

NUORTEN JALKAPALLOILIJOIDEN KUORMITUKSEN VERTAILU HARJOITUSTEN JA OTTELUIDEN VÄLILLÄ

Basam Elfadl

Valmennus- ja testausoppi

Kandidaatintutkielma

Kevät 2017

Liikuntabiologia

Jyväskylän yliopisto

Työnohjaaja: Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Elfadl Basam. 2017. Nuorten jalkapalloilijoiden kuormituksen vertailu harjoitusten ja otteluiden välillä. Liikuntabiologia, Jyväskylän yliopisto, Valmennus- ja testausopin kandidaatintutkielma, 34 s.

Johdanto. Jalkapallon otteluissa ja harjoittelussa on viimeisen vuosien aikana lisääntynyt ja yleistynyt teknologian käyttö kuormituksen mittauksen työkaluna. Lähes kaikki ammattilaisjoukkueet mittaavat pelaajiensa kuormitusta harjoituksissa ja otteluissakin mittaus on yleistynyt. Kuormituksen seurannassa tärkeimpinä tavoitteena ovat suorituskyvyn kehittäminen, kuormituksen jakautumisen hallinta ja vammojen ehkäisy. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää nuorten jalkapalloilijoiden harjoittelussa toteutuvatko harjoittelun tavoitteet.

Menetelmät. Tutkimus toteutettiin talvella 2017 jyvaskyläläiselle B-juniorijoukkueelle (n=15). Joukkueen harjoittelua mitattiin viikon ajalta pelaajien rintakehän ympärille asetettavalla Polar Team Pro -mittarilla. Joukkueen harjoittelu toteutui sen omien valmentajien ohjelmoinnilla. Viikon aikana mitattiin kolme harjoitusta sekä yksi ottelu. Harjoitusten aikana mitattiin kolmea erilaista pelimuotoa: 4vs4, 6vs6 ja 8vs8, joissa pelialueet olivat 20 m x 15 m, 52,5 m x 34 m ja 52,5 m x 68 m. Peliajat olivat 4v4 pelissä 3x2 min kahden minuutin palautuksella ja 6vs6 sekä 8vs8 peleissä kahdeksan minuuttia. 8vs8 pelimuotoa pelattiin kaksi jaksoa neljän minuutin palautuksella. Mittarilla mitattiin pelaajien keskisykettä, maksimisykettä, aikaa sykealueella 5 (yli 90 %), kuljettua kokonaismatkaa, matkaa nopeusalueella 5 (yli 19 km/h), lyhyiden pyrähdysten määrää sekä suunnanmuutoksien määrää. Tilastollisena menetelmänä oli parittainen t-testi.

Tulokset. Harjoitusten ulkoinen kuormitus (matka, sprintit, keskinopeus, matka nopeusalueella 5) erosivat kaikilta osin merkitsevästi ($p<0,01$) ottelun kuormituksesta. Tehokkaana peliaikana merkitsevät erot hävisivät ja 8vs8 -pelimuodossa yllettiin ottelun tasolle tehokkaana peliaikana kuljetun matkan ja keskinopeuden osalta ja ylitettiin suunnanmuutosten osalta. Suunnanmuutosten osalta merkitseviä eroja oli 4vs4 ja 6vs6 pelimuotojen kiihdytyksissä ($p<0,05$). Keskisykkeen osalta 4vs4 ja 8vs8 pelimuodot erosivat ($p<0,01$) ottelun kuormituksesta. Ajat sykealueella 5 (yli 90 % sykemaksimista) erosivat merkitsevästi kaikista tauotetuista pelimuodoista ($p<0,05$). Kokonaisina kuormituksina ottelu

oli merkitsevästi ($p=0,000$) harjoituksia kuormittavampi ja harjoitusten välillä löytyi merkitseviä eroja ($p<0,01$) useilla mittareilla kevyiden ja kuormittavien päivien välillä.

Yhteenveto ja johtopäätökset. Harjoituksissa kuormituksen taso jäi ottelua alhaisemmaksi suurelta osin käytössä olleiden pienien kenttien kokojen takia. Suuremmat kenttäkoot ison kentän mittasuhteissa olisivat nostaneet pienpelien kuormitusta ottelun tasolle. Suomen olosuhteissa, etenkin talvella, kenttien käyttö täytyy maksimoida pelaajien fyysisten ominaisuuksien kehittämiseksi ja kenttävuorojen jakamisessa täytyy harjoitusten sisältö ottaa huomioon. Näin on mahdollista jakaa fyysiseen kehitykseen painottuville päiville suurempia alueita. Harjoituksissa näkyi eroavaisuuksia eri päivien välillä ottelua edeltävän harjoituksen ollessa kevyin ja keskellä viikkoa kuormittavin harjoitus. Viikon ohjelmoinnissa tähän on pyritty kuormituksen jakautumisen kannalta ja otteluissa jaksamisen kannalta.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 KUORMITUKSEN MITTAUS	2
2.1 Sisäinen kuormitus.....	2
2.2 Ulkoinen kuormitus	3
3 JALKAPALLON KUORMITUS	5
3.1 Ottelun kuormitus	5
3.2 Harjoittelun kuormitus	8
4 JALKAPALLOHARJOITTELU.....	12
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMA	14
6 MENETELMÄT.....	15
6.1 Koehenkilöt.....	15
6.2 Koeasetelma.....	15
6.3 Mittausmenetelmät.....	17
6.3.1 Syke.....	17
6.3.2 GPS.....	17
6.3.3 Kiihtyvyydsmuuttujat.....	18
6.3.4 Tilastolliset menetelmät	18
7 TULOKSET	19
7.1 Sisäinen kuormitus.....	19
7.1.1 Päivätasolla kuormituksen vertailu	19
7.1.2 Pienpelien vertailu otteluun.....	20
7.2 Ulkoinen kuormitus	22
7.2.1 Päivätasolla kuormituksen vertailu	22

7.2.2 Pienpelien vertailu otteluun.....	23
8 POHDINTA.....	26
LÄHTEET	30

1 JOHDANTO

Jalkapallo on moniulotteinen peli, joka vaatii pelaajilta älykkyyttä sekä asettaa 90 minuuttia kestävästä ottelusta monenlaisia fyysisiä vaatimuksia (Clemente ym. 2014a, Bangsbo 2006). Pelin aikana suurin osa liikkumisesta on rauhallista, mutta pelaajat tekevät myös monia lyhyempiä ja pidempiä spurttia, hyppyjä, kiihdytyksiä ja suunnanmuutoksia. Pelin lopputuloksen kannalta tärkeimpiä ovat tilanteet, joissa pelaajat juoksevat täysvauhtisesti, pallon kanssa tai ilman, sillä näissä tilanteissa usein tehdään maaleja tai estetään niiden syntyä. (Chelly ym. 2009.)

Mohr ym. (2003) mittasivat, että korkeammalla tasolla ottelut vaativat pelaajilta suurempia määriä kovalla intensiteetillä liikkumista, joka näkyi myös heidän korkeampina tuloksina kestävyysteisteissä. Bush ym. (2015) todistivat myös, että jalkapallon fyysiset vaatimukset kasvavat jatkuvasti Englannin korkeimmalla sarjatasolla. Harjoittelun olisi tärkeää valmistaa pelaajia vaativiin ja alati kasvaviin fyysisiin vaatimuksiin mahdollisimman lajinomaisilla ja ottelun kuormitusta vastaavilla harjoitteilla (Dellal ym. 2010).

Nykyään harjoittelu sisältää paljon pienpelien pelaamista, jotka ovat valmentajien kehittämiä harjoitteita, joilla pyritään kehittämään pelaajien fyysisiä, teknisiä ja taktisia taitoja. (Clemente ym. 2014b.) Pienpelien on todistettu yltävän ja jopa ylittävän ottelun sykevasteet, laktaattitasot ja kuljetut matkat. Näin ollen voidaan sanoa, että pienpelit oikein tehtynä ovat fysiologisilta vasteiltaan samankaltaisia otteluiden kanssa. (Clemente ym. 2012)

Pelaajien suorituskyvyn kehittymisen ja vammojen ehkäisyn kannalta on oleellista, että harjoittelun kuormitusta säädellään tarkasti, jotta voidaan tehdä tieteellisesti perusteltuja päätöksiä tavoitteiden saavuttamiseksi. Kuormituksen mittaaminen nykypäivän teknologian avulla on helpottunut huomattavasti ja jo yhdellä anturilla päästään käsiksi suureen määrään dataa. Tärkeintä onkin ymmärtää, mikä kaikesta tiedosta on oleellisinta ja siten voidaan tehdä oikeita johtopäätelmiä. (Akenhead ym. 2016b.)

Tämän tutkielman tarkoituksena on tutkia suomalaisen juniorijalkapallojoukkueen harjoittelua kokonaisvaltaisesti päivä- sekä viikkotasolla ja mitata erilaisten harjoitteiden kuormitusta. Tämän lisäksi harjoitusten kuormitusta verrataan ottelun aiheuttamaan kuormitukseen. Tavoitteena on myös tutkia joukkueen harjoitusten ohjelmoinnin onnistumista.

2 KUORMITUKSEN MITTAUS

Suuri osa jalkapallojoukkueista käyttää nykypäivänä kuormituksen mittausta vammojen ehkäisyyn ja suorituskyvyn parantamiseksi. Akenhead ym. (2016b) lähettivät kyselyn 82 ammattilaisympäristössä toimivalle jalkapallojoukkueelle, joilla oli käytössä liikuntatieteellistä toimintaa. Kuormituksen mittaukseen tärkeimmät tavoitteet olivat järjestyksessä suorituskyvyn parantaminen ja kuormituksen jakautumisen hallinta, vammojen ehkäisy ja palaute valmentajalle. 40/41 joukkueesta käytti GPS-mittareita jokaisissa harjoituksissa kaikilla pelaajilla. Kaksi käytetyintä kuormituksen mittaria olivat liikkumisen analyysi, sykkeen seuranta ja kolmantena tulivat kiihtyvyyshuippu harjoituksissa ja RPE otteluissa. Eri muuttujia oli yhteensä 52, joista yksittäiset joukkueet käyttivät 7 ± 2 eri mittaria harjoituksissa ja 3 ± 2 . Suurin osa nopeusmuuttujista suhteutettiin absoluuttisiin lukuihin tai maksiminopeuteen. Yhteisten tapojen puuttumiseen vaikuttaa suuri määrä erilaisia muuttujia, jotka ovat mahdollistuneet vasta viime vuosina tekniikan kehityksen seurauksena. Eniten käytössä ovat kuitenkin kiihtyvyyteen liittyvät muuttujat ja absoluuttisten kynnyksen yläpuolella liikuttamat matkat, joilla mitataan kovatehoisia juoksuja tai spurtteja.

2.1 Sisäinen kuormitus

Jalkapallo on intervallityyppinen laji, joka vaatii hyvää aerobista kuntoa. Keskimääräinen työteho on anaerobisen kynnyksen alapuolella, mutta pelaajat suorittavat ottelun aikana jatkuvasti lyhyitä ja intensiivisiä suorituksia. Jalkapallossa liikutaan suurimmalta osin matalalla intensiteetillä ja ottelun aikana kuljetaan 10–13 kilometriä. Jalkapallon aerobisen energiantuoton vaatimuksia mitataan sykkeen seurannalla. (Bangsbo ym. 2006.) Todistaakseen sykkeen seurannan luotettavuuden jalkapallossa Esposito ym. (2004) loivat jalkapallon ottelun aktiviteettia simuloivia suorituksia sisältävän radan, jolla pelaajat suorittivat matalan, kohtuullisen ja korkean intensiteetin suorituksia. Jokaisessa suorituksessa mitattiin syke sekä hapenotto ja samoilla sykkeillä mitattiin hapenottoa laboratorioolosuhteissa. Todettiin, että hapenotto ja syke nousivat kummassakin mittausasetelmassa lineaarisesti samassa suhteessa. Jalkapallon aerobisen energiantuoton osuus on arviolta noin

90 % kokonaisenergiankulutuksesta ja keskimääräinen hapenkulutus on 70 % VO₂max:sta (Bangsbo ym. 2006, Bangsbo 1994). Sykkeen seurannan on todistettu olevan luotettava tapa mitata myös määrällisesti kestävyysharjoittelun kuormitusta (Wallace ym. 2014).

Jalkapallon intensiiviset pelitilanteet vaativat anaerobisen energia-aineenvaihdunnan aktivoitumista ja fosfokreatiinivarastojen käyttöönottoa. Veren laktaattiarvojen on mitattu nousevan jopa 10 mM verestä mitattuna. Fosfokreatiinivarastoja ja pH:n laskua pyritään palauttamaan lähemmäs lepotilaa matalan intensiteetin liikkumisen aikana. (Bangsbo 1994.) Korkeiden veren ja lihaksen laktaattiarvojen voidaan olettaa kertovan korkeasta glykolyysin tehosta lyhyinä ajanjaksoina (Bangsbo ym. 2016). Bujnovsky ym. (2015) mittasivat Tšekin pääsarjajoukkueen ottelun sisäistä kuormitusta ja joukkueen keskikenttäpelaajat viettivät ottelusta 62 % ajasta yli anaerobisen kynnyksen.

