

**PIENPELIHARJOITTEIDEN FYSIOLOGINEN
KUORMITTAVUUS JALKAPALLOSSA**

Jaakko Nevanlinna

Jyväskylän yliopisto
Liikuntabiologian laitos
LFY.312 Pro-gradu-tutkielma
Kevät 2002
Työn ohjaajat: Keijo Häkkinen,
Pekka Oja ja Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Jalkapallo on nopeuskestävyyslaji, jossa suurin osa energiasta tuotetaan kuitenkin aerobisesti (keskiarvoinen syke 150-175 lyöntiä minuutissa). Pelin intensiivisissä jaksoissa tukeudutaan myös anaerobiseen energiantuottoon: kreatiinifosfaatti lyhyissä yksittäisissä intensiivisissä jaksoissa ja anaerobinen glykolyysi pidemmissä intensiivisissä jaksoissa (veren laktaattipitoisuudet 2-8mmol/l, huippuarvo noin 12 mmol/l). (Bangsbo ym. 1991.) Tämä pelin luonne asettaa harjoittelulle tiettyjä vaatimuksia: pelaajien kestävyysominaisuuksia ja taitoa tulisi kehittää samoissa harjoitteissa. Siksi suurin osa fyysisestä harjoittelusta jalkapallossa tulisi tehdä pallon kanssa (Bangsbo 1994b). Pienpelit ovat hyviä harjoitteita tähän tarkoitukseen ja niiden sääntöjä muuntelemalla kuormittavuutta voidaan säädellä. (Balsom 1998.)

Tämän tutkimuksen lähtökohta oli käytännön valmennustietämyksen lisääminen jalkapallon kestävyysharjoitteluun. Miten erilaiset 3 vastaan 3 –pienpelit kuormittavat verrattuna ottelukuormitukseen, ja ovatko ne sopivia harjoitusmuotoja pelinomaisten kestävyysominaisuuksien kehittämiseksi. Koeasetelma muotoiltiin käytännön valmennustietämyksen pohjalta ja valitut harjoitteet olivat yleisesti käytettyjä jalkapallossa. Tutkimuksessa selvitettiin 3 vastaan 3 –pienpelien fysiologista kuormittavuutta kahdella eri pelisovelluksella: vapaat ja kahteen rajoitetut pallokosketukset. Pienpelikuormituksessa pelattiin ensiksi 4*3 min sitten 4*2 min ja lopuksi 4*1 min, joissa vapaat ja kahteen rajoitetut pallokosketukset vaihtelivat. Kuormittavuuden mittareina käytettiin sydämen lyöntitaajuutta ja veren keskimääräistä laktaattipitoisuutta. Lisäksi tarkasteltiin pelaajien keskimääräisesti liikkuman matkan jakautumista eri intensiteetteihin (paikallaan, kävely, hölkkä, juoksu ja spurtti) ja niihin käytettyä aikaa. Pienpeleistä saatuja tuloksia verrattiin varsinaiseen ottelukuormitukseen (10 vastaan 10 + maalivahdit) tavoitteena selvittää riittääkö pienpeleissä aikaansaatu kuormitus ylläpitämään ja kehittämään pelinomaisia kestävyysominaisuuksia. Tutkimuksen koehenkilöinä toimi FC Jokrujen 1. divisioonatason pelaajia (n=6, 17-21 v.). Koehenkilöistä kolme oli jo pelannut yhden tai useamman kauden 1. divisioonassa ja muut pelaajista olivat oman ikäluokkamaajoukkueen pelaajia, joten pelaajien taitotaso oli riittävä 3 v 3 –pienpelitutkimuksen toteuttamiseksi.

Sykkeet mitattiin tallentavalla Polarin sykemittarilla 5 sekunnin tallennusvälillä (accurex plus), josta syketiedostot purettiin polarin 5.03 analyysiohjelmaan. Sykkeistä laskettiin kunkin työjakson keskiarvot ja viimeisen 20 sekunnin keskiarvot graafisen tulostuksen pohjalta. Verinäytteet, joista veren laktaattipitoisuus määritettiin, otettiin sormenpäästä kapillaariin (25µl) jokaisen työjakson jälkeen ja leponäyte ennen kuormitusta. Ottelukuormituksessa verinäytteet otettiin ennen pelin alkua, puoliajalla ja ottelun jälkeen. Pienpeli kuvattiin paikallaan olevalla videokameralla koko kentän kuvakulmalla. Kuvanauhalla liikkumista analysoitiin tutkijan subjektiivisen arvioinnin perusteella sekunti sekunnilta, ja jokainen intensiteetin muutos ja niiden pituudet kuormitusjakson sisällä tallennettiin SAGE Game Manager –tietokoneohjelmaan. Tallennetun tiedon perusteella ohjelma laskee kunkin pelaajan liikkuman kokonaismatkan ja sen jakautumisen eri intensiteetteihin.

Tutkimusaineisto analysoitiin tilastollisesti SPSS 10.0- ja Excel 2000-taulukkolaskentaohjelmilla. Tulosten esittämisessä on käytetty keskiarvoja ja -

hajontoja, minimi- ja maksimiarvoja sekä variaatiokertoimia. Muuttujien välisiä yhteyksiä vertailtiin Pearsonin korrelaatiokertoimella ja niiden eroja kaksisuuntaisella t-testillä merkitsevyytensä p ≤ ,05.

Keskiarvosyke oli ottelukuormituksessa 164 ± 1 lyöntiä minuutissa, joka vastasi noin 82-83 % suhteellista tasoa maksimisykkeestä. Keskiarvoinen veren laktaattipitoisuus oli 30 minuutin kohdalla 6.3 mmol/l ja ottelun lopussa 6.5 mmol/l. Keskiarvosykkeet olivat minuutin työjaksossa 147 ± 3 lyöntiä minuutissa, kahden minuutin työjaksossa 160 ± 2 lyöntiä minuutissa ja kolmen minuutin työjaksossa 160 ± 4 lyöntiä minuutissa. Viimeisen kolmanneksen keskiarvosyke oli minuutin työjaksoissa 159 ± 9 lyöntiä minuutissa, kahden minuutin työjaksoissa 172 ± 9 lyöntiä minuutissa ja kolmen minuutin työjaksoissa 170 ± 10 lyöntiä minuutissa (suhteellinen taso 80, 87 ja 86 % maksimisykkeestä). Veren keskiarvoinen laktaattipitoisuus koko pienpeli-kuormituksessa oli $4,2 \pm 0,9$ mmol/l (1 min $3,6 \pm 0,5$, 2 min $5,0 \pm 0,8$ ja 3 min $4,2 \pm 1$).

Tutkimuksen merkittävimpänä tuloksena voidaan pitää 3 v 3 –pelissä kahden ja kolmen minuutin työjaksojen viimeisten kolmannesten keskiarvosykkeitä, jotka olivat huomattavasti korkeammat kuin ottelukuormituksessa. Tulosten perusteella 3 v 3 –pienpelillä saadaan ottelutilannetta vastaava kuormitus yli kaksi minuuttia pitkillä työjaksoilla viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeiden perusteella, ja siten se on sopiva harjoitusmuoto ainakin pelinomaisten kestävyysominaisuuksien ylläpitämiseksi. Kuormitusaikaa pidemmät palautustauot, ja kahta minuuttia pidemmissä kuormitusjaksoissa myös kuormitusaikaa vastaava palautusaika, olivat liian pitkiä riittävän kuormituksen aikaan saamiseksi. Vapailla ja kahteen rajoitetuilla pallokosketuksilla pelattujen pienpelien fysiologisessa kuormittavuudessa ei ollut eroja keskiarvosykkeiden, keskiarvoisen veren laktaattipitoisuuden ja liikkumisen perusteella, vaikka kahteen rajoitetuilla pallokosketuksilla olettaisi kuormituksen olevan korkeampi. Pelaajat joutuvat liikkumaan enemmän hakeakseen vapaata tilaa kentällä, joka puolestaan aktivoi puolustavan joukkueen pelaajia.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO	2
2 JALKAPALLON LAJIANALYYSI	3
2.1 Fysiologinen kuormittuminen pelissä	4
2.1.1 Hengitys- ja verenkiertoelimistö	5
2.1.2 Energiantuotto	7
2.1.3 Glykogeenivarastojen tyhjeneminen	9
2.2 Jalkapalloilijan fysiologiset ominaisuudet	10
2.2.1 Antropometria	11
2.2.2 Voima	11
2.2.3 Nopeus	12
2.2.4 Kestävyys	13
3 FYYSISEN VALMENNUKSEN SISÄLTÖ JA TOTEUTUS	
JALKAPALLOSSA	13
3.1 Fyysisen harjoittelun osa-alueet	13
3.1.1 Aerobinen harjoittelu	14
3.1.2 Anaerobinen harjoittelu	16
3.1.3 Lajivoimaharjoittelu	17
3.2 Harjoittelun jaksotus ja pääpainopisteet harjoituskausittain	18
4 PIENPELIT FYYSISINÄ HARJOITTEINA JALKAPALLOSSA	20
4.1 Energiantuotto lyhytkestoisessa jatkuvassa ja lyhytkestoisessa jaksottaisessa suorituksessa	21
4.2 Pienpelitutkimusten tuloksia jalkapallossa	22
4.2.1 Erilaisten työ-leposuhteiden vaikutukset kuormittavuuteen 3v3 –pienpeleissä	24
5 KIRJALLISUUDEN YHTEENVETO	27
6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSMENETELMÄT	29
6.1 Tutkimusongelmat ja –hypoteesit	29
6.2 Koeasetelmien ja koehenkilöiden kuvaus	30
6.3 Mitatut harjoitteet	31
6.4 Mitatut muuttujat ja mittausmenetelmät	32

6.5 Aineiston analysointi	33
7 TULOKSET	35
7.1 Ottelukuormitus	35
7.2 Pienpelikuormitus (3 v 3 –peli)	36
7.2.1 Fysiologiset muuttujat 3 v 3 –pelissä	36
7.2.2 Liikkuminen 3 v 3 –pelissä	40
7.3 Pelimuotojen vertailu	45
8 POHDINTA	48
8.1 Asetelma ja menetelmät	48
8.2 Ottelukuormitus	51
8.3 Pienpelikuormitus	53
8.3.1 Fysiologiset muuttujat	53
8.3.2 Pelaajien liikkuminen	56
8.4 Pelimuotojen vertailu	59
8.5 Yhteenveto	61
8.6 Johtopäätökset	62
LÄHTEET	63
LITTEET	69

1 JOHDANTO

Viimeisen vuosikymmenen aikana peli on nopeutunut huomattavasti jalkapallossa, jonka seurauksena pelin luonne on muuttunut paljon. Muutoksen myötä jalkapalloilijalta vaaditaan vahvaa fyysistä pohjaa ja lahjakkuutta, joka tukee taito-ominaisuuksia. Otteluita ei voiteta hidastempoisella taitopelillä, vaan voittaminen vaatii räjähtävää nopeutta ja voimaa sekä kestävyyttä. Lajille luonteenomaisia ovat nopeat käännökset, spurtit, taklaukset ja hyyt.

Jalkapallo-ottelussa kuljetut matkat vaihtelevat noin 10-15 kilometrin välillä pelipaikasta riippuen. Työteho vastaa noin 70-80 % maksimihapenotosta ja sykkeet vaihtelevat yleensä välillä 150-175 lyöntiä minuutissa. Jalkapallo-ottelu kuormittaa enimmäkseen aerobista energia-aineenvaihduntaa, mutta myös anaerobisella energiantuotannolla on tärkeä osa pelissä. Veren laktaattipitoisuudet vaihtelevat yleensä 2-8mmol/l välillä ja mitatut huippuarvot ovat noin 12 mmol/l. (Bangsbo ym. 1991a.)

Suurin osa fyysisestä harjoittelusta jalkapallossa tulisi tehdä pallon kanssa, koska jalkapallossa käytetyt spesifit lihasryhmät saavat harjoitusta, pelaajien henkilökohtainen taito kehittyy ja harjoittelu motivoi pelaajia paremmin (Bangsbo 1994b). Pienpelit ovat hyviä pallon kanssa tehtyjä harjoitteita, joiden kuormittavuutta voidaan säädellä sääntöjä muuntelemalla (Balsom 1998.) Pienpelien käyttö on lisääntynyt harjoittelussa, mutta tietoa niiden tehokkuudesta kestävyysharjoittelussa on melko vähän. Fyysisen harjoittelun suunnittelussa tulee ottaa huomioon pelaajien vahvuudet ja heikkoudet, harjoittelun intensiteetti ja kauden eri vaiheet (Bangsbo 1994c).

Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään 3 vastaan 3 –pienpelien (3v3) fysiologista kuormittavuutta jalkapallossa ja niiden soveltuvuutta pelinomaisten kestävyysominaisuuksien ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi. Lisäksi 3 v 3 –pienpelien kuormittavuutta verrattiin varsinaiseen ottelukuormitukseen.

2 JALKAPALLON LAJIANALYYSI

Jalkapallo on taito- ja taktiikkapeli (Luhtanen & Miettinen 1987). Jalkapalloilijan pelitaito perustuu pelaajan henkilökohtaiseen taitoon, hyvään pelikäsitykseen sekä pelitilanteiden vaatimaan nopeuteen, kestävyYTEEN ja voimaan. Kansainvälinen huippujalkapallo on tullut yhä nopeammaksi ja monipuolisemmaksi, ja lisäksi eri pelitilanteiden edellyttämät taitovaatimukset ovat kasvaneet. Jokaisen pelaajan tulee hallita pallo ahtaassa tilassa nopeasti - oikeita ratkaisuja ja taitoa käyttäen. (Miettinen 1990.)

