh-Larsen, J. F., Dalgas, U., & Andersen, T. B. 2018. Position-specific acceleration and deceleration profiles in elite youth and senior soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 32 (4), 1114-1122.
- Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., & Drust, B. 2017. Training load monitoring in team sports: a novel framework separating physiological and biomechanical load-adaptation pathways. *Sports Medicine* 47 (11), 2135-2142.
- 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.

- Vescovi, J. D. & Favero, T. G. 2014. Motion characteristics of women's college soccer matches: Female Athletes in Motion (FAiM) study. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 9, 405-414.
- Vescovi, J. D., Fernandes, E., & Klas, A. 2021. Physical Demands of Women's Soccer Matches: A Perspective Across the Developmental Spectrum. *Frontiers in Sports and Active Living* 3 (89).
- Wallace, J. L., & Norton, K. I. 2014. Evolution of World Cup soccer final games 1966–2010: Game structure, speed and play patterns. *Journal of Science and Medicine in Sport* 17 (2), 223-228.