2.2 Ulkoinen kuormitus

Kuten Akenheadin ym. (2016b) kyselyssä todettiin, sykkeen seurannan lisäksi pelaajien liikkeen seuranta oli suosituin kuormituksen mittaukseen käytetty väline. Eliittitason pelaajien liikkumisprofiili ottelussa sisältää 5,2 % seisomista. Matalan intensiteetin liikkuminen vei 91,0 % ajasta, josta käveltiin 59,4% ja hölkättiin 26,4 %. Korkean intensiteetin liikkuminen (9 %) sisälsi 6,4 % juoksua, 2,0 % korkeavauhtista juoksua ja 0,6 % täysvauhtista juoksua. (Bradley ym. 2010.) Englannin Valioliigan fyysiset vaatimukset ovat kasvaneet vuosien 2006–2013 välillä suurilla harppauksilla etenpäin varsinkin korkean intensiteetin liikkumisessa (Bush ym. 2015).

Ammattilaiset usein käyttävät ulkoisen kuormituksen mittareita kuten kuljettua matkaa tai sprinttien määrää ymmärtääkseen kokonaisvaltaisemmin ja objektiivisemmin harjoittelun kuormitusta (Akenhead ym. 2016a). Kuljettuja matkoja, nopeuksia ja kiihtyvyyksimuuttujia analysoitaessa käytetään usein absoluuttisia kynnyksiä luokittelemaan saatuja tuloksia (Akenhead ym. 2016b). Useimmiten nopeuden luokitteluun käytetään absoluuttisia arvoja, jotka jakavat liikkumisen oletettuun liikkumistapoihin kuten kävelyyn, hölkkään, juoksuun, kovavauhtiseen juoksuun ja täysvauhtiseen juoksuun (Bradley ym. 2010, Akenhead ym. 2016a, Dalen ym. 2016, Torreno ym. 2016). Kiihtyvyyksimuuttujat jaetaan absoluuttisiin arvoihin kertomaan kiihdytyksen tai jarrutuksen intensiteetistä sekä kiihtyvyyksien

kokonaisrasitusta kuvataan usein Player Load tai Body Load nimisillä muuttujilla (Akenhead ym. 2016a;2016b, Bradley ym. 2010, Dalen ym. 2016).

Jennings ym. (2010) todistivat, että korkeammilla näytteenottotaajuuksilla toimivat GPS mittarit ovat luotettavia ja toistettavia mittaamaan matkaa joukkueurheilulajeille tyypillisessä liikkumisessa. 10 Hz näytteenottotaajuuden on todettu olevan riittävä mittaamaan joukkueurheilulajien liikkumista (Macfarlane ym. 2016). Kiihtyvyyksien mittaamisessa mittareiden on todettu olevan toimivia seuraamaan joukkuelajin urheilijan liikkumista, mutta absoluuttiset arvot eivät ole luotettavia (Kelly ym. 2015). Wundersitz ym. (2015) tutkivat kiihtyvyyksien toimivuutta mittaamaan törmäyksiä kontaktilajeissa ja todistivat mittareiden kelvollisuuden kontaktien mittaamisessa, kunhan datan analysoinnissa käytetään sopivia toimenpiteitä.

3 JALKAPALLON KUORMITUS

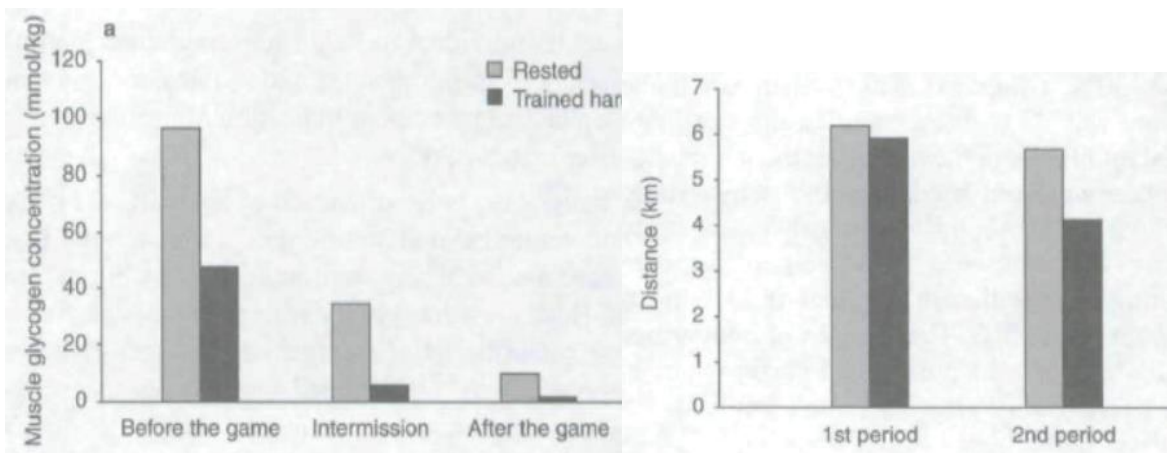
Jalkapalloilijan kuormitus koostuu harjoituksista ja otteluista. Perinteinen jalkapallojoukkueen viikkorytmitys sisältää kahdesta seitsemään harjoitusta sekä lisäksi yhdestä kolmeen ottelua riippuen onko kyse harjoitus- tai kilpakaudesta (Anderson ym., 2016, Głowacki 2011, Akenhead 2016a, McMillan 2004, Coutinho 2015). Harjoituskauden harjoittelun sisältö eroaa merkittävästi kilpakauden harjoittelusta sisällöltään ja tavoitteiltaan. Harjoituskaudella harjoittelu sisältää enemmän matala intensiteettisiä ja vähemmän spesifiä harjoittelua kuin kilpakausi. (Głowacki 2011.) Kilpakaudella harjoittelun tavoitteena on valmistaa joukkue tuleviin otteluihin rytmittämällä harjoittelu otteluohjelman mukaan (Akenhead 2016a, Clemente 2014b).

3.1 Ottelun kuormitus

Espanjan La Liga joukkueiden harjoitusotteluiden mittauksissa keskimääräinen kuljettu matka oli 10793 ± 1153 m ja keskikenttä pelaajat saavuttivat suurimmat kuljetut matkat. Jos nopeus ylitti 14.4 km/h 2548 ± 636 m, jota pidettiin korkeaintensiteetti liikumisen rajana. Keskuspuolustajat liikkuvat tässä kategoriassa muita vähemmän ja laitlinkit muita enemmän. Nopeuden ylittäessä 19.8 km/h, luokiteltiin se todella korkeaintensiteetin liikkumiseksi. Keskikentän ja puolustuksen keskellä liikuttin vähiten tällä alueella. Maksiminopeus oli suurin hyökkääjillä ja laidassa pelaavilla noin 29 km/h. Pelaajien keskimääräinen syke oli 165 ± 11 lyöntiä minuutissa, joka vastaa noin $84.7 \pm 5.1\%$ maksimista ja sykkeessä ei havaittu pelipaikkakohtaisia eroja. (Mallo ym. 2015.)

Tutkiessaan ammattilaisten otteluita Torreno ym. (2016) mittasivat, että jalkapalloilijat juoksevat ottelussa keskimäärin 112.9 ± 10.6 metriä minuutissa sekä ottelussa kuljetusta matkasta nopeuksilla yli 13 km/h ja yli 18 km/h kuljettiin 28 % ja 9 % kuljetusta matkasta. Pelaajien kulkema matka väheni ottelun ensimmäisestä puoliajasta toiseen. Pelaajien keskimääräinen syke oli 86 % mitatusta maksimaalisesta sykkeestä. Pelipaikkakohtaisesti puolustajien kulkema matka oli pienin, kun taas laitakeskikenttäpelaajien ja piilokärkien suurin ja sama tulos oli matkassa kuljettu yli 13 km/h. Kaikkien pelaajien kulkemat matkat laskivat ottelun kuluessa, kun ottelu jaettiin 15 min jaksoihin, joka kertoo ottelun rasituksen

aiheuttamasta väsymyksestä. Myös Reilly ym. (2008) totesivat, että sarjatasosta riippumatta pelaajien suorituskyky laskee toiselle puoliajalle, joka näkyy kuljetun matkan laskuna kuvassa 1. Väsymykseen vaikuttavia tekijöitä ovat lihasglykokeenin väheneminen, kehin lämpötilan nouseminen yli optimin, hermostollinen väsyminen sekä anaerobisen energiantuoton vaikutukset kuten pH:n lasku ja kaliumin kerääntyminen lihaksen välitiloihin.



KUVA 1. Lihaksen sisäisen glykokeenin konsentraatio (mmol/kg) ennen ottelua, puoliajalla ja ottelun jälkeen vasemmalla sekä kuljettu matkalla ensimmäisellä ja toisella jaksolla (km) oikean puoleisessa kuvaajassa. (Reilly ym. 2000) Vaaleammat palkit kuvaavat levänneitä ja tummemmat palkit kovaa harjoitelleita pelaajia.

Kuten edellä mainittiin, pelaajien välillä löytyy pelipaikkakohtaisia eroja rasituksessa. Suurin yli anaerobisen kynnyksen tehty työ tehdään keskikentällä, jossa anaerobisella kynnyksellä tai sen yli tehdään työtä 61.9 % ajasta, kun taas eniten alle aerobisen kynnyksen työtä tekevät keskuspuolustajat (11 %). Suurimmat eroavaisuudet näkyvät kovalla intensiteetillä tehdyssä työssä. Esimerkiksi keskuspuolustajien anaerobisella kynnyksellä tai sen ylittävää työtä oli 29 %. (Bujnovsky ym. 2015.) Pelaajien kuormitus ja pelipaikkakohtaiset erot eroavat eri pelisysteemien välillä. Englannissa tehdyt mittaukset alle 21 ja alle 18 vuotiaiden joukkueille vertailivat viiden yleisimmän pelisysteemin (4-4-2, 4-3-3, 3-5-2, 3-4-3, 4-2-3-1) kuormituksen eroja. Data, joka kerättiin GPS mittareilla, sisälsi kuljetun matkan, korkealla nopeudella kuljetun matkan ($\geq 19,8$ km/h), korkean metabolisen liikkumisen (korkealla nopeudella kuljettu matka sekä kiihdytykset ja jarrutukset yli 2 m/s^2) ja kaikki kiihdytykset ja jarrutukset $\geq 3 \text{ m/s}^2$. Tulokset osoittivat, että 4-4-2 muodostelmassa kuljettu matka oli huomattavasti lyhempi kuin 3-5-2 muodostelmassa. Korkealla nopeudella kuljettiin 3-5-2 muodostelmassa kaikkia muita enemmän. Korkean metabolisen liikkumista oli 4-4-2 muodostelmassa vähemmän kuin muissa ja 3-5-2 muodostelmassa enemmän. Kaikki eroavaisuudet

pelisysteemien välillä näkyvät eri pelipaikkojen kohdalla eri tavoin. Esimerkiksi 4-3-3 systeemin keskikenttäpelaajat kulkivat 11 % pidemmän matkan kuin 4-4-2 systeemin ja hyökkääjät 4-3-3 systeemissä 49 % enemmän kiihdytyksiä kuin 4-2-3-1 systeemissä. (Tierney ym. 2016.)

Iän vaikutusta jalkapallon kuormitukseen tutkiessaan Mendez-Villanueva ym. (2013) mittasivat jokaisen ikäluokan joukkueen otteluja alle 13-vuotiaista alle 18-vuotiaisiin. Pelaajien syke jaettiin viiteen eri kategoriaan; HR1, <60 % HR_{max} ; HR2, 61–70 % HR_{max} ; HR3, 71–80 % HR_{max} ; HR4, 81–90 % HR_{max} ; HR5, >91 % HR_{max} . Nopeusalueet määritettiin ennalta tehtyjen maksimaalisen nopeus ja maksimaalisen aerobisen nopeuden (MAS) testien perusteella seuraavasti; nopeusalue 1 (S1): alle 60 % of MAS, nopeusalue 2 (S2): 61 % - 80 % of MAS, nopeusalue 3 (S3): 81 % - 100 % of MAS, nopeusalue 4 (S4): 101 % MAS – 30 % ASR ja nopeusalue 5 (S5): yli 31 % ASR. ASR oli maksimaalisen juoksunopeuden (MSS) ja MAS välinen alue. Vanhemmat kolme ikäluokkaa liikkui enemmän S1 alueella kuin nuoremmat. Alle 18-vuotiaat liikkui vähemmän S3 alueella kuin neljä nuorimmaista ikäluokkaa ja alle 13-vuotiaat enemmän kuin neljä vanhinta ikäluokkaa. Ikäluokasta riippumatta suurin osa ajasta vietettiin sykealueilla HR4 ja HR5. In vaikutus oli selkeä verrattaessa nopeuksia eri sykealueilla nuorempien saavuttaessa alhaisempia nopeuksia.