Jalkapallo-ottelu kestää normaalisti 90 minuuttia ja puolessa välissä ottelua on 15 minuutin puoliaika. Aika, jolloin pallo on pelissä, vaihtelee huomattavasti eri pelien välillä: Vuoden 1986 MM-kisoissa Skotlannin ja Iranin välisessä ottelussa pallo oli pelissä 52 minuuttia ja Saksan ja Hollannin välisessä ottelussa 76 minuuttia (Tumilty 1991). Otteluajasta pallo on yleensä yhden pelaajan hallussa vain noin 1-2 minuuttia eli noin kaksi prosenttia koko otteluajasta (Luhtanen 1996). Vuoden 1992 EM-kisoissa pelaajat kuljettivat/pitivät palloa hallussa 30 kertaa ottelun aikana ja yhden kerran kesto oli keskimäärin 2.9 sekuntia (Bangsbo 1994b).

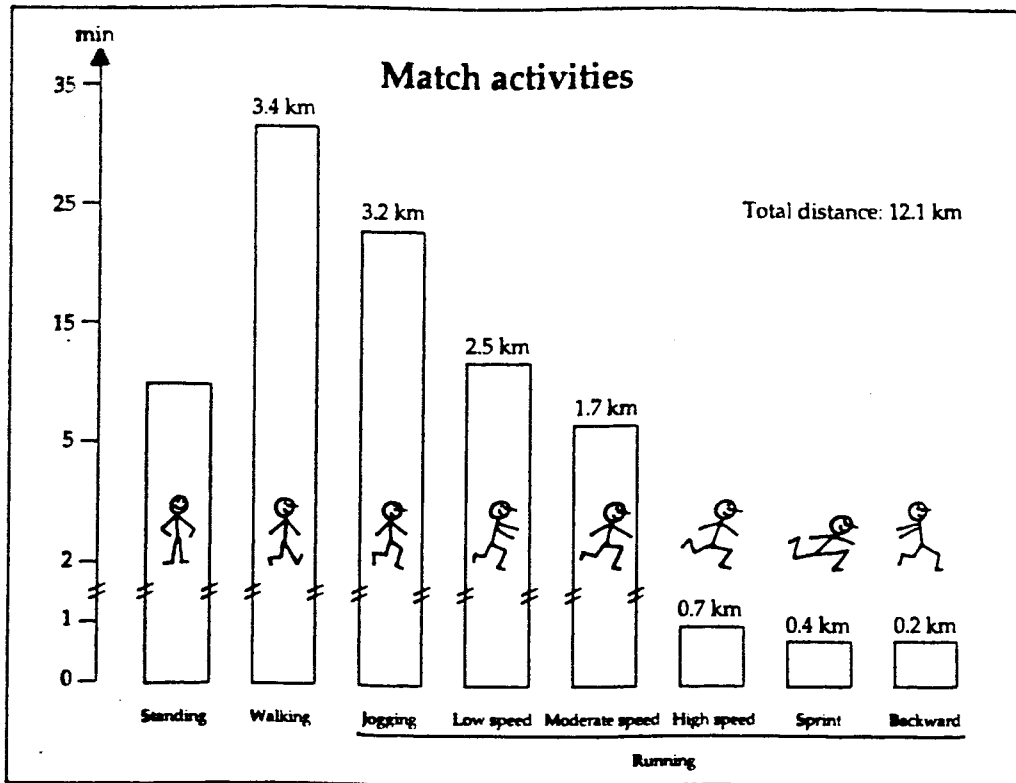
Jalkapallo on taitokamppailulaji ja ottelussa vastustajan tiukka vartiointipeli ja miesmiestä-vastaanpeli edellyttää täydellistä taito-, tahto- ja fyysisten ominaisuuksien hyödyntämistä. Jalkapalloilijan suorituskykyä määräävistä tekijöistä taito, fyysiset tekijät sekä psyykkiset tekijät muodostavat kukin yhden kolmasosan. (Miettinen 1990.)

2.1 Fysiologinen kuormittuminen pelissä

Jalkapallo asettaa pelaajan fyysiselle suorituskyvyille suuria vaatimuksia, joista muun muassa otteluaajan pituus, pelin rytmikkyys (intervalliluonne) ja pelaajien eri pelipaikat sekä joukkueen pelityyli vaikuttavat siten, että pelaaja tarvitsee kaikkia fyysisen suorituskyvyn osa-alueita (Vilkki & Miettinen). Vaikka jalkapallossa juostaan pitkiä matkoja, tapahtuvat ratkaisut kuitenkin nopeissa lähdöissä, suunnanmuutoksissa ja pyrähdyksissä (Liitsola 1985).

Jalkapallo-ottelu on jaksottainen, intensiivinen ja intervallityyppinen suoritus. Pelaajat liikkuvat ottelussa keskimäärin 10-15 kilometriä, joista 8-18 % pelaaja liikkuu henkilökohtaisella maksiminopeudellaan. Huippupelaajat liikkuvat pidemmän matkan ensimmäisellä puoliajalla, mutta suuremmilla etenemisnopeuksilla kuljettu matka on sama molemmilla puoliajoilla (Ekblom 1986, Bangsbo ym.1991). Jokaisessa jalkapallo-ottelussa pelaaja tekee 1000-1200 erillistä liikejaksoa, jotka sisältävät nopeita ja säännöllisiä temmon ja suunnan muutoksia sekä kosketuksia palloon. Pelaajat seisovat tai kävelevät pelipaikoittain 64% (puolustajat), 51 % (keskikenttä) ja 63 % (hyökkääjät), kulkevat sivuttain tai takaperin 1 %, hölkkäävät 33 %, 43 % ja 34 %, juoksevat kovaa 2.1 % ja pyrähtävät 0.7 % ottelun kokonaisajasta. (Bangsbo ym. 1991.) Kuvioista 1. nähdään pelaajan liikkumisen jakautuminen eri intensiteetteihin ammattilaisjalkapallo-ottelussa.

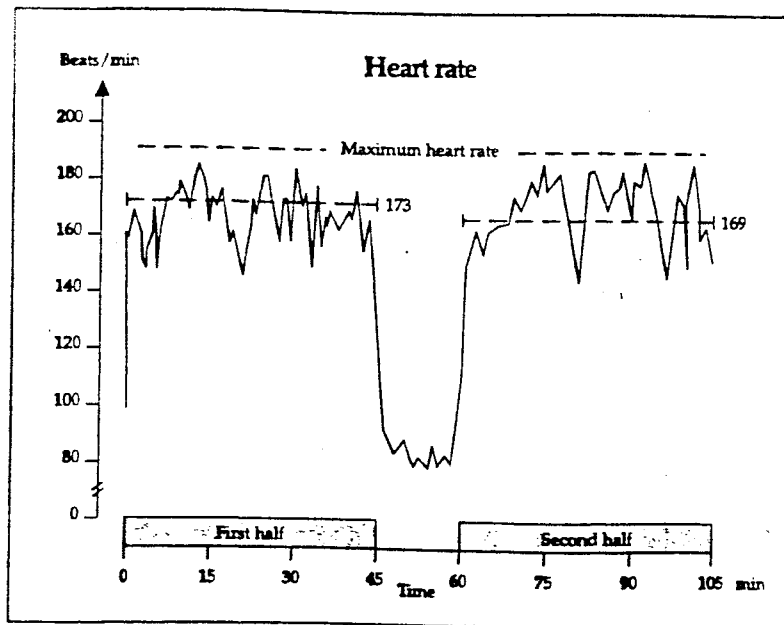
Pelaajakohtaisia kosketuksia palloon on ammattilaisottelussa keskimäärin 40-60, taklauksia 8-17, hyppyjä 2-16, käännöksiä 37-63 ja pyrähdyksiä 354-997 m (Luhtanen & Miettinen 1987). Tanskalaiset ammattilaispelaajat juoksivat ottelua kohden keskimäärin 76 intensiivistä juoksua, jotka olivat keskimäärin 12-15 m pitkiä (Bangsbo ym. 1991). Englannin valioliigan peleissä pelaajien aktiivisuustaso vaihtuu keskimäärin 5-6 s välein ja kahden minuutin välein on lyhyitä keskimäärin 3 s pituisia lepojaksia (Reilly & Thomas 1976).



Kuvio 1. Pelaajan liikkuminen jalkapallo-ottelussa (kokonaismatka 12,1 km). Luokittelu etenemisnopeuksien (km/h) mukaan: kävely 4, hölkkä 8, hidas juoksu 12, juoksu 16, kova juoksu 21, spurtti 30 ja takaperin 12. (Bangsbo 1994b.)

2.1.1 Hengitys- ja verenkiertoelimistö

Pelissä energiaa tuotetaan pääasiassa aerobisella energiantuotannolla, ja suoritustaso vastaa noin 70-80 % yksilöiden maksimihapenotosta (Ekblom 1986). Lyhyiden palautusjaksojen vuoksi syke pysyy melko korkealla koko pelin ajan eivätkä vaihtelut ole kovin suuria (Reilly 1990). Bangsbon ym. (1994b) tutkimuksen mukaan työsykkeet vaihtelevat pelin aikana 150-190 lyöntiä minuutissa välillä pudoten vain lyhyiksi ajanjaksoiksi alle 150 lyönnin minuutissa (Kuvio 2). Pelipaikkakohtaiset keskiarvoiset sykkeet pelissä ovat keskuspuolustajalla 155, laitapuolustajalla 155, keskikenttäpelaajilla 170 ja hyökkääjillä 171 (Van Gool ym. 1988).



Kuvio 2. Pelaajan sykekäyrä jalkapallo-ottelun 1. ja 2. puoliajalla. Kuvaan on merkitty pelaajan maksimisyke. (Bangsbo 1994b.)

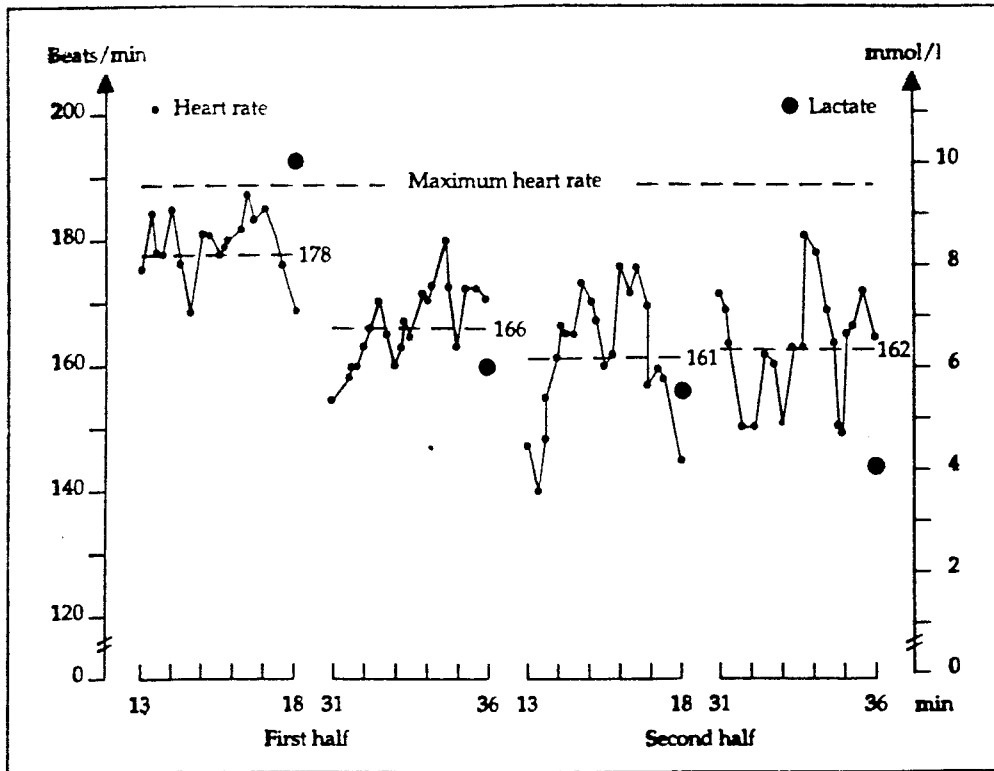
Esimerkki pelaajan kuormittumisesta ottelussa: Pelaajan keskimääräinen työsyke oli ensimmäisellä puoliajalla 176 lyöntiä minuutissa ja toisella puoliajalla 165 lyöntiä minuutissa. Pelaajan hapenkulutus oli 1. ja 2. puoliajalla 50,2 ml/kg/min ja 46,5 ml/kg/min. Ensimmäisen puoliajan kulutus vastasi 78 % ja toisen puoliajan 73 % maksimihapenkulutuksesta. (Luhtanen 1996.)

Ogushi ym. (1991) tutkimuksessa arvioitiin jalkapallo-ottelussa työntensiteettiä mittaamalla todellista hapenkulutusta ottelun aikana. Pelaajilta kerätyn uloshengitetyn ilman ja tallennetun sykkeen (keräysaika oli 141-168 sekuntia kummankin puoliajan puolivälissä) avulla arvioidut hapenotot vaihtelivat 47 ja 49 ml/kg/min välillä. Harjoitusottelussa mitatut pelaajien hapenotot vaihtelivat välillä 46.6-63.7 ml/kg/min ensimmäisellä puoliajalla ja välillä 42.9-63.4 ml/kg/min toisella puoliajalla ja ne vastasivat keskimääräisesti noin 77.5 % maksimihapenotosta (Van Gool ym. 1988). Reilly ja Ball (1984) havaitsivat pallon kuljettamisen lisäävän hapenkulutusta 0.3 l/min eri nopeuksilla tehdyssä juoksumattotestissä ilman palloa tehtyyn testiin verrattuna.