Norjan pääsarjataso joukkueen kotipelien kuormituksen mittauksissa pelaajien kokonaiskuormitukseen laskettiin vaikuttavan eri nopeuksilla kuljettujen matkojen lisäksi kiihtyvyydenmuuttajat, kiihdytykset ja jarrutukset. Kiihtyvyydenmuuttajista käytettiin termiä Player Load (PL). Pelaajat liikkui keskimäärin $10,200 \pm 785$ m <19,8 km/h, joka luokiteltiin matalan intensiteetin liikkumiseksi. Korkean intensiteetin liikkumisessa näkyi selkeitä pelipaikkakohtaisia eroja. Laitapelaajat liikkui korkealla intensiteetillä 230 %, 48 %, and 40 % enemmän kuin keskuspuolustajat, keskikentän keskuspelaajat ja hyökkääjät. Keskuspuolustajat liikkui korkealla intensiteetillä muita pelipaikkoja vähemmän. Tutkimuksen tärkein löytö oli suunnanmuutosten vaikutus pelaajien kokonaiskuormitukseen. Kiihdytyksien osuus on 7-10 % ja jarrutusten 5-7 % kokonaiskuormituksesta. Kiihdytyksiä oli ottelun aikana keskimäärin 76 ja jarrutuksia 54. Kiihdytysten ja jarrutusten tuli kestää minimissään puoli sekuntia ja ylittää tason 2 m/s^2 . (Dalen ym. 2016.)

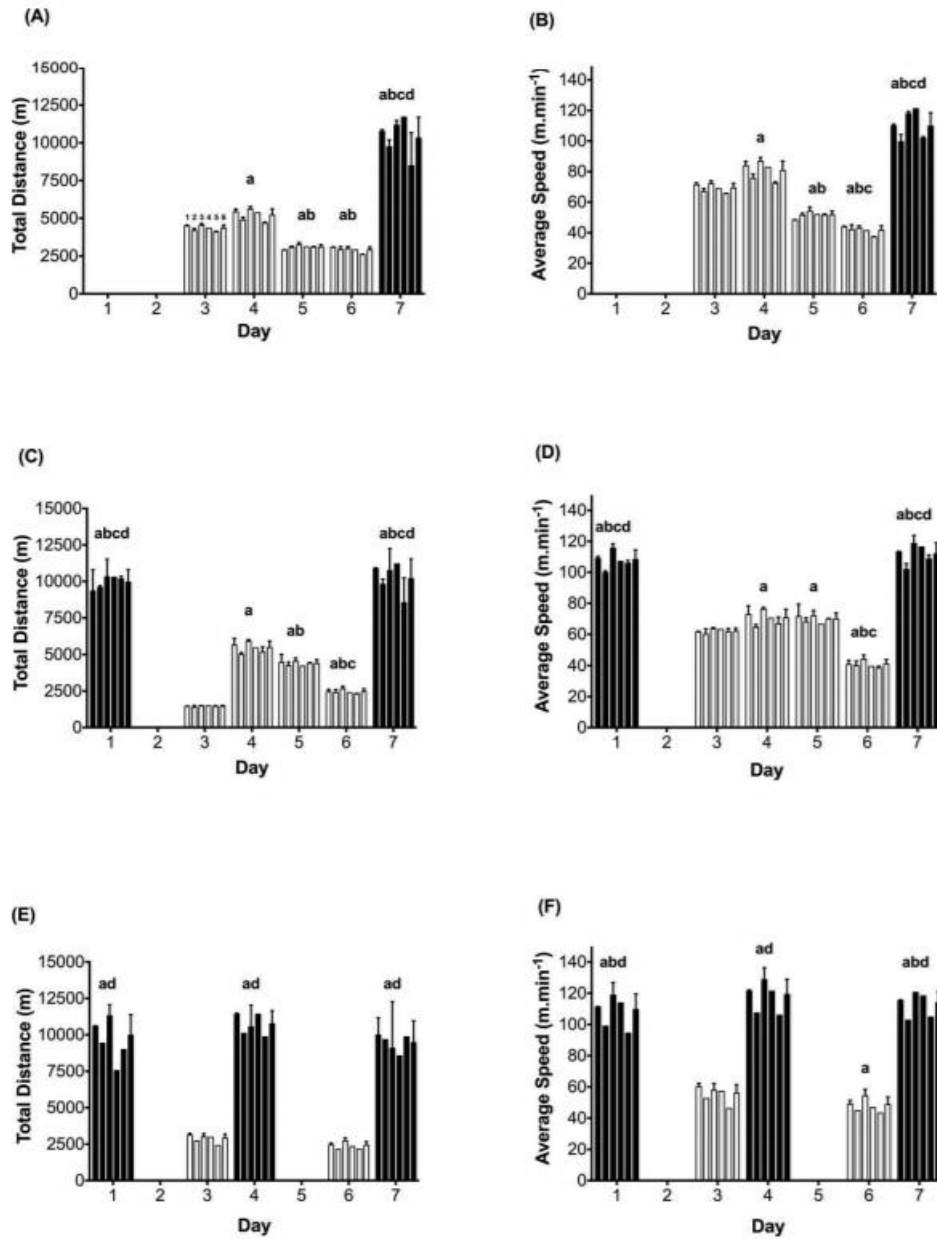
3.2 Harjoittelun kuormitus

Valioliigajoukkueen harjoittelun kuormituksen seurannassa mitattiin pelaajilta syke, kuljettu matka, korkeavauhtinen juoksu ($\geq 5,8$ m/s), sprinttijuoksu ($\geq 6,7$ m/s), kävely/hölkä (< 3 m/s) ja korkeavauhtisten juoksujen ja sprinttien määrä. Suunnanmuutokset määriteltiin kiihtyvyyksinä, jotka ylittivät arvon 1 m/s^2 ja luokiteltiin matalan ($1-2 \text{ m/s}^2$), keskinkertaisen ($2-3 \text{ m/s}^2$) ja korkean ($> 3 \text{ m/s}^2$) intensiteetin kiihtyvyyksiin. Harjoittelun kuormitusta mitattiin kauden ajan yhden ottelun ja neljän harjoituksen sisältäviltä viikoilta, joissa vapaapäivät olivat ottelun ja toisen harjoituksen jälkeen. Harjoittelun rytmityksessä viikon toinen harjoitus oli selkeästi raskain ja peliä edeltävä kevyin absoluuttisin arvoin verrattuna kaikilla muuttujilla. Vertailtaessa suunnanmuutoksia suhteellisesti kuljetun matkan tai harjoituksen keston suhteen erot pienenevät. Näin voidaan olettaa, että harjoittelun kuormitusta on säädelty enimmäkseen harjoituksen kestoja muuttamalla ja kuljettuihin matkoihin vaikuttamalla. Harjoitusviikon aikana > 90 % HRmax vietettiin noin 7 % harjoittelusta ajasta. (Akenhead ym. 2016a.)

Samaisessa tutkimuksessa havaittiin harjoituksen seurannasta, että pelipaikkakohtaisia eroja korkeavauhtisen juoksun ja sprinttien muuttujissa ei löytynyt, joka on yleinen erottava tekijä pelipaikkojen välillä otteluissa. Kiihtyvyyksimuuttujia vertailtaessa pelipaikkojen välillä löytyi otteluiden kaltaisia eroja kuten keskikenttäpelaajien suurempi määrä matalan ja keskinkertaisten kiihtyvyyksien kertymisessä verrattuna keskuspuolustajiin. Laitakeskikenttäpelaajat suorittivat muita tiheämmin korkean intensiteetin kiihdytyksiä ja jarrutuksia. (Akenhead ym. 2016a.)

Erilaisten viikkojen kuormitusta mitattaessa Anderson ym. (2016) vertailivat yhden, kahden ja kolmen ottelun viikkojen kokonaisrasitusta, jota on kuvattu kuvassa 2. Yhden ja kahden pelin viikoilla harjoiteltiin neljä kertaa ja kolmen pelin viikoilla harjoiteltiin vain kaksi kertaa. Yhden ottelun viikoilla viikon toinen harjoitus oli muita harjoituksia kuormittavampi kuljetun matkan ja keskinopeuden suhteen ja viikon ensimmäinen harjoitus kuormittavampi kuin kaksi viimeisintä. Viimeiset kaksi harjoitusta erosivat toisistaan pelkän keskinopeuden kannalta ja olivat viikon kevyimmät harjoitukset. Ottelu oli viikon viimeinen tapahtuma ja harjoitukset neljänä edeltävänä päivänä. Kahden pelin viikoilla ottelut olivat viikon ensimmäinen ja viimeinen tapahtuma ja ensimmäisen ottelun jälkeen oli lepopäivä. Viikon toinen harjoitus oli kuormittavin kuljetun matkan ja keskinopeuden kannalta ja kolmas harjoitus lähes yhtä

kuormittava. Viikon ensimmäinen harjoitus oli kuljetulta matkalta selkeästi matalin ja viimeinen taas keskinopeuden kannalta. Kolmen pelin viikoilla harjoitukset erosivat vain keskinopeuden suhteen, jolloin viikon toinen harjoitus oli kevyempi.



KUVA 2. Kuvassa näkyy englantilaisen joukkueen kuormitusta riveittäin viikoilta, joissa on joko yksi, kaksi tai kolme ottelua. (Anderson ym. 2015) Tummat palkit ovat otteluita ja vaaleat palkit harjoituksia. Vasemman puoleiset taulukot kuvaavat kuljettua matkaa ja oikean puoleiset keskinopeutta.

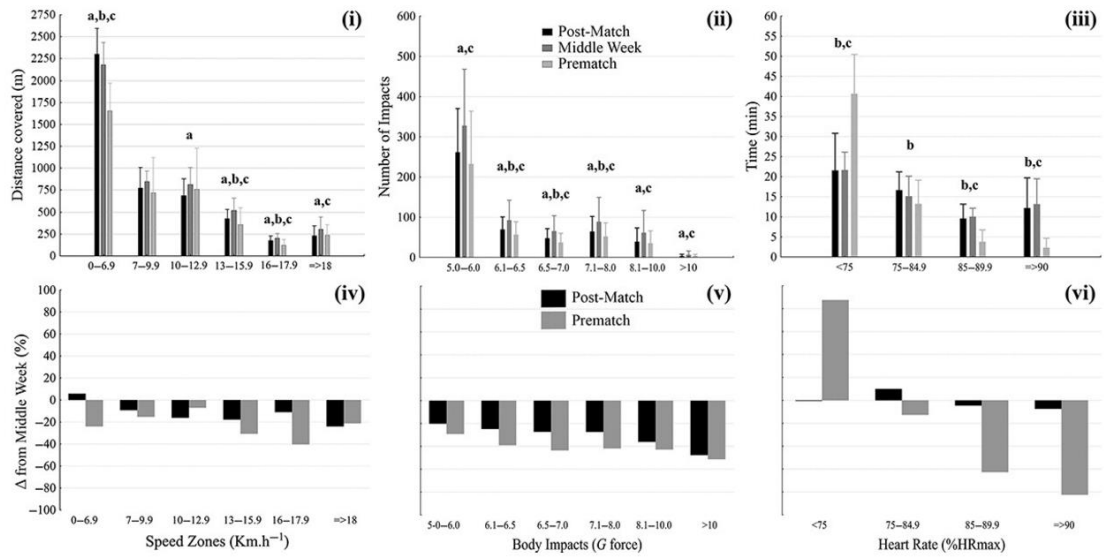
Viikkojen kokonaiskuormitusta vertailtaessa kahden ottelun viikolla tapahtumien yhteiskesto oli pisin. Yhden ottelun ja kolmen ottelun viikoilla ei ollut eroa. Kahden ja kolmen ottelun

viikoilla pelaajat kulkivat suuremman matkan kuin yhden ottelun viikolla. Vertailtaessa viikkojen aikana kulkemia matkoja suhteessa matkoihin eri nopeuksilla matkat kuljettu juosten 14.4–19.7 km/h), nopeavauhtisesti juosten (19.8–25.1 km/h) ja spurtaten (>25.2 km/h) erosivat niin, että matkat olivat kolmen ottelun viikoilla muita suurempia ja kahden ottelun viikoilla yhden ottelun viikkoa suuremmat.

Englannissa mitattiin pelaajien koko kauden kuormitusta alkaen kuusi viikkoa ennen kilpakauden alkua ja jatkuen kilpakauden yli, joka kesti 39 viikkoa. Kuudella viikolla ennen kauden alkua ei löytynyt eroja viikkojen välillä ja pelaajien välillä tavanomaisia pelipaikkakohtaisia eroja. Verrattaessa kilpakaudella kuuden viikon ajan jaksojen räsitus löydettiin, että ensimmäisillä kuudella viikolla kuljetut matkat olivat suurempia kuin viimeisillä viikoilla. Yksittäisten samankaltaisten viikkojen vertailussa %HR_{max} oli pienempi viikolla 7 kuin viikoilla 24 ja 39. Viikkojen rytmityksessä näkyi, että peliä edeltävä harjoitus oli selkeästi kuormituksen kannalta muita harjoituksia kevyempi. (Malone ym. 2015.)

Nuorten pelaajien viikon harjoittelun kuormitusta tutkivat Coutinho ym. (2015) Portugalissa seuraten viiden seuran alle 15, alle 17 ja alle 19-vuotiaiden joukkueiden viikkokuormitusta. Kaikki alle 19-vuotiaiden joukkueet harjoittelivat viidesti viikossa ja kaikki loput neljästi viikossa lukuun ottamatta yhtä alle 17-vuotiaiden joukkuetta, joka harjoitteli kolmesti viikossa. Harjoitukset jaettiin pre-ottelu ja post-ottelu harjoituksiin sekä keskellä viikkoa sijaitseviin harjoituksiin, joka sisälsi harjoitukset näiden välistä. Pelaajien nopeudet jaettiin kuuteen eri nopeusalueeseen, kuten myös kiihtyvyydenmuuttajat. Sykealueita oli neljä.

Alle 15-vuotiaiden harjoittelussa ei näkynyt suurta intensiteetin vaihtelua ottelun jälkeisen, ottelua edeltävän ja keskellä viikkoa sijaitsevien harjoitusten välillä. Alle 17-vuotiaiden joukkueen harjoittelussa ennen ottelua kuormituksessa tehtiin kevennystä tulevan ottelun varalle. Pientä kevennystä oli myös havaittavissa ottelun jälkeisen harjoituksen kuormituksessa palautumisen edistämiseen (Kuva 3). Alle 19-vuotiaiden harjoituksissa ottelun jälkeinen harjoitus ei eronnut keskellä viikkoa olevista harjoituksista vaan oli joillain mittareilla jopa kuormittavampi, mutta ottelua edeltävä harjoitus oli kevennetty.



KUVA 3. Kuvassa näkyy portugalilaisten alle 17-vuotiaiden joukkueiden viikkorytmytyksen vaikutus eri kuormituksen muuttujiin. (Coutinho ym. 2015) Ylärivissä vasen palkki on viikon ensimmäinen harjoitus, keskimäinen keskiarvo viikon keskellä olevista harjoituksista ja oikea palkki viikon viimeinen ja valmistava harjoitus. Alarivissä näkyy ensimmäisen ja viimeisen harjoituksen prosentuaaliset erot keskellä viikkoa sijaitsevista harjoituksista.

4 JALKAPALLOHARJOITTELU

Jalkapallossa suurin harjoittelun määrään ja laatuun vaikuttava tekijä on ottelut (Akenhead ym. 2016b). Kilpakaudella joukkueella saattaa olla erilaisia viikkoja, joissa joko yksi, kaksi tai kolme ottelua. Tämä vaikuttaa suuresti harjoittelun määrään ja raskuustasoon. Kolmen ottelun viikoilla harjoitellaan vain kaksi äärimmäisen kevyttä palauttavaa harjoitusta, kun taas yhden ottelun viikoilla harjoituksia on neljä ja kuormituskin korkeampi. (Anderson ym. 2015.) Harjoituskaudella harjoittelu painottuu fyysisten ominaisuuksien rakentamiseen ja kehittämiseen tulevaa kilpakautta varten. Kilpakaudella tavoitteena on teknisten ja taktisten ominaisuuksien kehittämisessä ja fyysisten ominaisuuksien ylläpitämisessä. (Malone ym. 2015.)

Seuratessaan Puolan pääsarjajoukkueen harjoittelua kilpakaudella Jastrzêbski & Przybylski (2014) joukkueen viikon ensimmäinen harjoitus tavoitteli palautumista edellisestä ottelusta ja työtä tehtiin suurelta osin aerobisella teholla. Seuraavat viikon harjoitukset sisälsivät intensiivisempiä harjoitteita, mutta rajoitetusti pitempiaikaisen väsymisen ehkäisemiseksi sekä useita teknisiä sekä taktisia harjoitteita valmistaen tulevaan otteluun. Puolalaisten junioripelaajien harjoittelu erosi harjoitus- ja kilpakaudella selkeästi toisistaan. Harjoituskaudella harjoittelu sisälsi enemmän yleistä liikunnallista harjoittelua kun taas kilpakaudella harjoittelu oli jalkapalloon spesifimpää. Kilpakausi sisälsi myös enemmän anaerobisella teholla harjoittelua. (Głowacki ym. 2011) Englannissa alle 18-vuortiaiden harjoittelun sisältö eri vuodenaikoina näkyy alla taulukossa (McMillan ym. 2005).

TAULUKKO 1. Taulukossa on esitetty Englantilaisen juniorijoukkueen harjoittelun sisällön keskimääräinen sisältö eri vuoden aikoina. Tulokset on esitetty harjoitustunteina viikossa. (McMillan ym. 2005) PS = Pre-Season.

	PS - loka	loka - joul	tammi - huhti	huhti - kesä
Lämmittely	1,67	2,17	1,67	2,17
Venyttely	1,5	1	1	1
Kestävyysjuoksu	3	1,5	1	0,5
Pienpelit	2,5	1,75	2	1,25
Tekniikkaharjoittelu	1	1,5	1,5	1
Voimaharjoittelu	1	1	1	0,5
Ottelu	1,5	1,5	2,25	3
Yhteensä	12,2	10,4	10,4	9,4

Portugalilaisten juniorien harjoitusten kuormituksen mittauksissa jokainen harjoitus alkoi yleisellä lämmittelyllä sisältäen juoksua, venyttelyä ja pienpelejä. Joukkueiden harjoittelua määrittivät suurelta osin ikäluokan tavoitteet. Alle 15-vuotiaiden joukkueessa harjoittelu sisälsi paljon 3 vs. 3 ja 1 vs. 1 pelaamista, joilla pyritään kehittämään pelin perusperiaatteiden ymmärrystä ja pelaajien henkilökohtaista taitoa. Alle 17-vuotiaiden harjoittelu sisälsi 3 vs. 3 ja 4 vs. 4 pienpelejä ja korkeampaa fyysistä kuormitusta. Taktisesti tavoitteena kehittää edellisellä tasolla opittuja taktisia kokonaisuuksia. Alle 19-vuotiaiden joukkueessa harjoittelu oli jo suurelta osin pelien kaltaista, jossa pääpaino taktisella osaamisella kuten joukkueen organisoinnissa ja pelaajien välisessä vuorovaikutuksessa. (Coutinho ym. 2015)

Akenhead ym. (2016a) seurasi Englannin pääsarjataso joukkueiden harjoittelua ja totesi, että joukkueet harjoittelevat yhden ottelun viikoilla neljä kertaa. Harjoittelu ei tuottanut ottelujen tapaan selkeitä pelipaikkakohtaisia eroja kuormituksessa. Tähän on todennäköisesti syynä harjoittelussa käytettyjen pienpelien kuormitus, joka jakautuu tasaisemmin. Pienpelit, joita voidaan säädellä säännöillä, pelaajien määrällä, pelialueella ja maalivahdeilla, ovat suosittu harjoitusmuoto, jolla tavoitellaan kehitystä pelaajien fyysisissä, teknisissä ja taktisissa ominaisuuksissa (Hill-Haas ym. 2011).

Pienpelien ja ottelun vertailussa pelaajat kulkivat pienpeleissä pidempiä matkoja korkealla intensiteetillä ja täysvauhtisesti ja ero kasvoi suhteutettuna kokonaisuudessaan kuljettuun matkaan. Pienpelit tässä tapauksessa olivat 4 vs. 4 alueella, jonka koko oli 30x20m ja peliaika 4x4 minuuttia kolmen minuutin palautuksella. (Dellal ym. 2012) Vertailtaessa 3 vs. 3 pienpelejä 9 vs. 9 pienpeleihin alueilla 30x25m ja 60x50m, pienpelit vähemmällä pelaajamäärällä olivat intensiteetiltään korkeampia. Tämä näkyi pelaajilla korkeampina sykkeinä ja pidempänä aika >85 % sykealueella. (Owen ym. 2011) Nykyjalkapallossa pienpelien fysiologiset vasteet ovat niin hyvin tiedossa ja tutkittuja, että pienpelien avulla on mahdollista jaksottaa joukkueiden fyysistä harjoittelua (Clemente ym. 2014b).

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMA

Tutkimuksen tarkoituksen on selvittää nuoren jalkapalloilijan kokonaisvaltaista kuormitusta ja verrata otteluiden kuormitusta harjoittelun kuormitukseen, sekä joukkueen harjoittelun ohjelmoinnin onnistumista.

Tutkimusongelma 1: Saavutetaanko harjoittelussa ottelun intensiteettitaso?

Tutkimushypoteesi 1: Harjoittelussa tulisi pienpelien osalta saavuttaa sekä ylittää otteluiden intensiteetti.

Perustelu 1: Pienpelit 4vs4 pelimuodolla 4x4 min peliajalla vaativat pelaajilta enemmän liikkumista kokonaisuudessaan ja korkealla nopeudella (Dellal ym. 2012). Sykkeen on myös mitattu nousevan otteluiden tasolle (Hill-Haas ym. 2011).

Tutkimusongelma 2: Näkyykö joukkueen harjoittelussa erilaisten peliosuuksien välillä kuormituksessa eroavaisuuksia?

Tutkimushypoteesi 2: Pienpelien kenttäkoon ja pelaajien määrän tulisi vaikuttaa pelaajien kuormitukseen halutulla tavalla.

Perustelu 2: Pienpelien kokoa, kestoja, pelaajamääriä ja sääntöjä muuttamalla on mahdollista ohjelmoida harjoittelun kuormitusta (Clemente ym. 2014b). Näitä periaatteita noudattaen joukkueen harjoituksissa harjoitusten välillä tulisi näkyä vaihtelua sisältäen kevyitä ja kuormittavia harjoituksia.

Tutkimusongelma 3: Onnistuuko joukkueen harjoittelun ohjelmointi niin, että se sisältää sekä kuormittavia että kevyempiä harjoituksia?

Tutkimushypoteesi 3: Joukkueen harjoittelussa tulisi näkyä kevyempi harjoitus ennen ottelua.

Perustelut 3: Joukkueiden harjoittelun ohjelmoinnissa kevyt harjoitus on yleistä ennen ottelua ja kovaa harjoitelleet pelaajat väsyvät nopeammin ja enemmän kuin levänneet pelaajat otteluissa (Coutinho ym. 2015, Anderson ym. 2015, Reilly ym. 2000).

6 MENETELMÄT

6.1 Koehenkilöt

Koehenkilöinä toimivat Jyväskylän Jalkapallokerhon junioripelaajat, jotka ovat 15–17-vuotiaita. Harjoituksia ja harjoitusottelu mitattiin harjoituskaudelta joukkueen valmistautuessa tulevaan kauteen B-junioreiden 1-divisioonassa. Tuloksissa analysoidaan pelkästään kenttäpelaajien tulokset. Tutkimukseen osallistui vain pelikunnossa olevat pelaajat, jotka ovat saaneet otteluissa säännöllisesti peliaikaa ja harjoitelleet joukkueen mukana edellisillä viikoilla.

TAULUKKO 2. Pelaajien tiedot keskiarvoina ja keskihajontoina. Suluissa vaihteluväli.

n	15
Ikä (v)	15,4 ± 0,6 (14 - 17)
Paino (kg)	71,23 ± 8,5 (60 - 91)
Pituus (m)	1,79 ± 0,07 (1,67 - 1,95)

Kaikki pelaajat ja heidän vanhemmat olivat tietoisia tutkimuksen toteuttamisesta ja sen taustoista. Jokaisella osallistujalla oli mahdollisuus jättää osallistumatta tai keskeyttää tutkimukseen osallistuminen halutessaan. Tutkimuksessa toteutettiin Jyväskylän Yliopiston Eettisen toimikunnan periaatteita.

6.2 Koeasetelma

Mittauksissa oli tarkoituksen tutkia jalkapallon kokonaisvaltaista kuormitusta mahdollisimman tarkasti ja verrata harjoittelun aiheuttamaa kuormitusta otteluun. Harjoitusten kuormitusta verrataan ottelun kuormitukseen kokonaisuutena sekä vertaamalla erilaisten harjoitusmuotojen intensiteettiä ottelun intensiteettiin.

Mittausvälineen käytettiin Polar (Kempele) Team Pro järjestelmää, jonka avulla voidaan seurata yksittäisten pelaajien kuormitusta kentällä. Mittaus perustuu rintakehälle asetettavaan anturiin, joka mittaa pelaajan sykettä, kuljettua matkaa, nopeutta ja kiihtyvyyttä. Näin voidaan päästä käsiksi pelaajiin kohdistuvaan sisäiseen kuormitukseen sykkeen kautta ja ulkoiseen

kuormitukseen liikkumista mittaamalla. Syke ja GPS mittari ovat tällä hetkellä käytetyimmät mittausmenetelmät jalkapallon kuormituksen seurantaan ammattilaisjoukkueiden keskuudessa.