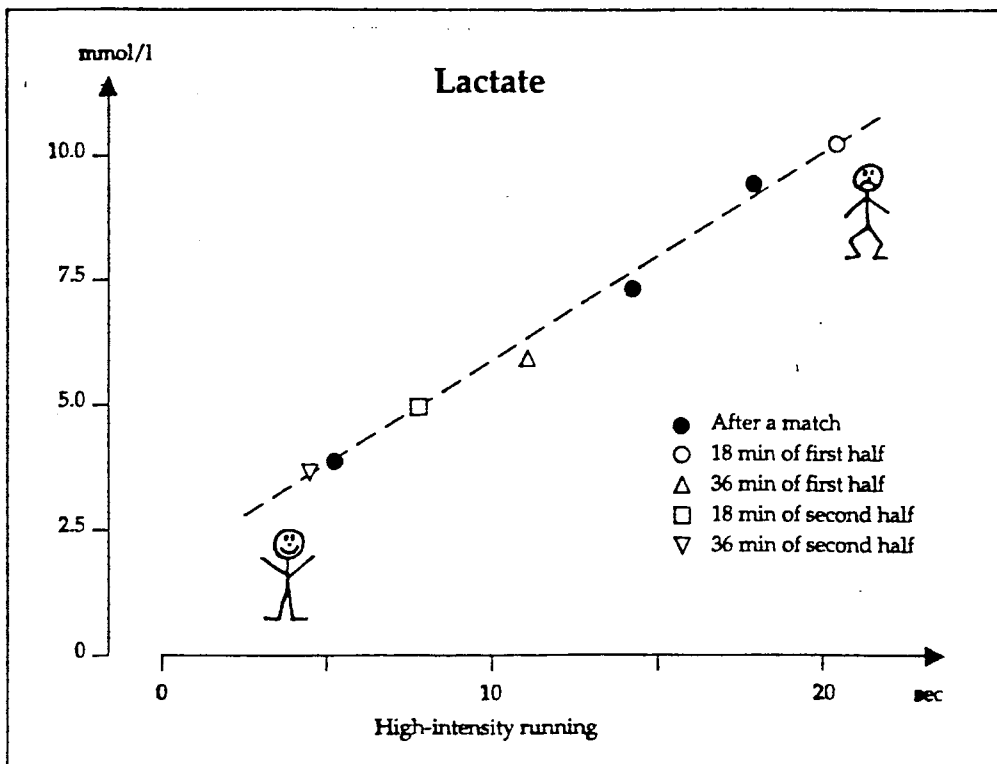
2.1.2 Energiantuotto

Jalkapallon intervallityyppinen kuormitus asettaa myös anaerobiselle energia-aineenvaihdunnalle vaatimuksia. Kentällä ottelun tauoilla mitattaessa on veren laktaattipitoisuus keskimäärin 7-8 mmol/l ja huippuarvot ovat noin 12 mmol/l. (Ekblom 1986.) Bangsbon ym. (1991) tutkimuksessa käytettiin ottelun aikaista satunnaista näytteenottoa muutaman pelaajan kohdalla. Veren laktaattipitoisuus vaihteli pelin aikana keskiarvoisesti 2.1 ja 6.9 mmol/l välillä (Bangsbo 1994d). Veren laktaattipitoisuuksissa havaittu korkeampi keskiarvo ensimmäisellä puoliajalla viittaa mm. pelitemmon tai kuormituksen tason laskuun toisella puoliajalla. Sama suuntaus näkyy keskiarvosykkeiden laskuna toisella puoliajalla. Näytteenottoa edeltävän aktiviteetin ja laktaattiarvojen välillä on vahva korrelaatio. Kuviosta 3. ja 4. sivulla 8 nähdään edeltävän aktiviteetin intensiteetin/keskiarvosykkeiden ja laktaattiarvojen yhteys. (Bangsbo 1994b.)

Smith ym. (1988) tutkimuksessa verinäytteitä otettiin satunnaisesti koko ottelun ajalta. Keskiarvoinen laktaattipitoisuus oli 5.23 mmol/l. Kaikilla pelaajilla oli yli 4 mmol/l laktaattipitoisuudet ja keskikenttäpelaajilla ja keskushyökkääjällä oli korkeimmat arvot, 10.52 ja 11.63 mmol/l. Neljän mmol/l laktaattipitoisuutta vastaava syke oli keskimääräisesti 168.



Kuvio 3. Pelaajan laktaattiarvot ja sykkeet harjoitusottelussa. Syke tallennettiin näytettä edeltävältä 5 minuutin ajanjaksolta. (Bangsbo 1994b.)

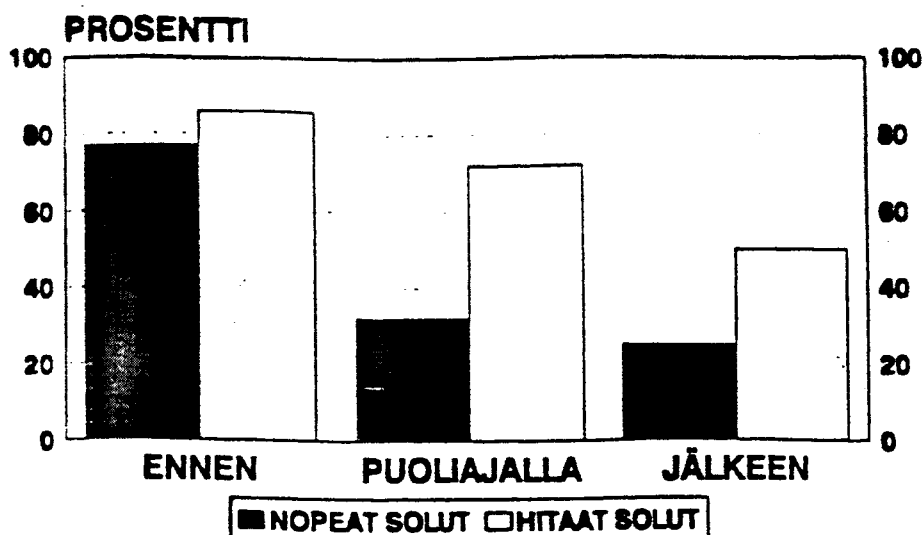


Kuvio 4. Laktaattinäytettä edeltävän intensiivisen liikumisen keston ja veren laktaattipitoisuuden välinen yhteys. Näytteet: pelin jälkeen, 18 min ja 36 min kohdalla 1. ja 2. puoliajalla. (Bangsbo 1994b.)

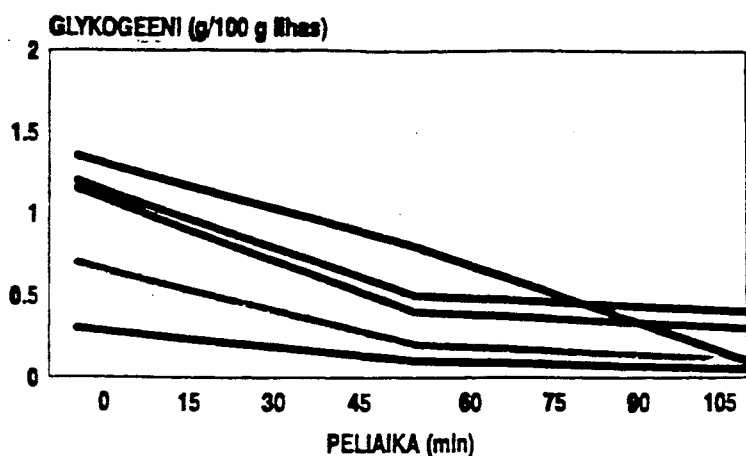
2.1.3 Glykogeenivarastojen tyhjeneminen

Bangsbon (1994a) arvion mukaan miespelaaja kuluttaa ottelussa noin 5700 kJ työskennellessään 70 %:a VO₂max tasolla. Reillyn (1990) mukaan energiankulutus oli jalkapallo-ottelussa 69 kJ minuutissa (75 % VO₂max). Pelaaja työskentelee yli 90 %:a ottelujasta aerobista energiantuottoa hyödyntäen ja 10 %:a anaerobista energiantuottoa hyödyntäen (Bangsbo 1994a). Jalkapallo-ottelussa kuormitustyyppin ja ottelun pituuden vuoksi on selvää, että lihaksien ja maksan glykogeenivarastoilla on suuri merkitys suorituksessa. Lihaskykyglykogeenivarastojen suuruus ennen peliä vaikuttaa voimakkaasti työkyvyn/työtason ylläpitämiseen pelissä. Glykogeenivarastojen tärkeys ilmenee varsinkin toisella puoliajalla ottelun edetessä kohti loppua (Ekblom 1986). Luhtasen (1996) mukaan Småroos totesi glykogeenin vähenevän sekä hitaissa että nopeissa lihassoluissa, mutta vähenemismalli on erilainen (kuvio 5). Kuviossa 6 sivulla 10 on esitetty, miten viiden ruotsalaisen pelaajan glykogeeni väheni pääsarjaottelussa. Vähenemismallit ovat erilaiset, koska pelaajat eroavat toisistaan kunnoltaan ja pelipaikaltaan. (Karlsson 1969.)

Pelaajien alempi glykogeenipitoisuus jalkojen lihaksissa aiheutti sen että, pelaajat kulkivat 25 % lyhyemmän matkan ottelun aikana. Vielä suuremmat erot ilmenivät liikkumisnopeuksissa: alhainen glykogeenipitoisuusryhmä kulki puolet kokonaismatkasta kävellen ja 15 % maksiminopeudellaan, kun korkean glykogeenipitoisuusryhmän vastaavat osuudet olivat 27 % ja 24 %. Samassa tutkimuksessa pelaajien keskimääräiset reisilihaksen glykogeenivarastot olivat 96, 32 ja 9 mmol/kg lihasta ennen ottelua, puoliajalla ja ottelun jälkeen. (Saltin 1973.)



Kuvio 5. Glykogeenivarastojen väheneminen hitaista- ja nopeista lihassoluista jalkapallo-ottelussa (Luhtanen 1996).



Kuvio 6. Lihaksen glykogeenin väheneminen Ruotsin pääsarjaottelussa viidellä pelaajalla (Karlsson 1969).

2.2 Jalkapalloilijan fysiologiset ominaisuudet

Jalkapalloilijan fysiologisista ominaisuuksista tärkeimmät ovat voima, kestävyys ja nopeus. Voimaa tarvitaan esimerkiksi kaksinkamppailuihin, hyppyihin ja nopeisiin käännöksiin. Kestävyysominaisuuksia tarvitaan pelin fysiologisen rasituksen kestämiseksi ja nopeutta eri pituisiin spurteihin ja nopeisiin lähtöihin. (Luhtanen 1996.)

2.2.1 Antropometria

Korkeimmalla pelitasolla joukkueiden keski-ikä on yleensä 25 ± 2 vuotta (Reilly 1990). Englannin liigassa pelaajat ovat keskimäärin 180.4 ± 1.7 cm pitkiä ja painavat 76.7 ± 1.5 kg (White ym. 1988). Italialaiset ammattilaiset olivat keskimäärin 177.2 ± 0.9 cm pitkiä ja painavat 74.4 ± 1.1 kg (Faina ym. 1988).

Miettisen (1990) mukaan jalkapalloilijoiden rasvaprosentti on noin 10 %. Nuorten portugalilaisten maajoukkuepelaajien rasvaprosentit olivat pelipaikkakohtaisesti seuraavat: maalivahdit 16.1 ± 0.9 %, puolustajat 10.9 ± 0.3 %, keskikenttäpelaajat 9.3 ± 1.6 % ja hyökkääjät 12.6 ± 3.9 %. Samassa tutkimuksessa pelaajien somatotyypiksi luonnehdittiin endomesomorfinen (endomorfi-mesomorfi-ektomorfi). (Garganta ym. 1988.) Aporin (1988) mukaan jalkapalloilijat ovat muutamaa poikkeusta lukuunottamatta somatotyypiltään mesomorfeja.

Kanadalaisten nuorten maajoukkuepelaajien lihassolusuhteet olivat seuraavat: tyyppi I (hidas) 52.9 ± 18.8 %, tyyppi Iia (nopea glykolyyttinen) 39.3 ± 16.5 % ja tyyppi Iib (nopea oksidatiivinen) 17.8 ± 11.3 % (Kuzon ym. 1990). Bangsbon ja Mizunon (1988) mukaan jalkapalloilijoiden molemmat lihassolutyypit ovat suurempia ja kapillarisaatio tiheämpi kuin ei urheilvilla henkilöillä ja amatöörjalkapalloilijoilla.

2.2.2 Voima

Jalkapallo on nopeuskestävyyslaji, jossa voima on tärkeä tukiominaisuus jokaisessa suorituksessa kentällä (Luhtanen & Miettinen 1987). Jalkapalloilijoille tärkein voimaominaisuus on nopeusvoima (räjähtävyys) (Luhtanen 1996).