Joukkueelta mitattiin kolme harjoitusta ja yksi ottelu yhden viikon aikana. Mittaukset eivät muuttaneet pelaajien/joukkueen harjoittelua tai ottelutapahtumia, päinvastoin joukkue jatkoi toimintaa mahdollisimman normaalisti. Pelaajat asettivat mittarit paikoilleen jo ennen alkulämmittelyn alkua otteluissa ja harjoituksissa ja pitivät ne loppuverryttelyn loppuun asti. Kaikki mitatut tapahtumat järjestettiin lämmitetyssä tekonurmihallissa samoissa olosuhteissa 16:00-18:00 välisenä aikana.

Mittausten aikana kirjattiin ylös harjoittelun sisältö. Harjoituskerran harjoitukset jaettiin kategorioihin ja harjoituksista mitattiin kesto, alueen koko ja osallistuvien pelaajien määrä.

TAULUKKO 3. Joukkueen viikon harjoittelun sisältö.

	aika / lepo	alue
Maanantai harjoitukset		
Pallollinen alkulämmittely	15 min	
9vs10 taktinen peli 30min	30 min	52,5 m x 68 m
6vs6 peli 30 min	8 min peli	52,5 m x 34 m
Loppuverryttely	10 min	
Tiistai harjoitukset		
Palloton lämmittely	10 min	
6vs4 aluepeli	5x2min	
2vs2	4x45 sek / 2 min 15 sek	16 m x 10 m
4vs4	3x2 min / 2min lepo	20 m x 15 m
8vs8	2x8 min / 4 min lepo	52,5 m x 68 m
Loppuverryttely	10 min	
Keskiviikko		
Lepopäivä		
Torstai		
Fysiikkaharjoitus	75 min	
Perjantai harjoitukset		
Palloton lämmittely	10 min	
Kolmen joukkueen aluepeli	15 min	
9vs9 taktinen peli	20 min	52,5 m x 68 m
Maalinteko	20 min	
Loppuverryttely	10 min	
Lauantai		
Ottelu	80 min	105 m x 68 m

Joukkueen sen hetkessä viikkorytmissä maanantain ja tiistain harjoitusten oli suunniteltu olevan fyysisesti raskaampia kuin perjantain, joista tiistain suunniteltiin olevan kaikista kuormittavin. Keskiviikko oli lepopäivä ja torstaina oli fysiikkaharjoitus sisältäen voima- ja vartalonhallinta harjoittelua. Perjantain harjoitusten tarkoituksena oli valmistautuminen seuraavan päivän otteluun ja näin ollen kuormitus on kevyttä. Lauantaina oli harjoitusottelu ja sunnuntaina lepopäivä.

6.3 Mittausmenetelmät

6.3.1 Syke

Pelaajille asetettu anturi mittaa sykettä rintakehästä. Syke mittaa pelaajan kokemaa sisäistä kuormitusta, kun oletusarvona on, että syke nousee kuormituksen kanssa lineaarisesti. Syke analysoidaan jälkeenpäin Polarin ohjelmistolla. Datasta erotellaan huippusyke, keskisyke ja aika eri sykealueella. Maksimisyke on mitattu maksimisyke joukkueen Yo-Yo Intermittent Recovery 1 – testistä, harjoituksista tai ottelusta.

Yo-Yo Intermittent Recovery 1-testi kuuluu joukkueen testipatteristoon. Testi kertoo pelaajan kyvystä jatkaa intervallityyppistä katkonaista suoritusta aerobisen systeemin maksimaaliseen aktivaatioon asti ja saavuttaen testattavaan maksimisykkeen (Bangsbo ym. 2008).

Syke jaetaan viiteen sykealueeseen suhteutettuna maksimiin: alue 1 (60-74 %), alue 2 (75-79 %), alue 3 (80-84 %), alue 4 (85-89%) ja alue 5 (>90 %).

6.3.2 GPS

GPS järjestelmä toimii yhdistämällä mittarit satelliitteihin ja mittaamalla pelaajien liikkumista näihin nähden. Polarin mittarin näytteenottotaajuus on 10 Hz. Mittari mittaa pelaajan kulkemaa matkaa ja nopeutta.

Matkan mittaamiseen Polarin mittarin luotettavuus on riittävä jalkapallossa tapahtuvan liikkumisen mittaamiseen, joka sisältää eri nopeuksilla liikkumista ja suunnanmuutoksia. Nopeutta mitattaessa ongelmana saattaa olla mittarin tarkkuus mitata maksimi- ja keskinopeuksia liikkeissä, jotka sisältävät paljon suunnanmuutoksia tai korkeita kiihtyvyyksiä (>4 m/s²). (Kelly ym. 2015, Jennings ym. 2010.)

Nopeutta analysoidessa erotellaan huippunopeus, keskinopeus ja nopeus tullaan jakamaan nopeusalueisiin erottelemaan kovavauhtiset juoksut hölkästä ja kävelystä. Nopeus jaetaan viiteen eri nopeusalueeseen perustuen kirjallisuuteen: alue 1 (0-6,99 km/h), alue 2 (7-10,99 km/h), alue 3 (11-14,99 km/h), alue 4 (15-18,99 km/h) ja alueeseen 5 (>19 km/h). Nopeuden lisäksi mitataan eri nopeusalueella kuljettua matkaa ja kuljettua matakkaa kokonaisuudessa.

Pelaajilta on mitattu maksiminopeus joukkueen mittauksissa käyttäen Fusion Sportsin (Australia) Smart Speed kennoja. Testi on suoritettu lähdöstä paikaltaan jalka viivalla 70 cm ennen ensimmäistä kennoa ja toinen ja kolmas kenno 10m ja 30m ensimmäisestä kennosta.

6.3.3 Kiihtyvyyssuunnat

Kiihtyvyyssuunnat mittaavat kiihtyvyyksiä kolmeen eri suuntaan (x,y,z) ja muodostavat siitä summavektori. Kiihtyvyyssuunnalla on mahdollisuus mitata kehoon kohdistuvia ulkoisia kuormitustekijöitä kuten kiihdytykset/jarrutukset, suunnanmuutokset, taklaukset ja kontaktit. Suunnanmuutosten osalta analysoidaan pelistä kiihdytykset, jotka ylittivät 3 m/s² rajan, joka on kirjallisuudessa korkeatasoisen suunnanmuutoksen kriteerit.

6.3.4 Tilastolliset menetelmät

Eri harjoitteet sekä ottelun peliaika ovat suhteutettu jokaiselta pelaajalta niin, että kesto on virallisen ottelun peliaika eli 80 minuuttia. Pienpelien aika on suhteutettu sisältäen palautukset sekä 8vs8 ja 4vs4 harjoitteissa myöskin sisältäen pelistä tehokasta peliaikaa. Vähän pelaajia sisältävissä harjoitteissa, kuten 4vs4 pienpelit, vertailu on tehty vain harjoitukseen osallistuvien pelaajien tuloksista ottelussa. Eri päivien kokonaisuuksien vertailussa kuormitus on säilytetty ennallaan.

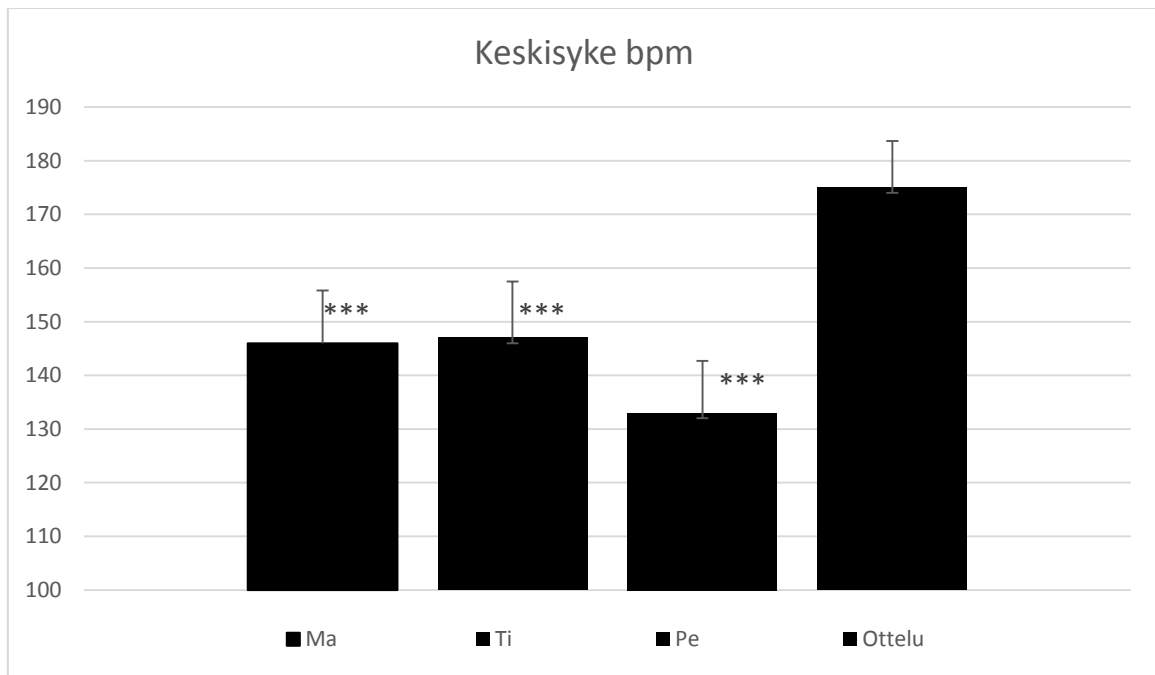
Datan analysointiin käytettiin Excel 2016 sekä IBM Statistics SPSS 24 ohjelmistoja. Kaikki data on esitetty keskiarvo ± keskihajonta muodossa. Vertailuun käytettiin parittaista t-testiä ja merkitsevyyden raja-arvoiksi asetettiin * p <0,05; ** p <0,01 ja *** p<0,001.

7 TULOKSET

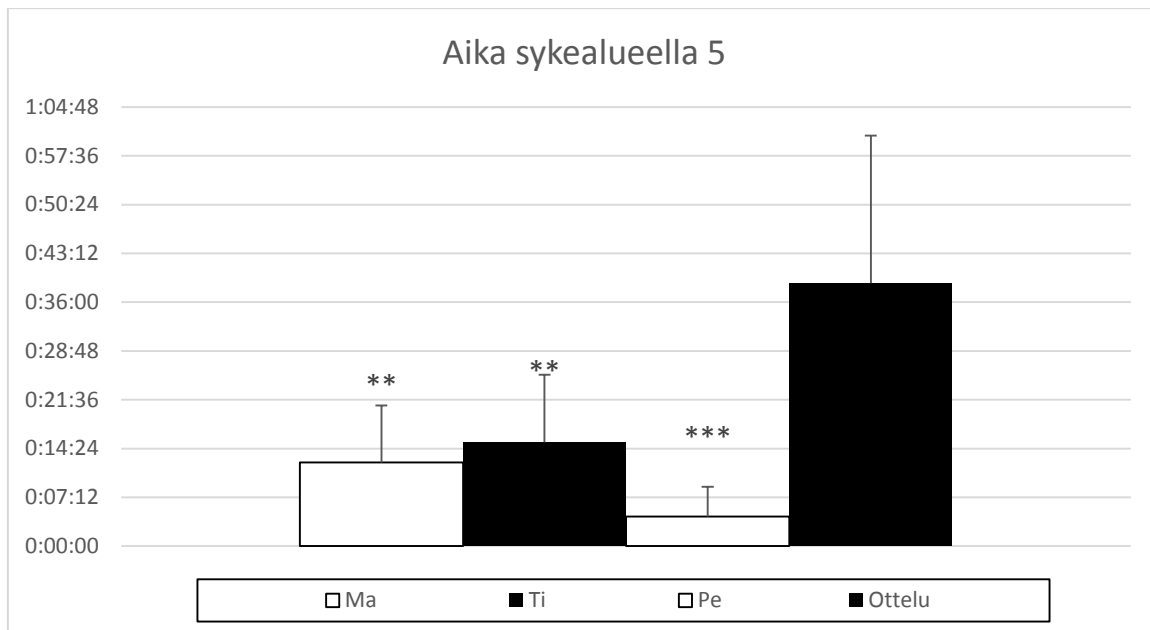
7.1 Sisäinen kuormitus

7.1.1 Päivätasolla kuormituksen vertailu

Eri päivien kuormituksen vertailuissa valitut sisäisen kuormituksen muuttujat, keskisyke (ma 146, ti 147, pe 133, peli 175), aika sykealueella 5 (ma 0:12:12, ti 0:15:18, pe 0:04:22, peli 0:38:48) ja prosentteina aika sykealueella 5 (ma 12,59 %; ti 13,03 %; pe 4,08 %; peli 48,50 %), erosivat tilastollisesti merkitsevästi kaikkien harjoituspäivien osalta ottelun sisäisestä kuormituksesta ($p < 0,001$). Sisäistä kuormitusta on kuvattu keskisykkeiden osalta kuvassa 4 ja sykealueella 5 vietetyn osalta kuvassa 5.



KUVA 4. Harjoitusten sekä ottelun mitatut keskisykkeet. *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero harjoitusten ja ottelun välillä.

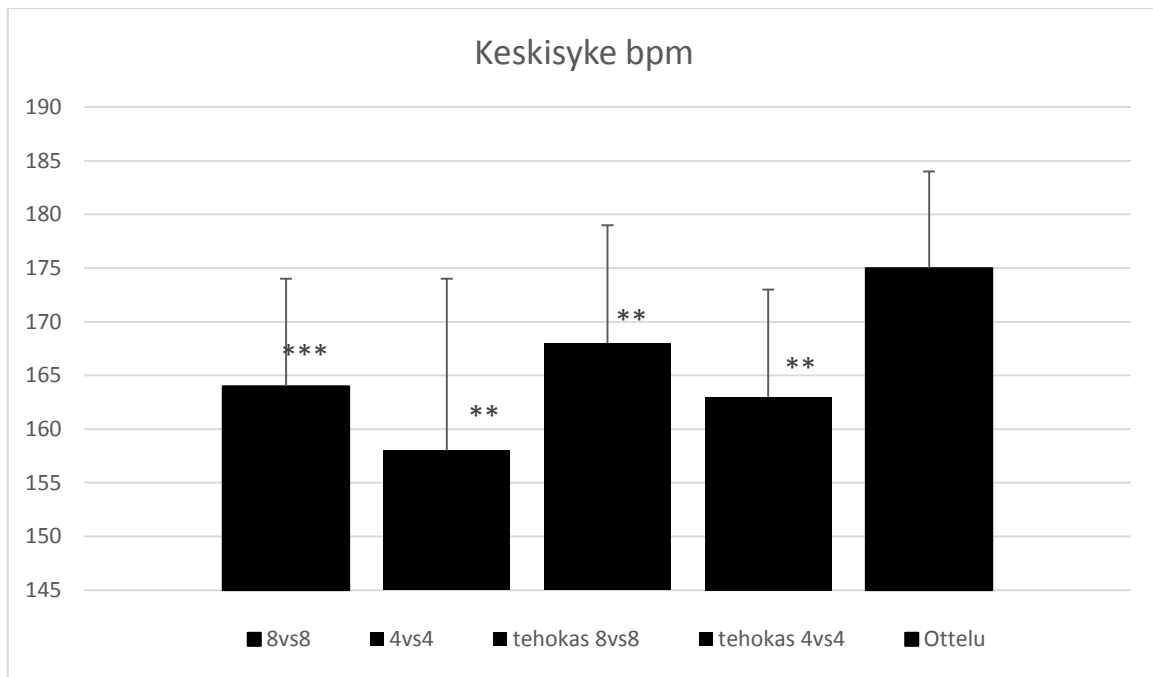


KUVA 5. Harjoitusten ja ottelun sykealueella 5 kulunut aika. ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero harjoitusten ja ottelun välillä.

Harjoitusten välillä vertailussa perjantai erosi merkitsevästi keskisykkeen ja sykealueella 5 vietetyn ajan suhteen maanantain ja tiistain harjoituksista. Maanantain ja perjantain keskisykkeiden ja sykealueella 5 vietettyjen aikojen välillä oli myöskin tilastollisesti merkitsevä ero.

7.1.2 Pienpelien vertailu otteluun

Keskisykkeen osalta kuvassa 6 seuraavissa harjoitusmuodoissa todetaan merkitseviä eroja; 8vs8 (164 bpm) ja 4vs4 (158 bpm) taukoineen sekä pelkät tehokkaat peliajat 8vs8 (168 bpm) ja 4vs4 (163 bpm) erosivat merkitsevästi ottelun keskisykkeestä (175 bpm). Maksimisykkeet 8vs8 pienpeleissä taotettuna ja tehokkaana peliaikana (163 bpm, 168 bpm) erosivat myös merkitsevästi ottelun maksimisykkeestä (196 bpm). 6vs6 pelimuoto ei tuottanut tilastollisesti merkitseviä eroja, mutta erosi keskisykkeen ja maksimisykkeen (140 bpm, 166 bpm) osin huomattavasti ottelun vastaavista (175 bpm, 195 bpm).



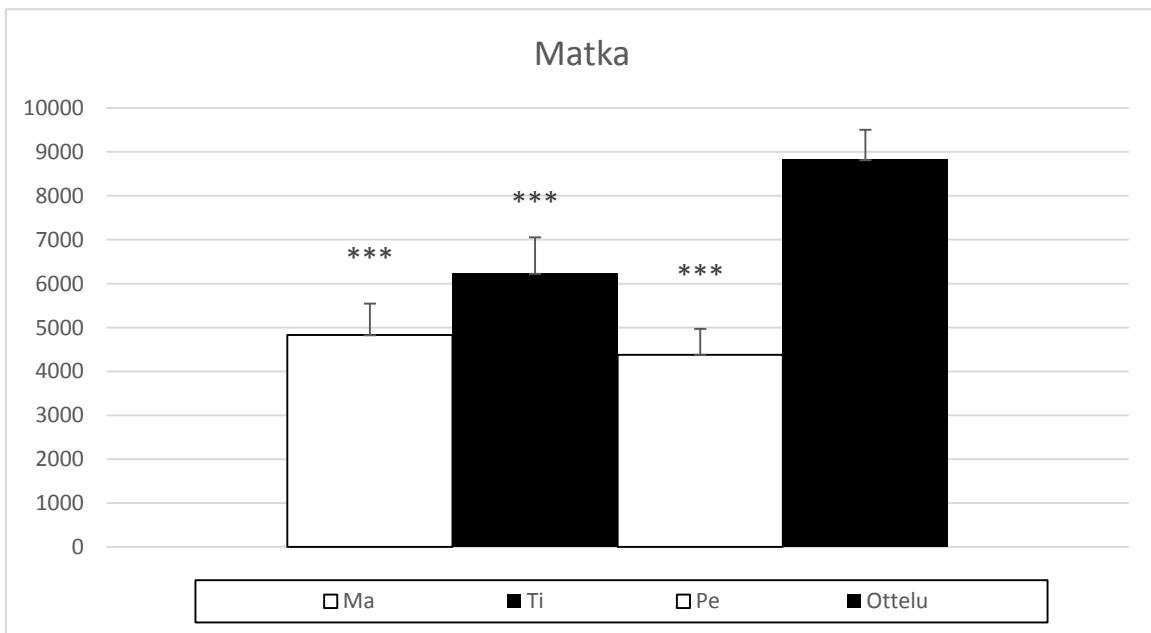
KUVA 6. Keskisyke pienpeleissä 8vs8 ja 4vs4 tauot mukaan luettuna ja tehokkaana peliaikana. ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä pelimuotojen ja ottelun välillä.

Vertailussa sykealueella 5 vietettyjen aikojen välillä löytyi tilastollisesti merkitseviä eroja ($p < 0,05$) ja merkittäviä eroja olivat 4vs4 (0:21:58) ja 8vs8 (0:20:50) pienpelien ajat verrattuna otteluun (0:37:20).

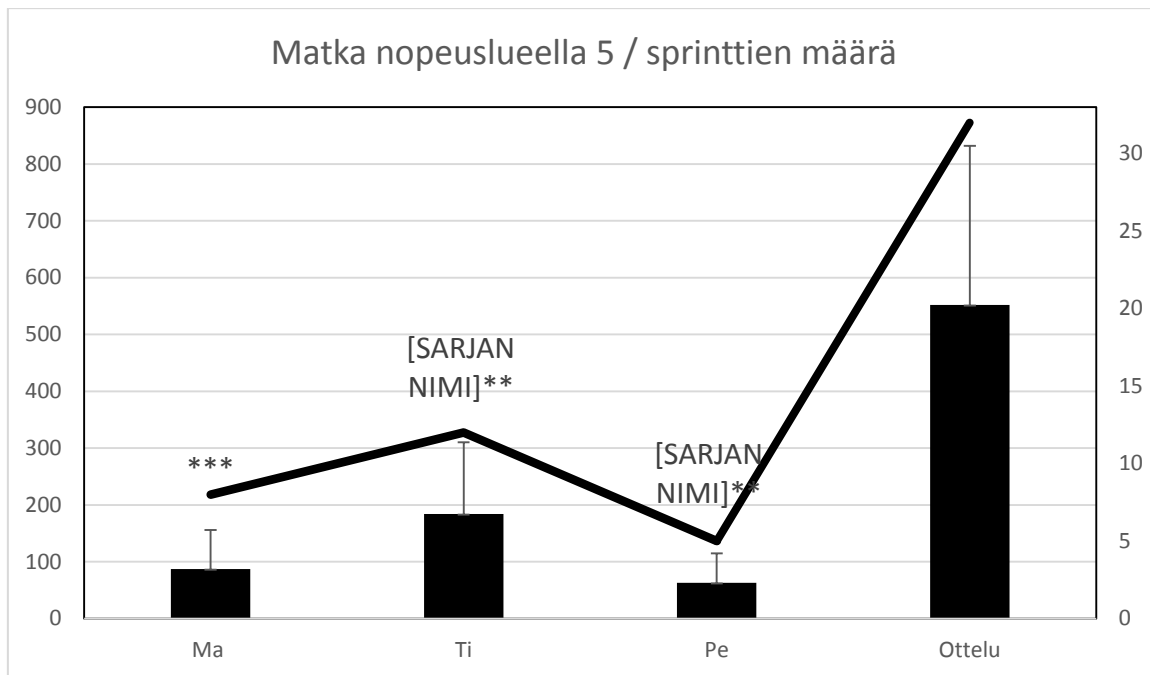
7.2 Ulkoinen kuormitus

7.2.1 Päivätasolla kuormituksen vertailu

Kaikkien päivien valitut ulkoisen kuormituksen muuttujat olivat harjoituksissa tilastollisesti merkitsevästi poikkeavia otteluun verrattuna ($p < 0,001$). Kuvassa 7 kuvattu matka ottelussa on huomattavasti suurempi kuin harjoituksissa. Myöskin sprinttien määrä (ma 8, ti 12, pe 5, peli 32) sekä nopeusalueella 5 kuljettu matka (ma 87; ti 184; pe 63; peli 552) kuvassa 8 erosivat merkitsevästi harjoitusten vertailussa otteluun ($p < 0,001$).



KUVA 7. Kuljettu matka erosi kaikkien harjoituspäivien osalta merkitsevästi verrattuna ottelussa kuljettuun matkaan. *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero harjoitusten ja ottelun välillä.



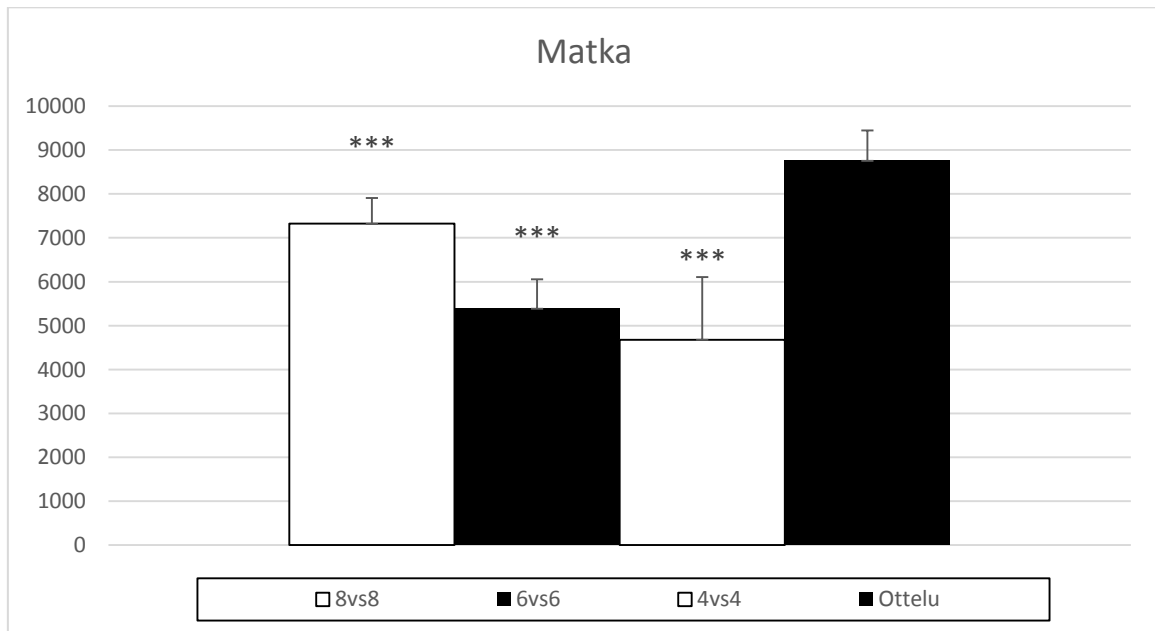
KUVA 8. Nopeusalueella 5 kuljettu matka pylväsdiagrammeina vasemman asteikon mukaan sekä sprinttien määrä viivadiagrammina oikean puoleisen asteikon mukaan harjoituksissa ja ottelussa. Molemmat muuttujat erosivat kaikkina päivinä tilastollisesti merkitsevästi ottelusta. *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero harjoitusten ja ottelun välillä.