Reillyn (1990) mukaan jalkapalloilijoiden tulokset vertikaalihypyssä vaihtelevat noin 40-67 cm välillä. Gargantan ym. (1988) tutkimuksissa räjähtävän voiman mittaamisessa käytetyt kuntopallon heittopituudet Portugalin nuorten maajoukkuepelaajilla olivat keskimäärin 15.0 ± 1.6 m ja sukkulajuoksun ($4 \times 5,5$ m) ajat 7.49 s. Portugalilaisilla huippupelaajilla sukkulajuoksun ajat olivat keskimäärin hiukan parempia 7.2 ± 0.2 s.

Leatt ym. (1987) tutkivat jalkapalloilijoiden jalkojen maksimivoimaa isokineettisellä menetelmällä (Cybex II), jossa nopeustasot olivat 0.52, 1.05, 1.75, 3.14, 4.19 ja 5.24 rad/s. Lisäksi he mittasivat voimakestävyyttä 50 perättäisellä supistuksella nopeudella 3.14 rad/s, josta väsymys ilmaistiin prosentuaalisena voiman heikkenemisenä. Jalkojen ojennuksen ja koukistuksen tulokset kummallakin jalalla ja eri nopeuksilla tehtynä ovat taulukossa 1. Voimakestävyystestissä keskiarvoiset voiman heikkenemisprosentit olivat 49.0 % ekstensiossa ja 44.2 % fleksiossa.

Taulukko 1. Keskiarvoiset isokineettiset maksimivoimat (Nm) oikealla (R) ja vasemmalla(L) jalalla kuudella eri kulmanopeudella. (Leatt ym 1987).

Movement		Testing velocity (rad s ⁻¹)					
		0.52	1.05	1.75	3.14	4.19	5.24
Extension	R	155 ± 29	134 ± 26	115 ± 20	92 ± 13	79 ± 12	67 ± 11
	L	174 ± 22	150 ± 25	129 ± 22	101 ± 19	90 ± 13	74 ± 14
Flexion	R	193 ± 17	94 ± 15	87 ± 15	75 ± 12	67 ± 12	57 ± 13
	L	118 ± 35	107 ± 33	95 ± 27	83 ± 20	71 ± 16	60 ± 14

Koko kauden kestänyt jalkojen lihaksiin keskittynyt voimaharjoitteluohjelma kaksi kertaa viikossa aiheutti voiman kasvun ja potkusuorituksen paranemisen (pituuspotku) verrattuna kontrolliryhmään (De Proft ym. 1988).

2.2.3 Nopeus

Nopeus on jalkapallossa tärkeä ominaisuus. Perusjuoksunopeudeltaan parhaat suomalaiset jalkapalloilijat ovat 6-7 % pikajuoksijoita hitaampia ja kiihdytysominaisuuksiltaan noin 4 % huonompia kuin pikajuoksijat (Luhtanen 1996). Portugalilaisten pelaajien nopeus 30 m matkalla on keskimäärin 4.43 s (Garganta ym.1988). Taiana ym. (1991) mittasivat nopeutta 30 m matkalla, ja tulokset 10 ja 30 m kohdalla olivat keskimäärin 2.07 ± 0.2 s ja 4.56 ± 0.03 s. Winkler ym. (1991) mittasivat nopeutta 30 m matkalla, jossa oli valokennoportit 5, 10, 15, 20 ja 30 metrin etäisyydellä lähdöstä. Tulokset matkaintervalleilla olivat keskimäärin 1.02, 0.75, 0.66, 0.62, 1.19 ja loppuaika 4.24 s. Suomalaisten nuorten maajoukkuepelaajien aika 30m (paikaltaan) vaihteli välillä 3.9 - 4.4 s (Nevanlinna 1999).

2.2.4 Kestävyys

Ruotsalaisten huippupelaajien maksimihapenotto on noin 60-65 ml/kg/min (Ekblom 1986). Reillyn (1990) mukaan huippupelaajien VO₂max vaihtelee yleensä 55-70 ml/kg/min välillä. Korkein Englannin liigan pelaajilta mitattu VO₂max on 77 ml/kg/min (White ym. 1988).

Tumiltyn (1991) tutkimuksessa mitattiin nuorten australialaisten aerobista ja anaerobista kapasiteettia juoksumatolla. Anaerobisessa testissä juostiin 12.9 km/h nopeudella ja 20° ylämäkeen ja suorituksen keskimääräinen kesto oli 75.5 s ja koehenkilöiden VO₂max oli keskimäärin 61.4 ml/kg/min.

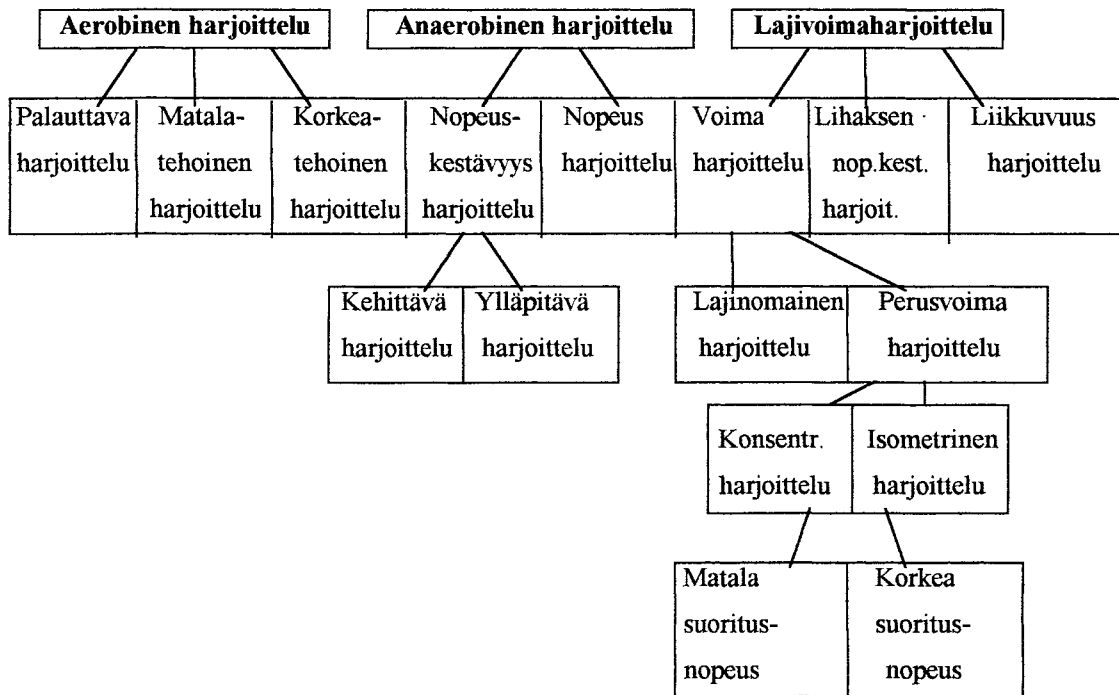
Kanadan nuorisomaajoukkueiden pelaajien VO₂max oli keskimäärin 58.3 ml/kg/min, maksimiventilaatio 124.4 l/min, maksimisyke 201 ja ventilatorinen kynnyks 88 % VO₂max (syke 190)(Leatt ym. 1987). Buncin ym. (1987) tutkimuksissa jalkapalloilijoiden anaerobinen kynnyks (ventilatorinen kynnyks) määritettiin 80.5 % maksimihapenotosta. Ventilatorisella kynnyksellä keskiarvoinen syke oli 173.2 ± 8.5, hapenotto 3.87 ± 0.27 l/min ja ventilaatio 97.7 ± 7.3 l/min.

3 FYYSISEN VALMENNUKSEN SISÄLTÖ JA TOTEUTUS JALKAPALLOSSA

Suurin osa fyysisestä harjoittelusta jalkapallossa tulisi tehdä pallon kanssa. Myös ilman palloa tehdyt harjoitteet ovat hyviä ja tarpeellisia, koska pallo asettaa fyysiselle harjoittelulla tiettyjä rajoitteita. (Bangsbo 1994c.)

3.1 Fyysisen harjoittelun osa-alueet

Bangsbo (1994c) jakaa fyysisen harjoittelun jalkapallossa kolmeen pääryhmään. Nämä ovat aerobinen ja anaerobinen harjoittelu, jotka perustuvat jalkapalloharjoittelussa vallitseviin energia-aineenvaihduntateihin, ja lajivoimaharjoittelu (kuvio 7).



Kuvio 7. Fyysisen harjoittelun osa-alueet jalkapallossa (mukailtu Bangsbo 1994c).

3.1.1 Aerobinen harjoittelu

Aerobinen harjoittelu parantaa pelaajan kykyä ylläpitää korkeaa työtasoa koko ottelun ajan ja minimoi väsymyksen aiheuttamien taitotekijöiden ja keskittymisen heikkenemisen ottelun lopun lähestyessä. Aerobisen harjoittelun tavoitteet jalkapalloilijoilla ovat:

1. Parantaa sydän- ja verenkiertoelimistön hapenkuljetuskapasiteettiä ja siten tukeutumisen enimmäkseen aerobisiin energiantuottoteihin ottelussa.
2. Kehittää jalkapallossa käytettävien lihaksien hapenkulutuskapasiteettiä ja rasvanpolttoa pitkäkestoisessa suorituksessa, jolla on lihaksien glykogeeni-varastoja säästävä vaikutus.
3. Kehittää pelaajan palutumiskykyä lyhyistä intensiivisistä työjaksoista, jonka ansiosta pelaaja kykenee suoriutumaan paremmin peräkkäisistä kovista työjaksoista.

Bangsbo (1994b) jakaa aerobisen harjoittelun kolmeen eri kategoriaan: a) palauttava harjoittelu, b) matalatehoinen aerobinen harjoittelu ja c) korkeatehoinen aerobinen harjoittelu. Taulukossa 2 on aerobisen harjoittelun eri osa-alueiden periaatteet.

Taulukko 2. Aerobisen harjoittelun eri osa-alueiden periaatteet (Bangsbo 1994c).

	Syke (% max)		Syke (krt/min)	
	Ka	Hajonta	Ka *	Hajonta *
Palauttava harjoittelu	65	40-80	130	80-160
Matalatehoinen harjoittelu	80	65-90	160	130-180
Korkeatehoinen harjoittelu	90	80-100	180	160-200

* Olettaen, että maksimisyke on 200 krt/min.

Palauttavassa harjoittelussa tehdään matalalla syketasolla työtä, esimerkiksi hölkkä sykkeellä 130. Palauttavia harjoitteita tehdään usein miten ottelun jälkeisenä päivänä tai kovan harjoituspäivän jälkeen. *Aerobisen matalatehoisen harjoittelun* tavoitteena on kehittää pelaajien kykyä tehdä pitkäkestoisia suorituksia eri juoksunopeuksilla (kestävyys), joka toteutetaan joko jatkuvana tai jaksottaisena suorituksena (Bangsbo 1994b).

Aerobisella korkeatehoisella harjoittelulla pyritään kehittämään pelaajien maksimaalista hapenottokykyä, joka puolestaan auttaa pelaajia suoriutumaan toistuvista intensiivisistä jaksoista koko ottelun ajan. Tämän tyyppinen harjoittelu tehdään jaksottaisena suorituksena sykekeskiarvon ollessa noin 180 krt/min. Aerobisen korkeatehoisen harjoittelun kuormituksen säätelyyn käytetään erilaisia harjoittelumalleja:

1. *Säädetyt aikarajat.* Harjoituksen työ- ja lepojaksoiden pituudet ovat ennaltaan määrätty - mitä lyhyemmät työjaksot sitä korkeampi intensiteetti.
2. *Sääntöjen muuntelu.* Harjoituksen pelisääntöjä muuntelemalla intensiteettiä voidaan säädellä – sallittujen kosketusten rajoittaminen, miesvartiointipeli jne.
3. *Luonnollinen vaihtelu.* Pienpeli suunnitellaan sellaiseksi, että harjoituksen intensiteetti vaihtelee luonnollisesti - esim. tietyllä rajatulla osalla pelikenttää rajoitetaan pelaajien aktiiviteettiä, jotta intensiteetti kasvaisi.

(Bangsbo 1994b ja Balsom 1998.)

3.1.2 Anaerobinen harjoittelu

Anaerobisella harjoittelulla kehitetään pelaajien kykyä suoriutua intensiivisistä jaksoista ottelun aikana. Anaerobisen harjoittelun tavoitteet jalkapallossa ovat:

1. Kehittää reaktionopeutta ja nopeaa tehon tuottoa pelin intensiivisissä jaksoissa.
2. Parantaa anaerobista energiantuottoa.
3. Parantaa palautumiskykyä intensiivisten pelijaksojen jälkeen.

(Bangsbo 1994b.)

Anaerobinen harjoittelu voidaan jakaa nopeus- ja nopeuskestävyys- harjoitteluun. Taulukosta 3 nähdään nopeus- ja nopeuskestävyys harjoittelun peruseriaatteet. *Nopeusharjoittelulla* pyritään kehittämään pelaajan kykyä havaita, aistia, arvioida ja toimia nopeasti tilanteissa, joissa edellytetään nopeutta. Jalkapallossa pitää tehdä nopeita päätöksiä, jotka tulee muuntaa nopeiksi liikkeiksi. (Bangsbo 1994c.)

Taulukko 3. Nopeus- ja nopeuskestävyys harjoittelun peruseriaatteet jalkapallossa (mukailtu Bangsbo 1994c).