Harjoitusten välisessä vertailussa tiistain harjoitukset erosivat tilastollisesti merkitsevästi maanantain ja perjantain harjoituksista matkan, nopeusalueella 5 kuljetun matkan ja tehtyjen sprinttien määrän osalta. Perjantain ja tiistain harjoitusten keskinopeuden välillä oli myöskin tilastollisesti merkitsevä ero. Lisäksi perjantain harjoitukset poikkesivat maanantain harjoituksista merkitsevästi keskinopeuden osin.

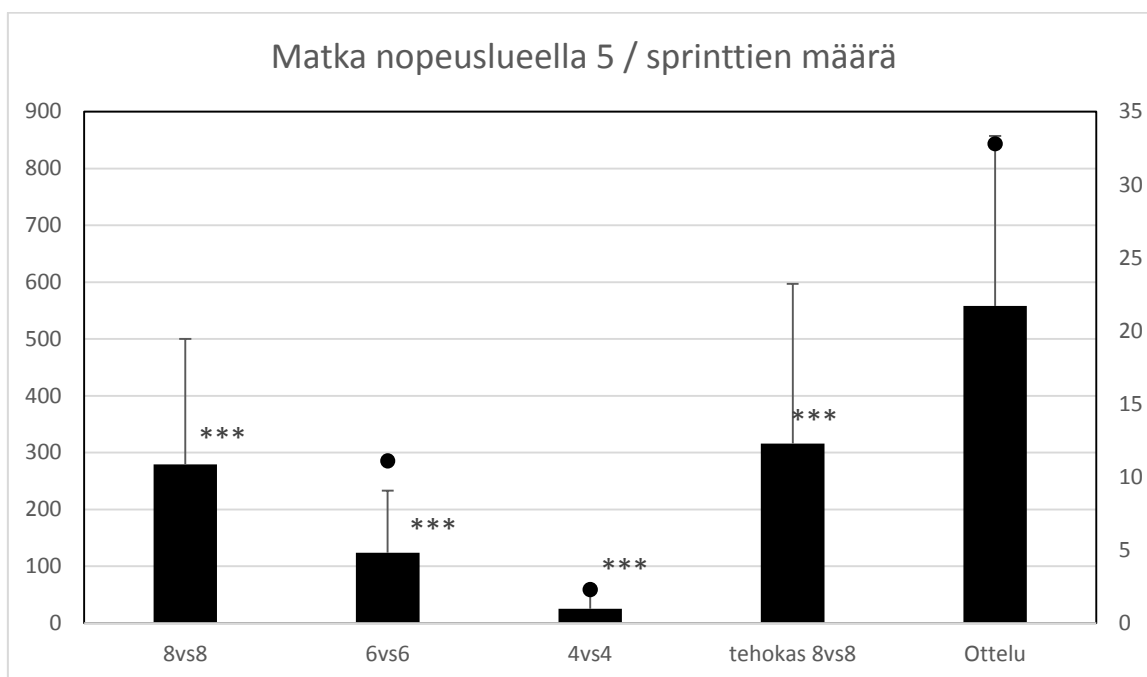
7.2.2 Pienpelien vertailu otteluun

Pienpelien matkaa tutkittaessa merkitseviä eroja esiintyi tauot mukaan lukien kaikissa pienpelimuodoissa (8vs8 7321 m; 6vs6 5388 m; 4vs4 4677 m) verrattuna otteluun (8756 m), jotka on kuvattu kuvassa 9. Keskinopeuden vertailussa tulokset olivat samankaltaisia tauotettujen pienpelien vertailussa esiintyen merkitseviä eroja (8vs8 5,66 km/h; 6vs6 3,66 km/h; 4vs4 3,70 km/h; ottelu 6,75 km/h). Tehokkaana peliaikana 8vs8 ylsi ottelun tasolle kuljetussa matkassa sekä keskinopeudessa. Kuvassa 10 nopeusalueella 5 kuljettu matka poikkesi ottelusta merkitsevästi 8vs8 (279 m), 6vs6 (124 m), 4vs4 (25 m) ja tehokkaassa 8vs8 (316 m) pienpeleissä ottelun matkasta (558 m). Ero sprinttien määrässä pienpeleissä 6vs6 (11,1) ja 4vs4 (2,3) verrattuna otteluun (32,8) oli merkitsevä ($p < 0,001$). Sprinttien määrät

tehokkaassa 4vs4 (4,9) ja tauotetussa 8vs8 (22,2) pelimuodoissa olivat merkitsevästi alhaisempia ($p < 0,01$). Maksiminopeus erosi kaikissa pienpelimuodoissa (8vs8 24,5 km/h; 6vs6 19,6 km/h; 4vs4 18,8 km/h; tehokas 8vs8 23,2 km/h; tehokas 4vs4 18,1 km/h) merkitsevästi ($p < 0,001$) ottelun maksiminopeudesta (28,1 km/h).



KUVA 9. Pienpelien ja ottelun mitatut matkat. *** $p < 0,001$ tilastollinen merkitsevyys pelimuotojen ja ottelun välillä.



KUVA 10. Palkeissa matkat liikuttu nopeusalueella 5 vasemman puoleisen asteikon mukaan ja pisteet edustavat sprinttien määrää oikean puoleisen asteikon mukaan. Pisteet merkitty vain tilastollisesti merkitsevien päivien kohdille. *** $p < 0,001$ tilastollinen merkitsevyys pelimuotojen ja ottelun välillä.

Suunnanmuutosten vertailussa 4vs4 ja 6vs6 pelimuotojen kiihdytykset erosivat merkitsevästi ottelusta ($p < 0,05$). Tehokkaana peliaikana 4vs4 erosi myös merkitsevästi ($p < 0,01$). Pelimuotoina 8vs8 tauoilla ylitti kiihdytysten osalta (8vs8 24; ottelu 23,2) ja tehokkaana peliaikana kiihdytysten ja jarrutusten (tehokas 8vs8 29,5/12,1; ottelu 23,2/10,0) osalta ottelun intensiteetin.

8 POHDINTA

Tutkimuksen päälöydöksenä on se, että harjoituksissa ei ottelun intensiteettiä ylitetty millään osa-alueella lukuun ottamatta 8vs8 pelimuodossa vain suunnanmuutosten osalta. Pienpelien osalta 8vs8 pelimuoto oli kaikista kuormittavin, jossa suurimmalta osin saavutettiin ottelun kuormituksen taso. Joukkueen harjoittelu oli kuormituksen osalta viikon aikana onnistunut tiistain ollessa kuormittavin ja perjantain ollessa kevyin harjoitus.

Verrattuna otteluun kuormitukseltaan suurin oli pelimuodoista 8vs8, jossa kentän koko oli 52,5m x 68m ja peliaika 2x8 min minuutin palautuksella. Tämä oli pelimuodoista suurin pelaajamäärältään ja kentän kooltaan. Sisäisen kuormituksen osalta 8vs8 keskisyke ja maksimisyke jäivät ottelusta keskimäärin 7 ja 11 lyönnin verran. Sykealueella 5 ottelussa vietettiin 12 minuuttia enemmän kuin tehokkaassakin 8vs8 pelimuodossa. Sisäisen kuormituksen osin voidaan todeta, että 8vs8 peli ei yltänyt ottelun tasolle. Ulkoisen kuormituksen vertailussa kuljettu matka ja keskinopeus ylsivät ottelun tasolle, kun taas maksiminopeus ja sprinttien määrä jäivät alhaisemmiksi. Voidaan siis todeta, että 8vs8 pelimuodossa liikkuminen on jo lähellä ottelun kaltaista liikkumista, mutta täysvauhtisten suoritusten määrä ja nopeudet ovat hieman alhaisempia, jonka voidaan olettaa johtuvan pienemmästä pelialueesta. Suunnanmuutoksien vertailussa 8vs8 pelimuoto tehokkaana peliaikana jopa ylitti ottelun tason, joka selittää myöskin alhaisempien maksiminopeuksien ja sprinttien määrän. Pienempi pelialue lisää pelaajien suunnanmuutosten määrää ja voidaankin olettaa, että he eivät saavuta maksiminopeuksia lyhyempien juoksusuoritusten takia. Suunnanmuutokset lisäävät taas osaltaan pelimuodon kuormittavuutta (Dalen ym. 2016).

Vertailussa 6vs6 jäi 10 minuutin päähän ottelun sykealueella 5 vietetyssä ajassa (6vs6 26 min, ottelu 36 min). Näin ollen sisäisen kuormituksen osilta kuormitus jäi vähäisemmällä pelaajamäärällä ottelusta varsinkin sykealueella 5 vietettyjen aikojen osalta ottelua alhaisemmaksi. Sisäisen kuormituksen osilta pelaajien väheneminen olisi voinut olettaa nostavan sykevasteita (Hill-Haas ym. 2011). Tässä tilanteessa verrattaessa 4vs4 peliä 8vs8 peliin tai ottelua 6vs6 peliin kentän koko on kasvanut huomattavasti suuremmilla pelaajamäärillä ja näin ollen pinta-ala per pelaaja on kasvanut myöskin. Näin ollen pelaajan on täytynyt liikkua suurempia määriä ja voidaankin olettaa sykevasteiden nousua (Clemente ym. 2014b). Kirjallisuuden pohjalta pelaajamäärän vähentäminen lisää pienpelien kuormittavuutta ja näin voidaankin olettaa suhteuttaessa pelikentän koko pelaajien määrällä

vastaamaan ottelun pinta-alaa per pelaaja. Sisäisen kuormituksen osin voidaan todeta, että 8vs8 peli ei yltänyt ottelun tasolle. Ulkoisen kuormituksen vertailussa kuljettu matka ja keskinopeus ylsivät ottelun tasolle, kun taas maksiminopeus ja sprinttien määrä jäivät alhaisemmiksi. Voidaan siis todeta, että 8vs8 pelimuodossa liikkuminen on jo lähellä ottelun kaltaista liikkumista, mutta täysvauhtisten suoritusten määrä ja nopeudet ovat hieman alhaisempia, jonka voidaan olettaa johtuvan pienemmästä pelialueesta. Suunnanmuutoksien vertailussa 8vs8 pelimuoto tehokkaana peliaikana jopa ylitti ottelun tason, joka selittää myöskin alhaisempien maksiminopeuksien ja sprinttien määrän. Pienempi pelialue lisää pelaajien suunnanmuutosten määrää ja voidaankin olettaa, että he eivät saavuta maksiminopeuksia lyhempien juoksusuoritusten takia. Suunnanmuutokset lisäävät taas osaltaan pelimuodon kuormittavuutta (Dalen ym. 2016).

Kirjallisuudesta poiketen tässä tutkimuksessa 4vs4 pienpelin kuormitus jäi matalaksi verrattuna otteluun, joka johtuu pienestä alueesta verrattuna verrattavissa oleviin tutkimuksiin, joissa alueet olivat huomattavasti suurempia. Dellal ym. (2012) vertasivat 4vs4 pelejä harjoitusotteluihin 30x20 metriä kentän koolla ja 4x4 peliajalla ja isäisen kuormituksen osalta yllettiin ottelun tasolle. Hill-Haasin ym. (2011) tutkimuksessa 4vs4 peleistä saatiin hieman korkeampia tuloksia sykkeen suhteen kuin tulokset tässä mittauksessa, mutta pinta-ala per pelaaja oli usein yli 50m² ja tämän tutkimuksen peleissä pelkästään 37 m². Pelimuotona 6vs6 jäi myöskin verrattuna 8vs8 pelimuotoon ja muissa tutkimuksissa mitattuihin 6vs6 peleihin kuormituksen osalta matalammaksi. Syynä tähän sama kuin 4vs4 pelissä, pinta-ala per pelaaja kasvoi huomattavasti 8vs8 peliin siirryttäessä (148m²→223m²) ja edellisissä tutkimuksissa pelialue oli myöskin suurempi.

Vertailussa 6vs6 jäi 10 minuutin päähän ottelun sykealueella 5 vietetyssä ajassa (6vs6 26 min, ottelu 36 min). Näin ollen sisäisen kuormituksen osilta kuormitus jäi vähäisemmällä pelaajamäärillä ottelusta varsinkin sykealueella 5 vietettyjen aikojen osalta ottelua alhaisemmaksi. Sisäisen kuormituksen osilta pelaajien väheneminen olisi voinut olettaa nostavan sykevasteita (Hill-Haas ym. 2011). Tässä tilanteessa verrattaessa 4vs4 peliä 8vs8 peliin tai ottelua 6vs6 peliin kentän koko on kasvanut huomattavasti suuremmilla pelaajamäärillä ja näin ollen pinta-ala per pelaaja on kasvanut myöskin. Näin ollen pelaajan on täytynyt liikkua suurempia määriä ja voidaankin olettaa sykevasteiden nousua (Clemente ym. 2014b). Kirjallisuuden pohjalta pelaajamäärän vähentäminen lisää pienpelin kuormittavuutta ja näin voidaankin olettaa suhteuttaessa pelikentän koko pelaajien määrällä vastaamaan ottelun pinta-alaa per pelaaja.