		Kesto (s)			
		Suoritus	Palautus	Intensiteetti	Toistot
Nopeusharj.		2-10	>5 * suor.kesto	Maks.	2-10
Nopeus- Kestävyys- harjoittelu	Kehittävä	20-40	>5 * suor.kesto	Lähes maks.	2-10
	Säilyttävä	30-90	Sama kuin suor.	Lähes maks.	2-10

Bangsbo (1994b) jakaa *nopeuskestävyys harjoittelun* säilyttävään ja kehittävään harjoitteluun (taulukko 3). Kehittävän harjoittelun tarkoituksena on parantaa pelaajan maksimaalista suorituskykyä lyhytkestoisissa suorituksissa, kun taas säilyttävän harjoittelun avulla pyritään kehittämään pelaajan sietokykyä perättäisissä kovissa suorituksissa. Erilaiset kovatempoiset pienpelit ja harjoitteet pallon kanssa ovat käytännöllisiä nopeuskestävyyden kehittämiseksi (Bangsbo 1994c).

3.1.3 Lajivoimaharjoittelu

Lajivoimaharjoittelun tavoite on parantaa lihaksien voimantuottoa korkeammalle tasolle kuin ottelutilanteissa tarvitaan. Bangsbo (1994b) jakaa lajivoimaharjoittelun a) voimaharjoitteluun, b) lihaksen nopeuskestävyysharjoitteluun (lihaskestävyys) ja c) liikkuvuus-harjoitteluun.

Voimaharjoittelulla pyritään parantamaan jalkapallossa tarvittavien lihaksien voimatasoa ja koordinaatiota. Voimaharjoittelun spesifejä tavoitteita jalkapallossa ovat:

1. Kehittää lihasten räjähtävää voimantuottoa suorituksissa, kuten taklaukset, hyppyt, kiihdytykset jne.
2. Loukkaantumisten ehkäiseminen (lihashuolto).
3. Loukkaantumisesta kuntouttaminen.

Yleisesti käytetty voimaharjoittelun jako eri osa-alueisiin nähdään taulukosta 4. Bangsbo (1994c) puolestaan jakaa jalkapalloilijoiden voimaharjoittelun perus- ja lajinomaiseen voimaharjoitteluun. *Perusvoimaharjoittelussa* on tärkeää ottaa huomioon lajisuoritus, ja siksi se keskittyy keskivartalon ja jalkojen lihaksiin. Perusvoimaharjoittelu tehdään pääasiassa vapailla painoilla tai voimaharjoittelukoneilla, ja nopealla sekä hitaalla suoritusnopeudella (ks. taulukko 4. perusvoima/nopeusvoima). (Bangsbo 1994c.)

Lajinomaisessa voimaharjoittelussa käytetään lajinomaisia, jalkapallo-ottelussa käytettäviä liikkeitä. Harjoittelu voi koostua peleistä, jossa jalkapallopelle tyypillisiä liikkeitä tehdään normaalia suuremmilla kuormilla tai normaalia kovemmissa olosuhteissa. Vaihtoehtoisesti harjoittelu voi olla nopeusvoimatyyppistä (taulukko 4), jossa harjoitetaan jalkapallossa olennaisia liikkeitä tai liikeratoja, esimerkiksi kuntopalloharjoitteet ja loikka- ja hyppyharjoittelu. (Bangsbo 1994c.)

Bangsbon (1994c) käyttämä *lihaksen nopeuskestävyys*harjoittelu vastaa yleisemmin käytettyä kestovoimaharjoittelua (kts. taulukko 4). Sen avulla pyritään kehittämään jalka- ja keskivartalon lihasten aerobista ja anaerobista lihaskestävyyttä pelin vaatimalle tasolle. *Liikkuvuus*harjoittelulla pyritään lisäämään jalkapallossa tärkeiden lihasten ja nivelten liikkuvuutta ja elastisuutta. Harjoittelu koostuu pääasiassa venyttelystä ja

ja nopeusharjoitteita. Voimaharjoittelu on pääosin lajinomaista korkeatehoista voimaharjoittelua (nopeusvoima).

Taulukko 5. Fyysisen harjoittelun painotukset harjoituskausittain 1) (mukailtu Bangsbo 1994c).

	Valmistautumiskausi				Ottelukausi 1				Sarjatauko	Ottelukausi 2			
Aerobinen harj.													
Matalateho	3344	4445	5555	4433	4343	4343	4334	4445		4343	4343	4343	4343
Korkeateho	2223	3234	4445	4555	5555	5555	5443	3345		5555	5555	5555	5444
Anaerob. harj.													
Nopeuskest.	1111	1111	2234	4555	3453	4534	5431	1135		4453	4534	5345	3453
Nopeus	1111	1111	2234	4555	5555	5555	5552	2245		5555	5555	5555	5554
Voimaharj.													
Perusvoima	3334	5555	5543	2222	2222	2222	2222	2222		2222	2222	2222	2222
Lajivoima	2222	3333	3344	4343	4343	4343	4342	2234		4343	4343	4343	4322
Kestovoima	1111	1112	3333	3333	3333	3333	3332	2233		3333	3333	3333	3333
Liikkuvuus	3232	3434	4444	4444	4444	4444	4443	3344		4444	4444	4444	4444

1) 1= vähän, 5= paljon

Kuten taulukosta 5. nähdään *ottelukausilla* fyysisen harjoittelun pääpaino on aerobisessa korkeatehoisessa harjoittelussa ja nopeusharjoittelussa, mutta myös nopeuskestävyys harjoittelu on tärkeää. Voimaharjoittelulla pyritään ylläpitämään lajille tärkeiden lihaksien voimatasoja lajinomaisilla voimaharjoitteilla. Ottelukausilla harjoittelu tähtää hyvän vireen ja pelikunnon ylläpitämiseen. (Bangsbo 1994b.)

Ylimenokauden harjoittelu tähtää siihen, että pelaaja voisi kehittyä pitkällä aikavälillä. Tällöin on huolehdittava, että fyysinen kunto ei pääse romahtamaan. Ylimenokaudella harjoittelu on aerobista 'aktiivista palautumista', jolla tähdätään myös painon kurissa pitämiseen. Ylläpitävä voimaharjoittelu on hyödyllistä, varsinkin nuoremmilla pelaajilla. (Luhtanen 1996.)

4 PIENPELIT FYYSISINÄ HARJOITTEINA JALKAPALLOSSA

Suurin osa fyysisestä harjoittelusta jalkapallossa tulisi tehdä pallon kanssa, koska tällaisella harjoittelulla on monta etua. Jalkapallossa käytetyt spesifit lihasryhmät saavat harjoitusta. Toiseksi pelaajien taito ja taktinen osaaminen kehittyvät pelinomaisissa fyysisissä harjoituksissa. Kolmanneksi pallon kanssa tehty fyysinen harjoittelu on motivoivampaa kuin ilman palloa tehty. (Bangsbo 1994b.) Käytännössä pallon kanssa tehty fyysinen harjoittelu sisältää pienpelejä eri variaatioineen (Balsom 1998).

Pienpeleissä harjoituksen kuormittavuuteen vaikuttavat seuraavat tekijät:

- **Pelaajien lukumäärä** – pelaajien lukumäärä vaikuttaa mm. pallokosketusten määrään pelaajaa kohden.
- **Työ- ja lepojaksoiden pituudet** – sekä alle kahden että yli kahden minuutin pelijaksoja suositellaan.
- **Pelialueen koko ja muoto** – 3 v 3 –peliin 30*20m ja 4 v 4 –peliin 40*20m, myös maalien sijainti ja koko vaikuttavat pelin kokonaiskuormittavuuteen.
- **Pelin säännöt** – sallittujen pallokosketusten määrä, rajoitettu maalinteko, miesvartiointipeli jne.
- **Pallojen saatavuus** – pelin kokonaiskuormittavuuteen vaikuttaa kuinka nopeasti peli saadaan uudelleen käyntiin sen jälkeen, kun pallo karkaa pelialueelta.

(Balsom 1998).

Näitä pelin osa-alueita tai sääntöjä muuttelemalla pelin kuormittavuutta voidaan siis säädellä.

4.1 Energiantuotto lyhytkestoisessa jatkuvassa ja lyhytkestoisessa jaksottaisessa suorituksessa

Jalkapallolle on tyypillistä jaksottainen kuormitusmalli, joka vaatii sekä aerobista että anaerobista energiantuottoa. Lyhyiden, maksimaalisten ja useasti toistuvien jaksojen (ATP-CP -varastojen käyttö) jälkeen on pidempiä palautumisjaksoja. Näiden intensiivisten kuormitusjaksojen kesto vaihtelee yleensä noin 1-5 s välillä. Jalkapallossa tarvitaan anaerobista alaktista tehoa maksimaalisiin 1-10 s suorituksiin ja anaerobista kapasiteettiä raskaisiin 20-45 s suorituksiin (anaerobinen glykolyysi) sekä hyvää laktaatin sietokykyä koviin 1-8 minuuttia kestäviin suoritusjaksoihin. (Van Fraechem ym. 1991.)

Lyhytkestoisessa maksimaalisessa tai lähes maksimaalisessa suorituksessa anaerobisen ja aerobisen energiantuoton suhteet ovat seuraavat:

- 80% / 20% ensimmäisen 30 s aikana
- 45% / 55% 60-90 s
- 30% / 70% 120-192 s

Wingaten 30 s testissä kaikki ATP saatiin ensimmäisen 2-3 s aikana välittömistä energialähteistä (ATP-CP) ja kreatiinifosfaattivarastot (CP) riittivät 10 s ajaksi. CP-varastojen tyhjeneminen oli lineaarista kohdasta jolloin saavutettiin maksimaalinen teho aina 10 s asti. Ensimmäisen 10 s aikana kaikki tuotettu energia jakautui seuraavasti: ATP-CP -varastot 53%, anaerobinen glykolyysi 44% ja aerobinen glykolyysi 3%. Koko testin aikana vastaavat lukemat olivat 23-28% (ATP-CP), 49-56% (anaerobinen glykolyysi) ja 16-28% (aerobinen glykolyysi). Kun pyöräilyaikaa pidennettiin 90 s, anaerobisesti tuotettiin 36-54% energiasta ja aerobisesti 46-64%. (Spriet 1995.)

Bangsbon (1994e) mukaan syke oli keskimäärin 186 lyöntiä minuutissa ja veren laktaattipitoisuus heti testin loputtua vaihteli 5,5 ja 7,8 mmol/l välillä jalkapallokentällä tehdyssä jaksottaisessa juoksumattotestissä (15 s työtä ja 10 s palautusta vaihtelevat). Nämä tulokset olivat hiukan alhaisempia kuin samanpituudessa (16,5 min) ja samanlaisella protokollalla tehdyssä juoksumattotestissä, mutta ne olivat vastaavanlaisia kuin jalkapallo-ottelun intensiivisistä jaksoista mitatut arvot. Balsom ym. (1992) mittasivat fysiologisia muuttujia toistuvissa spurteissa 30 s levolla (15 m, 30 m ja 40 m), ja totesivat, että fysiologisiin vasteisiin ja suoritusvasteisiin toistuvissa suorituksissa

vaikutti juoksumatka. Laktaattipitoisuus veressä oli 6,8 mmol/l, 13,9 mmol/l ja 16,8 mmol/l toistuvien 15, 30 ja 40 m spurttien jälkeen. Juoksuajat heikkenivät eniten 40 m matkalla.

Bangsbo ym. (1991) toteavat, että perättäisissä intensiivisissä kuormitusjaksoissa (3 min työtä → 10 min lepoa → 3,5 min työtä → 2,5 min lepoa → työ uupumukseen) jälkimmäisessä glykogenolyysi ja laktaatintuotto pysyivät alhaisemmalla tasolla kuin ensimmäisessä kuormitusjaksossa, vaikka niiden välillä oli tunnin palautumisaika. Vaikka glykogenolyysi väheni 50 %:lla ja laktaatintuotto 60 %:lla, tehty työ väheni vain 20 %:a. Tämän uskottiin johtuvan lisääntyneestä hapenkulutuksesta toisessa kuormitusjaksossa, ja siten tukeutumisesta enemmän aerobiseen energiantuottoon.

Bangsbo (1994e) vertasi pelistä mitattuja ja juoksumatolla tehdystä vastaavanlaisesta jaksottaisesta kuormituksesta (5 min. jaksot) mitattuja fysiologisia vasteita. Juoksumatolla sykkeet olivat keskimäärin 15-25 lyöntiä matalampia kuin pelistä mitatut arvot. Myös laktaattiarvot olivat merkittävästi alhaisempia juoksumatolla. Tämä ero johtuu todennäköisesti pelissä suoritettavista energiaa kuluttavista aktiviteeteista, kuten kiihdytykset, suunnanmuutokset, hypyt jne. Bangsbo vertasi myös jatkuvaa ja jaksottaista suoritusta juoksumatolla, ja tulokset osoittivat selvästi korkeammat hapenoton arvot ja veren laktaattipitoisuudet jaksottaisessa kuormitusmallissa. (Bangsbo 1994e.)

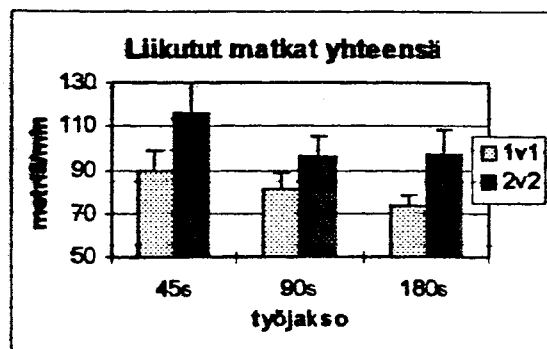
4.2 Pienpelitutkimusten tuloksia jalkapallossa

Bangsbon (1994b) mukaan 7 v 7 -pelissä syke oli 122 lyöntiä minuutissa kolmen minuutin jälkeen ja 176 lyöntiä minuutissa viiden minuutin jälkeen (keskiarvosyke 152). Kun pallokosketukset rajoitettiin kahteen, pelaajien keskimääräinen syke nousi yksitoista yksikköä (152 → 163 kertaa/min). Toisessa Bangsbon (1994b) tutkimuksessa kahden minuutin työjaksoilla ja minuutin lepojakoilla syke oli keskiarvoisesti 171 lyöntiä minuutissa, ja pelin sääntöjä muuttamalla syke kohosi 18 yksikköä (150 → 168 lyöntiä/min). Täten pelin sääntöjä muuttamalla voidaan pelaajien eri ominaisuuksia harjoituttaa (esim. aerobinen – anaerobinen harjoittelu). 1 v 1 -pelissä syke lähestyi maksimia minuutin työjaksojen lopussa ja laski noin 120 lyöntiin minuutissa

palautuksen aikana. Veren laktaattipitoisuudet toisen ja kolmannen työjakson jälkeen olivat 11 ja 12 mmol/l (Bangsbo 1994e).

MacLarenin ym. (1987) tutkimuksessa laktaattipitoisuudet vaihtelivat 4 v 4 -pienpelissä välillä 3.1 – 7.3 mmol/l ja ne olivat 30 % suuremmat kuin levossa. Keskimääräinen syke oli 172 lyöntiä minuutissa, joka vastasi 3.95 l/min hapenkulutusta (82%:a maksimista). Tulokset osoittavat, että suuri osa energiasta 4 v 4 -pienpelissä tuotetaan glykogenolyysistä ja glykolyysistä.

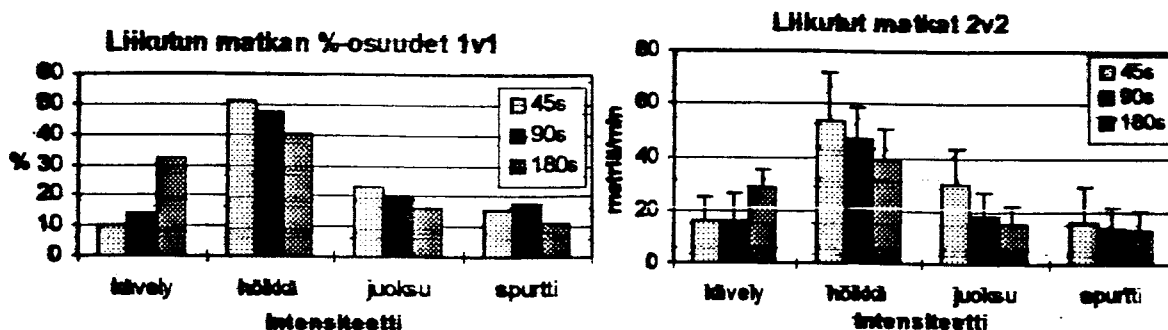
Mäkelän (1999) tutkimuksessa keskisarvosykkeet olivat korkeampia 1 v 1 -pelissä kuin 2 v 2 -pelissä. 1 v 1 -pelissä sykekeskiarvo oli 144 ± 4 lyöntiä minuutissa ja 2 v 2 -pelissä 142 ± 11 lyöntiä minuutissa ja korkein keskimääräinen syke oli 1 v 1 -pelissä 180s työjaksossa (177 ± 6 lyöntiä/min). 2 v 2 -pelissä pelaajat liikkuvat keskimäärin pidemmän matkan kuin 1 v 1 -pelissä riippumatta työjakson pituudesta (kuva 8). Pelimuotojen välinen tilastollinen ero matkan suhteen oli 45s-kuormitusjaksossa erittäin merkitsevä kokonaismatkassa ($p < .001$ kuva 8). Ajassa mitattuna 1 v 1 -pelissä työjakson keston pidentyessä paikallaan olon ja kävelyn osuus kasvoi, kun taas hölkän, juoksun ja spurttien osuus väheni. Molemmissa pelimuodoissa pisin matka edettiin hölkkäten (kuvat 9 ja 10 s. 24).



Kuva 8. Pelaajien liikkuma kokonaismatka minuutissa eri pelimuodoissa (Mäkelä 1999).

Rohde ja Espersen (1988) vertasivat otteluissa ja harjoittelussa (pienpelit) tapahtuneita fysiologisia vasteita. Syke oli 68 % harjoitusajasta 74 % maksimisykkeestä ja peleissä se oli 66 % peliajasta 77 % maksimisykkeestä. Peleissä syke oli yli 88 % tason

maksimisykkeestä 26 % peliajasta, kun harjoituksissa vastaava luku oli 4 %. Keskiarvoinen veren laktaattipitoisuus oli harjoituksissa 2,7 mmol/l ja peleissä 4,4 mmol/l. Rohden ja Espersenin mukaan harjoitusten ja pelien fysiologiset vasteet vastasivat toisiaan usein miten, mutta intensiteetin heilahtelut laskivat harjoitusten keskiarvoisia tuloksia harjoituskerroittain. Gerish ym. (1988) havaitsivat suuremman keskimääräisen veren laktaattipitoisuuden miesvartiointipelissä kuin aluepelissä. Bangsbon mukaan Kawakamin (1992) tutkimuksessa hapenotto vaihteli välillä 2-4 l/min pienpeleissä (1 v 1 -ja 3 v 3 -pelit) ja pallon kanssa juostaessa hapenotto oli 4 l/min (Bangsbo 1994e).



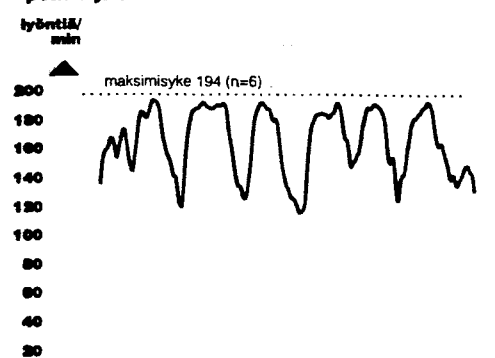
Kuvat 9. ja 10. Liikkumisen jakautuminen eri intensiteeteihin 1v1- ja 2v2- peleissä. (Mäkelä 1999.)

4.2.1 Erilaisten työ-leposuhteiden vaikutukset kuormittavuuteen 3 v 3 -pienpeleissä

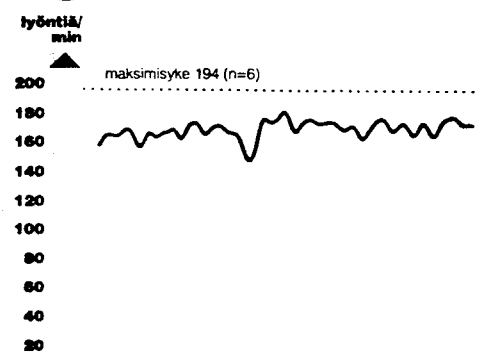
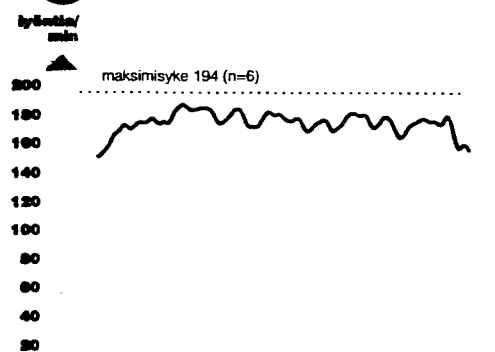
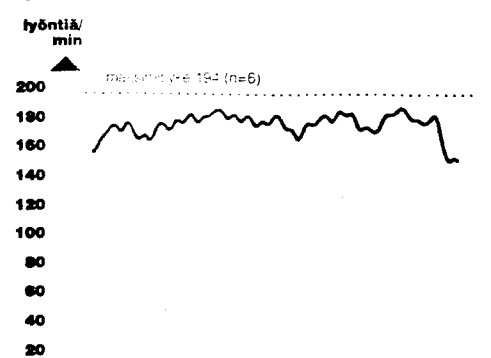
Balsomin (1998) tutkimuksessa tutkittiin pienpelien (3 v 3) aerobisia vaatimuksia kahdeksalla eri työ-lepo -suhteella (kuvat 11-18 sivuilla 25-26). Pienpelien alue oli 33 * 20 m. Tutkimuksen päätulos oli, että kaikkien kahdeksan pienpelin kuormittavuudet olivat riittävän suuria jalkapalloilijoiden kestävyysominaisuuksien ylläpitämiseksi tai kehittämiseksi. Kun vertailtiin pienpelien ja pelkästään juosten, tietyin työ-lepo -suhtein, tehdyn harjoituksen välisiä sykearvoja, havaittiin niiden olevan samaa suuruusluokkaa. Peleissä 1-4 keskimääräinen syke oli suurempi kuin 85% maksimista ja peleissä 5-8 keskimääräinen syke oli yli 90% maksimista (kuvat 11-18).

	Työ	Lepo
Peli 1.	3 min	2 min
Peli 2.	70 s	20 s
Peli 3.	30 s	15 s
Peli 4.	30 s	30 s

Tulokset
• pelit 1 ja 2



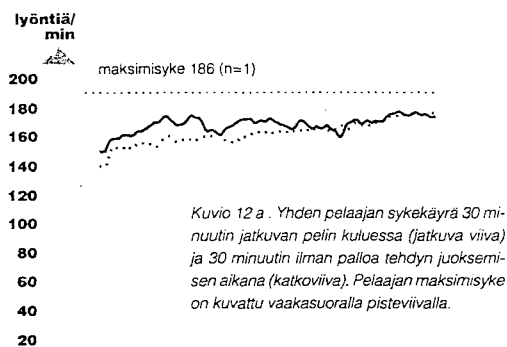
• pelit 3 ja 4



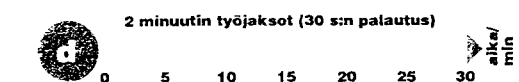
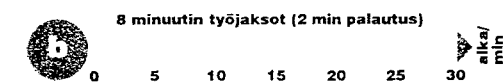
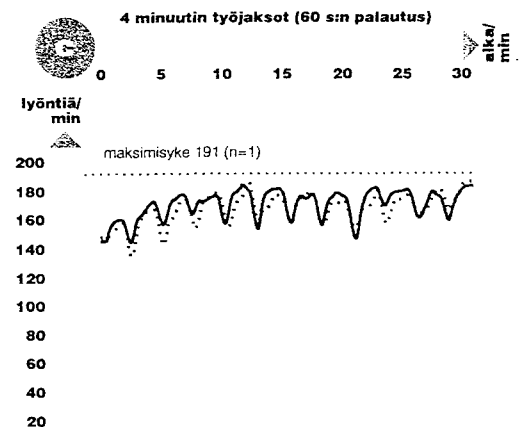
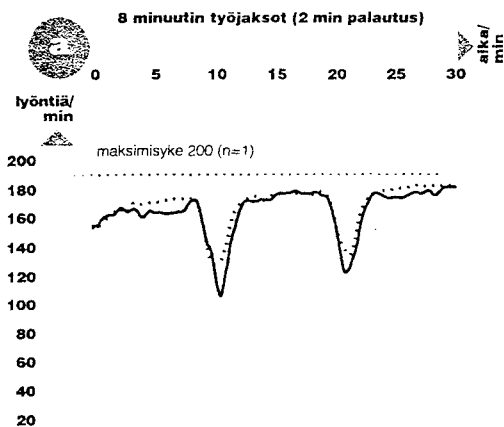
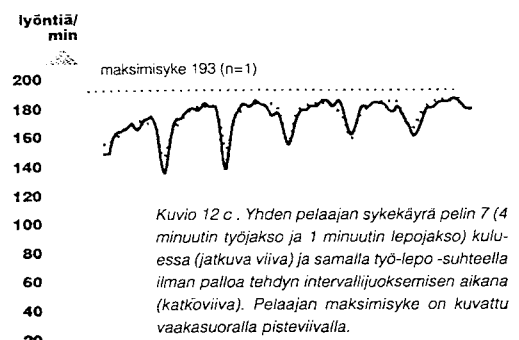
Kuvat 11-14. 3v3- pienpelien sykekäyrät neljässä erilaisessa pelisovelluksessa (Balsom 1998).

Peli 5.	30 min	:	0 min
Peli 6.	8 min	:	2 min
Peli 7.	4 min	:	2 min
Peli 8.	2 min	:	30 s

• pelit 5 ja 6



• pelit 7 ja 8



Kuvat 15-18. 3v3- pienpelien sykekäyrät neljässä erilaisessa pelisovelluksessa (Balsom 1998).