Kirjallisuudesta poiketen tässä tutkimuksessa 4vs4 pienpelin kuormitus jäi matalaksi verrattuna otteluun, joka johtuu pienestä alueesta verrattuna verrattavissa oleviin tutkimuksiin, joissa alueet olivat huomattavasti suurempia. Dellal ym. (2012) vertasivat 4vs4 pelejä harjoitusotteluihin 30x20 metriä kentän koolla ja 4x4 peliajalla ja isäisen kuormituksen osalta yllettiin ottelun tasolle. Hill-Haasin ym. (2011) tutkimuksessa 4vs4 peleistä saatiin hieman korkeampia tuloksia sykkeen suhteen kuin tulokset tässä mittauksessa, mutta pinta-ala per pelaaja oli usein yli 50m² ja tämän tutkimuksen peleissä pelkästään 37 m². Pelimuotona 6vs6 jäi myöskin verrattuna 8vs8 pelimuotoon ja muissa tutkimuksissa mitattuihin 6vs6 peleihin kuormituksen osalta matalammaksi. Syynä tähän sama kuin 4vs4 pelissä, pinta-ala per pelaaja kasvoi huomattavasti 8vs8 peliin siirryttäessä (148m²→223m²) ja edellisissä tutkimuksessa pelialue oli myöskin suurempi.

Mittausten aikana joukkueen harjoitteluun sisältyi myöskin 2vs2 pelimuoto, jossa pinta-alaa oli 16x10 m ja näin ollen 40m² per pelaaja. Tämän kaltaisessa harjoituksessa on tutkimusten mukaan ylletty sykkeen osalta 84 % maksimista (Hill-Haas ym. 2011). Tämän suuntaisilla tuloksilla oltaisi tässäkin tutkimuksessa sisäisen kuormituksen osalta saavutettu lähes ottelun keskisyke, joka oli noin 88 % maksimista. 2vs2 harjoitteita ei tässä tutkimuksessa analysoitu lyhyen peliajan (45 sekuntia) takia. Samaan keskisykkeeseen kuin oletettu 2vs2 yllettiin myös 8vs8 pelimuodossa tehokkaana peliaikana. Joukkueen harjoittelussa oli tässä jaksossa menossa nopeuden kehittämisen jakso ja näin ollen pidempien pelijaksojen ja isojen pelialueiden käyttö oli minimissään, joka myös selittää korkeiden sykevasteiden puuttumista.

Joukkueen viikon rytmityksessä näkyy selkeästi harjoitusten välinen vaihtelu kuormittavammasta harjoituksesta kevyempään harjoitukseen. Maanantain harjoitukset ovat harjoittelussa kuormittavuudeltaan keskitasoisia ja pääpainona on taktinen oppiminen. Tämä näkyy 6vs6 pelimuodossa muita harjoitteita matalampana keskisykkeenä ja maksimisykkeenä. Liikkumisen osalta ylitetään tiistain 4vs4 pelimuodon taso, mutta jäädään 8vs8 pelimuotoa matalammalle. Sykkeen nousuun 6vs6 pelimuodossa voi myös vaikuttaa satunnaiset katkot peliajassa valmentajien johdosta taktisten kokonaisuuksien harjoitteluun. Tiistapäivänä harjoituksen tarkoituksena on olla viikon kuormittavin ja pienpelit eivät sisällä taktisia sisältöjä. Kuormituksen nousu tiistain harjoituksissa näkyy suurempana kuljettuna matkana kokonaisuudessaan ja nopeusalueella 5 sekä sprinttien määränä. Keskisykkeeltään tiistai ei eroa maanantaista, mutta sykealueella 5 vietetään suurempi osa ajasta. Perjantain harjoituksessa intensiteetti oli selkeästi matalin kaikilla mitatuilla muuttujilla.

Tutkimuksessa pelimuotojen välistä vertailua varten olisi ollut hyödyllistä vakioida pelikentät niin, että pelitila per pelaaja olisi säilynyt kaikissa pelimuodoissa samana. Tällä tavalla olisi tutkimuksessa selvinnyt selkeästi pelaajamäärän vaikutus pienpelien kuormitukseen. Pelialueen vaikutusta olisi taas ollut mahdollista tutkia erikokoisilla pelialueilla ja vakioidulla pelaajamäärällä. Pelkästään tieteellisen tutkimuksen näkökulmasta peliaika oli myöskin voinut olla vakio. Mielenkiintoista olisi ollut myöskin tulokset 2vs2 peliosioista. Kuormituksen mittauksen olisi voinut suorittaa kyseisen ajankohdan lisäksi joukkueen kestävyysharjoittelun jaksolla, jolloin peliajat sekä kenttien koot olisivat olleet suuremmat luoden pelaajille vielä kuormittavampia harjoitteita.

Tutkimuksen tarkoituksena oli mitata jalkapallojoukkueen sen hetkisen harjoittelun kuormitusta ja sen ohjelmoinnin onnistumista. Näihin tavoitteisiin päästiin ja tutkittaviin kysymyksiin löytyi ratkaisut. Rajoitteena tutkimuksen yleistämiselle on vain yhden viikon ja yhden joukkueen harjoittelun mittaaminen. Tulevaisuudessa tuloksia voidaan kyseisen joukkueen harjoittelussa hyödyntää harjoittelun ohjelmoinnissa erityisesti lisäämällä kestävyden harjoittelun jaksoilla pelikenttien pinta-alaa ja pelijaksojen kestoja ja näin nostamaan harjoitteiden vaatimuksia vastaamaan ottelun intensiteettiä. Mitatun viikon harjoittelussa yllettiin siis ottelun kuormitukseen. Jatkotutkimuksia ajatellen olisi ollut mielenkiintoista mitata joukkueen harjoituksia kaikilta fyysisten osa-alueiden (erityisesti voima ja nopeus) kehittämisen jaksoilta ja seurata miten harjoitusten kuormitus muuttuu.

LÄHTEET

- Akenhead, R., Harley, J. & Tweddle, S. 2016a. Examining the External Training Load of an English Premier League Football Team With Special Reference to Acceleration. *Journal of Strength and Conditioning Research* 30 (9), 2424-2432.
- Akenhead, R. & Nassis, G. P. 2016b. Training Load and Player Monitoring in High-Level Football: Current Practice and Perceptions. *International journal of sports physiology and performance* 11 (5), 587-593.
- Anderson, L., Orme, P., Di Michele, R., Close, G. L., Morgans, R., ym. 2016. Quantification of training load during one-, two- and three-game week schedules in professional soccer players from the English Premier League: implications for carbohydrate periodisation. *Journal of Sports Sciences* 34 (13), 1250.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M. & Krstrup, P. 2008. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Sports Medicine* 38 (1), 37-51.
- 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. 1994. The physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise. August Krogh Institute - Copenhagen University.
- Bloomfield, J., Polman, R. & O'Donoghue, P. 2007. Physical Demands of Different Positions in FA Premier League Soccer. *Journal of sports science & medicine* 6 (1), 63-70.
- 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.
- Chelly, M. S., Fathloun, M., Cherif, N., Amar, M. B., Tabka, Z. & Van Praagh, E. 2009. Effects of a back squat training program on leg power, jump and sprint performances in junior soccer players, *Journal of Strength and Conditioning Research* (Lippincott Williams & Wilkins) 23 (8), 2291–2300.
- Clemente, F. M., Lourenco, F. M., Mendes, R. S. & Figueiredo, A. J. 2014a. A systemic overview of football game: The principles behind the game. *Journal of Human Sport & Exercise* 9 (2), 656-668.

- Clemente, F. M., Martins, F. & Mendes, R. S. 2014b. Periodization Based on Small-Sided Soccer Games: Theoretical Considerations. *Strength and Conditioning Journal* 36 (5), 34.
- Clemente, F., Couceiro, M. S., Martins, F. M. L. & Mendes, R. 2012. The usefulness of small-sided games on soccer training. *Journal of Physical Education & Sport* 12 (1), 93-103.
- Coutinho, D., Gonçalves, B., Figueira, B., Abade, E., Marcelino, R., ym. 2015. Typical weekly workload of under 15, under 17, and under 19 elite Portuguese football players. *Journal of Sports Sciences* 33 (12), 1229-1237.
- Dalen, T., Jørgen, I., Gertjan, E., Geir Havard, H. & Ulrik, W. 2016. Player Load, Acceleration, and Deceleration During Forty-Five Competitive Matches of Elite Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research* 30 (2), 351-359.
- Dellal, A., Owen, A., Wong, D. P., Krstrup, P., Malloi, J., ym. 2012. Technical and physical demands of small vs. large sided games in relation to playing position in elite soccer. *Human Movement Science* 31 (4), 957–969.
- Dellal, A., Wong, D. P., Moalla, W. & Chamari, M. 2010. Physical and technical activity of soccer players in the French First League – with special reference to their playing position. *International SportMed Journal* 11 (2), 278-291.
- Esposito, F., Impellizzeri, F., Margonato, V., Vanni, R., Pizzini, G., ym. 2004. Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *European Journal of Applied Physiology* 93 (1), 167-172.
- Głowacki, A., Ignatiuk, W., Konieczna, A. & Jastrzębski, Z. 2011. Training Load Structure of Young Soccer Players in a Typical Training Microcycle during the Competitive and the Transition Period. *Baltic Journal of Health and Physical Activity* 3 (1), 26.
- Hill-Haas, S., Dawson, B., Impellizzeri, F. & Coutts, A. 2011. Physiology of Small-Sided Games Training in Football. *Sports Medicine* 41 (3), 199-220.
- Jastrzebski, Z. & Przybylski, W. 2008. A Character of the Typical Training Microcycle in Footballers during a Competition Period. *Research Yearbook* 4 (2), 78-85.
- Jennings, D., Cormack, S., Coutts, A. J., Boyd, L. & Aughey, R. J. 2010. The validity and reliability of GPS units for measuring distance in team sport specific running patterns. *International journal of sports physiology and performance* 5 (3), 328.

- Kelly, S. J., Murphy, A. J., Watsford, M. L., Austin, D. & Rennie, M. 2015. Reliability and validity of sports accelerometers during static and dynamic testing. *International journal of sports physiology and performance* 10 (1), 106-111.
- Macfarlane, S. & Tannath, S. 2016. The Validity and Reliability of Global Positioning Systems in Team Sport: A Brief Review. *Journal of Strength and Conditioning Research* 30 (5), 1470-1490.
- 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 (1), 179-188.
- Malone, J. J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., ym. 2015. Seasonal training-load quantification in elite English premier league soccer players. *International journal of sports physiology and performance* 10 (4), 489-497.
- Maly, T., Zahalka, F. & Mala, L. 2015. Analysis of physical load among professional soccer players during matches with respect to field position ; *Journal of Physical Education and Sport* 14 (1), 569-575.
- McMillan, K., Helgerud, J., Grant, S. J., Newell, J., Wilson, J., ym. 2005. Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer. *British journal of sports medicine* 39 (7), 432-436.
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B. & Bourdon, P. C. 2013. Match Play Intensity Distribution in Youth Soccer. *International Journal of Sports Medicine* 34 (2), 101-111.
- 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.
- Owen, A., Wong, D., McKenna, M. & Dellal, A. 2011. Heart Rate Responses and Technical Comparison Between Small- vs. Large-Sided Games in Elite Professional Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25 (8), 2104-2110.
- Reilly, T., Drust, B. & Clarke, N. 2008. *Muscle Fatigue during Football Match-Play*. Cham: Adis International.
- Tierney, P. J., Clarke, N., Duncan, M. J. & Young, A. 2016. Match play demands of 11 versus 11 professional football using Global Positioning System tracking: Variations across common playing formations. *Human Movement Science* 49, 321-323.
- Torreño, N., Munguía-Izquierdo, D., Coutts, A., de Villarreal, E. S., Asian-Clemente, J., ym. 2016. Relationship Between External and Internal Loads of Professional Soccer Players

During Full Matches in Official Games Using Global Positioning Systems and Heart-Rate Technology. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 11 (7), 940-946.

Weaving, D., Marshall, P., Earle, K., Nevill, A. & Abt, G. 2014. Combining internal- and external-training-load measures in professional rugby league. *International journal of sports physiology and performance* 9 (6), 905-912.

Wundersitz, D. W., Gatin, P. B., Robertson, S. J. & Netto, K. J. 2015. Validity of a Trunk-Mounted Accelerometer to Measure Physical Collisions in Contact Sports. *International journal of sports physiology and performance* 10 (6), 681.