5 KIRJALLISUUDEN YHTEENVETO

- Pelaajat liikkuvat ottelussa keskimäärin 10-15 kilometriä, josta 8-18 % pelaaja liikkuu henkilökohtaisella maksiminopeudellaan. Huippupelaajat liikkuvat pidemmän matkan ensimmäisellä puoliajalla, mutta suuremmilla etenemisnopeuksilla kuljettu matka on sama molemmilla puoliajoilla. (Ekblom 1986, Bangsbo ym. 1991.)
- Pelaajat seisovat tai kävelevät pelipaikoittain 64% (puolustajat), 51 % (keskikenttä) ja 63 % (hyökkääjät), kulkevat sivuttain tai takaperin 1 %, hölkkäävät 33 %, 43 % ja 34 %, juoksevat kovaa 2.1 % ja pyrähtävät 0.7 % ottelun kokonaisajasta. (Bangsbo ym. 1991.)
- Pelaajan keskimääräinen työsyke oli ensimmäisellä puoliajalla 176 lyöntiä minuutissa ja toisella puoliajalla 165 lyöntiä minuutissa. Pelaaja hapenkulutus oli maksimihapenottoon verrattuna 1. ja 2. puoliajalla 50,2 ml/kg/min ja 46,5 ml/kg/min. Ensimmäisen puoliajan kulutus vastasi 78 % ja toisen puoliajan 73 % maksimista. (Luhtanen 1996.)
- Jalkapallon intervallityyppinen kuormitus asettaa myös anaerobiselle energia-aineenvaihdunnalle vaatimuksia. Kentällä ottelun tauoilla mitattaessa on veren laktaattipitoisuus keskimäärin 7-8 mmol/l ja huippuarvot ovat noin 12 mmol/l.
- Fyysisen harjoittelu jalkapallossa voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: aerobinen ja anaerobinen harjoittelu, jotka perustuvat jalkapalloharjoittelussa vallitseviin energia-aineenvaihduntateihin, ja lajivoimaharjoittelu.
- Pääosa fyysisestä harjoittelusta tulisi tehdä pallon kanssa, jotta pelaajien taidot kehittyisivät, kuormitusmalli on samanlainen kuin ottelutilanteessa ja se on motivoivampaa kuin ilman palloa tehty harjoittelu.
- Pienpelit erilaisine sovellutuksineen ovat yleisesti käytettyjä kestävyysharjoittelumuotoja jalkapallossa, ja niiden on todettu kuormittavan fysiologisesti jopa enemmän kuin varsinainen ottelukuormitus (esim. Balsom 1998).
- Näihin edellä oleviin tietoihin perustettiin tämä tutkimus ja tutkimuskysymykset sivulla 29 ja tavoitteena oli selvittää minkälainen on 3v3 –pienpelin kuormittavuus ja miten se soveltuu jalkapalloilijan pelinomaisten kestävyysominaisuuksien harjoittelumuodoksi.

- Pienpelitutkimuksia on tehty verrattain vähän ja tutkimusnäyttöä niiden soveltuvuudesta kestävyysharjoitteluun jalkapallossa on niukasti, kuten kirjallisuuskatsauksesta käy ilmi.

6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUS-MENETELMÄT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää 3v3 –pienpelin kahden eri sovellutuksen fysiologinen kuormittavuus jalkapallossa. Lisäksi tarkoituksena oli verrata 3v3 –pienpelin fysiologista kuormittavuutta varsinaiseen ottelukuormitukseen.

6.1 Tutkimusongelmat ja –hypoteesit

Tutkimusongelmat:

1. Minkälainen on 3v3 –pienpelin fysiologinen kuormittavuus jalkapallossa?
2. Miten 3v3 –pienpelin kuormitus vastaa ottelutilanteen kuormitusta?
3. Minkälaisella työ/palautus –suhteella saadaan pelinomainen kuormitustaso?
4. Eroavatko vapailla pallokosketuksilla ja kahteen rajoitetuilla pallokosketuksilla pelatut 3v3 –pienpelit kuormittavuudeltaan toisistaan?

Hypoteesit:

1. 3v3 –pienpeli on fysiologisesti kuormittavampi kuin ottelukuormitus
2. 3v3 pienpelillä saadaan ottelutilannetta vastaava kuormitustaso ja se on sopiva harjoitusmuoto peliomaisten kestävyysominaisuuksien ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi
3. Yli kahden minuutin työjaksoilla saadaan riittävän korkea kuormitus, jotta pelinomaisia kestävyysominaisuuksia pystytään ylläpitämään ja kehittämään
4. 3v3 –pienpeli kahteen rajoitetuilla pallokosketuksilla on kuormittavampaa kuin vapailla pallokosketuksilla

6.2 Koeasetelman ja –henkilöiden kuvaus

Tutkimuksen asetelma oli käytäntölähtöinen. Jotta 3v3 –pienpelin kuormitusta voitiin tarkastella, tuli ensiksi selvittää minkälainen on varsinaisen ottelutilanteen kuormitus. 3v3 –pienpeli valittiin kuvaamaan pienpeliin kuormittavuutta, koska se on yleisesti käytetty harjoitusmuoto jalkapalloilussa. Asetelmana oli siis pienpelikuormituksen vertaaminen ottelukuormitukseen, jolla pyrittiin selvittämään pienpeliin soveltuvuutta jalkapalloilijoiden kestävyysharjoittelussa. Vapaat ja kahteen rajoitetut pallokosketukset valittiin siksi, että ne ovat yleisesti käytettyjä sovellutuksia pienpeleissä – kahteen rajoitetuilla pallokosketuksilla pelaajat joutuvat liikkumaan enemmän ollakseen pelattavana ja auttaakseen palollista pelaajaa, joka puolestaan aktivoi enemmän puolustavan joukkueen pelaajia.

Koehenkilöinä oli (n=6) FC Jokrujen 1. divisioonatason pelaajia (17-21 v.). Koehenkilöt olivat 183 ± 5 cm pitkiä ja painoivat keskimääräisesti $79,9 \pm 1,8$ kg. Koehenkilöistä 3 oli jo pelannut yhden tai useamman kauden 1. divisioonassa ja muut olivat juuri aloittamassa ensimmäistä kauttaan 1. divisioonassa. Nuoremmat koehenkilöistä olivat oman ikäluokkamaajoukkueen pelaajia. Pelaajien taitotaso oli riittävä 3v3 –pienpelitutkimuksen toteuttamiseksi. Kuten taulukosta 7 nähdään niin jokainen pelipaikka oli edustettuna.

Taulukko 7. Koehenkilöiden taustatietoja

Koehenkilöiden taustatiedot	koehenkilö						ka	SD
	1	2	3	4	5	6		
Ikä (v)	20	21	17	17	17	21	19	2
Sarjataso	1.div.	1.div.	1.div.	1.div.	1.div.	1.div.		
Pelipaikka	LH	KP	KP	LP	KK	KK		
Pituus (cm)	176	179	189	181	187	186	183	5
Paino (kg)	78,2	79,1	81,3	83,1	79,5	78,0	79,9	1,8
Leposyke (krt/min)	46	48	50	60	47	54	51	5
Maks.syke (krt/min)	197	196	193	202	197	200	198	3
Palaut.syke (krt/min)	121	122	121	131	122	127	124	4

ka=keskiarvo, SD=keskihajonta

Pelipaikka: LH=laitahyökkääjä, KP=keskuspuolustaja, KK=keskikenttäpel., Lp=laitapuol.

6.3 Mitatut harjoitteet

Mittaukset suoritettiin Talin jalkapallohallissa keinonurmialustalla huhti-toukokuun aikana vuonna 2000. Ottelumittaukset suoritettiin hiekka-alustalla. Kaikki mittaukset tehtiin samaan vuorokauden aikaan ($\pm 2h$) ja mittauksia edeltävä kuormitus oli kaikilla samanlainen: ottelu- ja pienpelimittauksia edeltävinä päivinä oli joukkueharjoitukset (n. 1,5h). Maksimisykkestä tehtiin joukkueharjoitusten yhteydessä.

Pienpelissä käytettiin 32*20 m kokoista aluetta, jonka molemmissa päissä oli normaalin kokoiset maalivahtien vartioimat maalit. Kentän koko valittiin pienpeliharjoitteissa yleisesti käytettyjen kokojen mukaan ja se oli samassa pituus/leveys –suhteessa (1.6/1.0) kuin jalkapallokenttä. Kentän rajat merkittiin kartioilla. Ottelukuormitus tapahtui normaalin kokoisella jalkapallokentällä, ja kummallakin puolella oli 11 pelaajaa. Ottelukuormituksessa peliaika oli 2*30 minuuttia, joiden välissä oli 5 minuutin puoliaika. Maksimisyke mitattiin kenttätestillä, jossa juostiin yhteensä neljä kertaa jalkapallokentän ympäri – kierros hölkkää, kierros hieman kovempaa, kierros kovaa juosten ja viimeinen kierros täysillä. Maksimisykkeeksi merkittiin korkein lukema 15 sekunnin aikana testin loputtua.

Pienpelissä työjaksot olivat kestoltaan 1, 2 ja 3 minuutin pituisia. Pelitauot pyrittiin ehkäisemään takaamalla pallojen saatavuus ja pelitemmon ylläpitämiseksi pelaajia kannustettiin ja voittanutta joukkuetta palkittiin. Kutakin työjaksoa pelattiin neljä kertaa siten, että vapaat (vk) ja kahteen rajoitetut (2k) pallokosketukset vuorottelivat (kuvio 19). Työjaksojen välinen palautuminen määriteltiin pelaajien henkilökohtaisten tavoitesykkeiden mukaan, jotka saatiin, kun toiminnallisesta sykkeestä (maksimisykkeen ja leposykkeestä erotus) puolet lisättiin leposykkeeseen. Uusi työjakso aloitettiin, kun neljä tai enemmän koehenkilöistä oli saavuttanut tavoitesykkeensä. Eri pituisten työjaksojen välissä oli pidempi tauko siten, että syke palautuisi noin 100 lyöntiin minuutissa. Työjaksojen välinen järjestys arvottiin: ensimmäisenä oli 3 minuutin sitten 2 minuutin ja viimeiseksi minuutin työjaksot.

OTTELUKUORMITUS

Alkuverryttely->Lepomittaukset->1. pa->Mittaukset	-> 2. pa ->	Mittaukset
15'	LA/HR	30' LA/HR 30' LA/HR

PIENPELIKUORMITUS

1.	2.	3.	4.	5.
Alkuverryttely 15'	Alkumittaukset LA/HR	4*3 min	4*2 min	4*1 min
3.	3'vk -> LA -> 3'2k -> LA -> 3'vk -> LA -> 3'2k -> LA			
4.	2'vk -> LA -> 2'2k -> LA -> 2'vk -> LA -> 2'2k -> LA			
5.	1'vk -> LA -> 1'2k -> LA -> 1'vk -> LA -> 1'2k -> LA			

Kuvio 19. Mittausten kulku. (1. pa = ensimmäinen puoliaika, 2. pa = toinen puoliaika, 1', 2' ja 3' = 1 min, 2 min ja 3 min työjaksot, vk = pienpeli vapailla kosketuksilla ja 2k = pienpeli 2 kosketuksella, LA = verinäytteenotto ja HR = syketalennus).

6.4 Mitatut muuttujat ja mittausmenetelmät

Pelaajilta mitattiin syke, laktaattipitoisuus verestä ja liikkumisen määrä ja sen jakautuminen eri intensiteetti- luokkiin (paikallaan, kävely, hölkkä, juoksu ja spurtti) matkan ja ajan suhteen. Sykkeet mitattiin tallentavalla Polarin sykemittarilla (accurex plus, valmistusmaa Suomi) viiden sekunnin talletusvälillä, josta sykekäyrät purettiin polarin 5.03 analyysiohjelmaan. Sykkeitä analysoitiin graafisen tulostuksen pohjalta. Verinäytteet, joista määritettiin veren laktaattipitoisuus, otettiin sormenpäältä jokaisen työjakson jälkeen ja leponäyte ennen kuormitusta. Ottelukuormituksessa verinäytteet otettiin ennen pelin alkua, puoliajalla ja ottelun jälkeen. Pelaajat tulivat näytteenottoon molemmissa pelimuodoissa satunnaisessa järjestyksessä välittömästi pelin tauottua. Pienpelissä verinäyte otettiin vain neljältä pelaajalta, jotta lepotauot eivät olisi venyneet liian pitkiksi. Pienpeli kuvattiin paikallaan olevalla videokameralla koko kentän kuvakulmalla, jonka perusteella pelaajien liikkumista kentällä tutkittiin.

Verinäytteenottoon koehenkilöt tulivat heti pelin tauottua kunkin kuormitusjakson jälkeen (kuvio 19). Näytteet otettiin oikean käden keskisormesta yksi koehenkilö kerrallaan, ja otettu verimäärä oli 25 µl. Uusi kuormitusjakso päästiin yleensä

aloittamaan sen jälkeen, kun kaikki neljä koehenkilöä olivat käyneet näytteenotossa. Verinäytteet saostettiin välittömästi näytteenoton jälkeen perikloorihappoa (500 µl) sisältävään koeputkeen, jotka säilöttiin jäihin. Analysointia varten verinäytteet laitettiin laktaattimäärityskittiin (Biomeriuks PAB, valmistusmaa Ranska), josta lopullinen laktaattipitoisuus määritettiin spektrofotometrin (Shimatsu CL 720, valmistusmaa Japani) avulla.

Koehenkilöiden liikkumista tutkittiin koko kentän kuvakulmalla kuvatun kameran perusteella. Kuvanauhalta liikkumista analysoitiin tutkijan subjektiivisen arvioinnin perusteella sekunti sekunnilta, ja jakautuminen eri intensiteetteihin perustui silmämääräiseen arviointiin. Jokainen intensiteetin muutos ja niiden pituudet kuormitusjakson sisällä tallennettiin SAGE Game Manager -tietokoneohjelmaan. Tallennetun tiedon perusteella ohjelma laskee kunkin pelaajan liikkuman kokonaismatkan ja sen jakautumisen eri intensiteetteihin. Kustakin eri pituisesta työjaksosta valittiin liikkumisanalyysiin kaksi peräkkäistä työjaksoa, joista toinen oli vapailla pallokosketuksilla ja toinen kahteen rajoitetuilla pallokosketuksilla.

6.5 Aineiston analysointi

Sykemittareiden tiedot purettiin tietokoneelle Polarin 5.03 analyysiohjelman avulla. Ohjelma tulostaa syketiedot sekä numeerisesti että graafisesti. Sykkeistä laskettiin kunkin työjakson keskiarvot ja viimeisen 20 sekunnin keskiarvot graafisen tulostuksen pohjalta.

Videonauhojen tiedot purettiin SAGE Game Manager -tietokoneohjelman Heart Rate -version avulla. Ohjelma jakautuu kolmeen sovellukseen. Database -sovellukseen tallennetaan tarvittavat taustatiedot pelaajien ja kentän osalta. Event entry -sovelluksessa tapahtuu varsinainen pelitapahtumien syöttö sekunti sekunnilta. Analyser -sovellusta käytetään syötettyjen tietojen analysointiin. Se jakautuu syke-, liike- ja keskiarvoanalyysiin. Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin keskiarvoanalyysiä selvitettyä kunkin pelaajan liikkumaa matkaa ja sen jakaumaa eri intensiteetteihin.

Tutkimusaineisto analysoitiin tilastollisesti SPSS 10.0- ja Excel 2000- taulukkolaskentaohjelmilla. Tulosten esittämisessä on käytetty keskiarvoja ja -

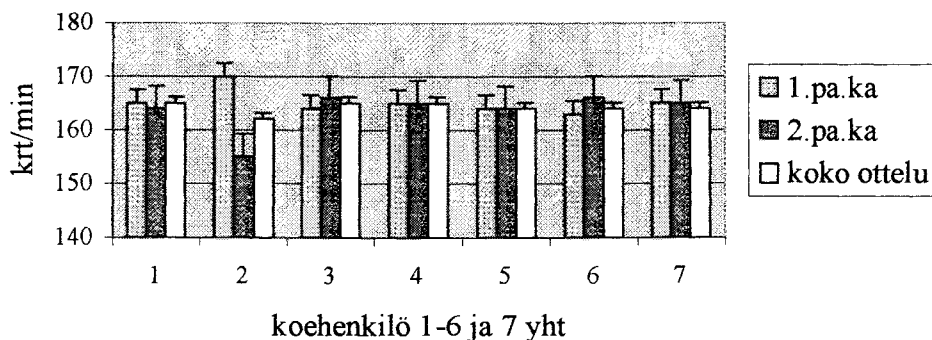
hajontoja, minimi- ja maksimiarvoja sekä variaatiokertoimia. Muuttujien välisiä yhteyksiä vertailtiin Pearsonin korrelaatiokertoimella ja niiden eroja kaksisuuntaisella t-testillä merkitsevyytensä $p \leq ,05$.

7 TULOKSET

Taulukoiden ja kuvioiden yhteydessä ilmenevät kirjaimet tarkoittavat seuraavaa: A = 3v3-peli vapain pallokosketuksin, B = 3v3-peli kahdella pallokosketuksella ja C = ottelukuormitus (10v10). Sydämen lyöntitaajuuksien eli sykkeiden ja veren laktaattipitoisuusarvojen yhteydessä ilmenevät luvut tarkoittavat 1 = 1min, 2 = 2min ja 3 = 3min sekä niiden perässä oleva luku tarkoittaa muuttujan arvon järjestysnumeroa pelimuodossa, esimerkiksi HRA1 ja HRA12 tarkoittavat ensimmäisen ja toisen vapailla pallokosketuksilla pelatun 1 minuutin työjakson arvoja.

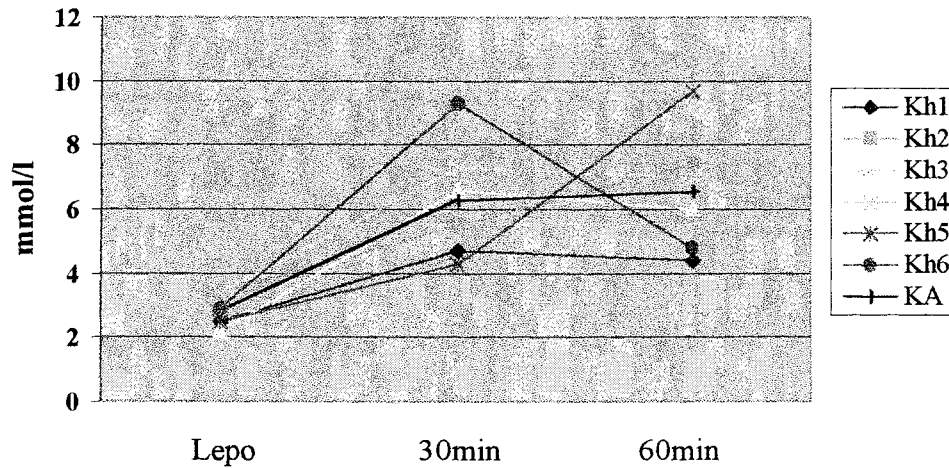
7.1 Ottelukuormitus

Ensimmäisen puoliajan keskiarvosyke oli 165 ± 2 lyöntiä minuutissa ja toisen puoliajan 165 ± 4 lyöntiä minuutissa sekä koko ottelussa yhteensä 164 ± 1 lyöntiä minuutissa (kuvio 20). Koko ottelun ja 2. puoliajan sykekeskiarvojen välillä oli tilastollisesti merkitsevä korrelaatio ($r = .887$). Keskiarvoinen veren laktaattipitoisuus oli levossa 2.8 mmol/l, 30 minuutin kohdalla 6.3 mmol/l ja ottelun lopussa 6.5 mmol/l (kuvio 21). Lepolaktaatin ja 30 minuutin arvojen ja lepolaktaatin ja 60 minuutin arvojen väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä (t-testi, $p \leq ,05$).



Kuvio 20. Ottelukuormituksen keskiarvosykkeet ja -hajonnat koehenkilöittäin ja kaikkien keskiarvo ja -hajonta 1. ja 2. puoliajalla ja ottelussa yhteensä (n = 6).

Ensimmäisen puoliajan sykekeskiarvo vastasi 83,4 % suhteellista tasoa ja toisen puoliajan sykekeskiarvo 83,3 % suhteellista tasoa sekä koko ottelun sykekeskiarvo 82,8 % suhteellista tasoa, kun arvoja verrattiin kenttättestistä saatuun maksimisykkeen keskiarvoon (taulukko 7 s. 30). Ensimmäisen puoliajan viimeisen kolmanneksen sykekeskiarvo vastasi 83,8 % maksimista (166 ± 4 lyöntiä/min) ja toisen puoliajan 82,3 % (163 ± 5 lyöntiä/min).

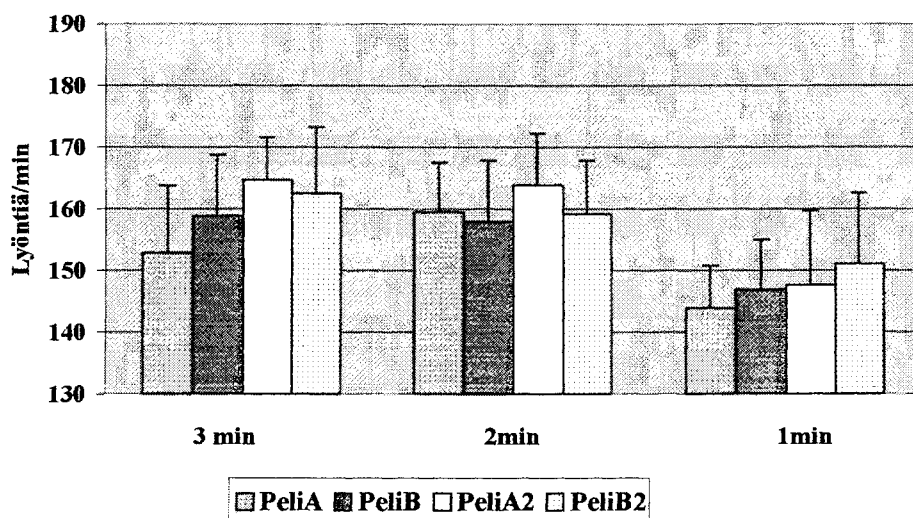


Kuvio 21. Keskiarvoinen veren laktaattipitoisuus ja veren laktaattipitoisuus koehenkilöittäin levossa, 1. puoliajan (30min) ja 2. puoliajan (60min) jälkeen. KA: tilastollisesti merkitsevä muutos lepo-30min ja lepo-60min ($p \leq ,05$)($n = 6$).

7.2 Pienpelikuormitus

7.2.1 Fysiologiset muuttujat 3 v 3 -pelissä

Pienpelien keskiarvosykkeet, minimi ja maksimi 1, 2 ja 3 minuutin työjaksoissa ovat taulukossa 8 s. 37. Kolmen minuutin työjaksoissa oli tilastollisesti merkitseviä eroja (t-testi) ensimmäisen ja toisen, ensimmäisen ja kolmannen ja ensimmäisen ja neljännen sekä toisen ja kolmannen työjakson välillä ($p \leq ,05$, kuvio 22 s. 37). Kahden minuutin työjaksoissa tilastollisesti merkitseviä eroja oli toisen ja kolmannen työjakson välillä.



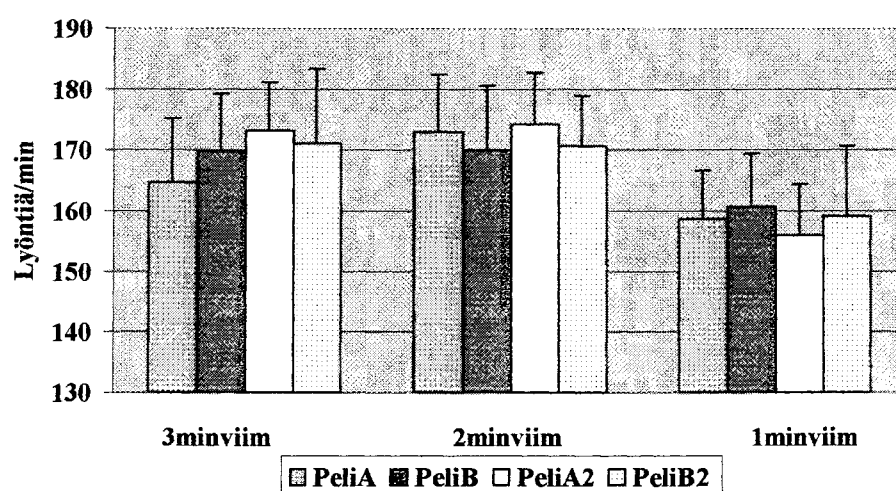
Kuvio 22. Keskiarvosykkeet ja -hajonnat 3 v 3 -pelissä 1, 2 ja 3 minuutin työjaksoissa. Tilastollisesti merkitseviä eroja HRA3-HRB3, HRA3-HRA32, HRA3-HRB32, HRB3-HRB32 ja HRB2-HRA22 työjaksojen välillä ($p \leq ,05$)($n = 6$).

Kaikkien neljän työjakson keskiarvo oli minuutin työjaksossa 147 ± 3 lyöntiä minuutissa, kahden minuutin työjaksossa 160 ± 2 lyöntiä minuutissa ja kolmen minuutin työjaksossa 160 ± 4 lyöntiä minuutissa. Sykekeskiarvot vastasivat 74,2 % (1 min) ja 80,8 % (2 min ja 3 min) suhteellista tasoa, kun niitä verrattiin kenttätestistä saatuun maksimisykkeen arvoon.

Taulukko 8. Keskiarvosykkeet 3 v 3 -pelissä 1, 2 ja 3 minuutin työjaksoissa sekä vapailla (A) että kahteen rajoitetuilla (B) pallokosketuksilla ($n = 6$).

	Minimi	Maksimi	Ka	Sd	% max
HRA1	135	156	144	8	72,7%
HRA12	132	169	148	13	74,7%
HRA2	146	170	160	9	80,8%
HRA22	151	175	164	8	82,8%
HRA3	132	168	153	12	77,3%
HRA32	153	175	165	8	83,3%
HRB1	136	162	147	9	74,2%
HRB12	131	163	151	13	76,3%
HRB2	141	172	158	11	79,8%
HRB22	149	172	159	10	80,3%
HRB3	139	169	159	11	80,3%
HRB32	142	173	163	12	82,2%

Viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeet, minimit ja maksimit 1, 2 ja 3 minuutin työjaksoissa ovat taulukossa 9 s. 39. Viimeisen kolmanneksen sykekeskiarvot minuutin, kahden minuutin ja kolmen minuutin työjaksoissa peleissä A ja B nähdään kuvioista 23. Kolmen minuutin työjaksoissa viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeissä oli tilastollisesti merkitseviä eroja ensimmäisen ja toisen, ensimmäisen ja kolmannen ja ensimmäisen ja neljännen työjakson välillä ($p \leq ,05$, kuvio 23). Minuutin ja kahden minuutin viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeissä ei ilmennyt tilastollisesti merkitseviä eroja.

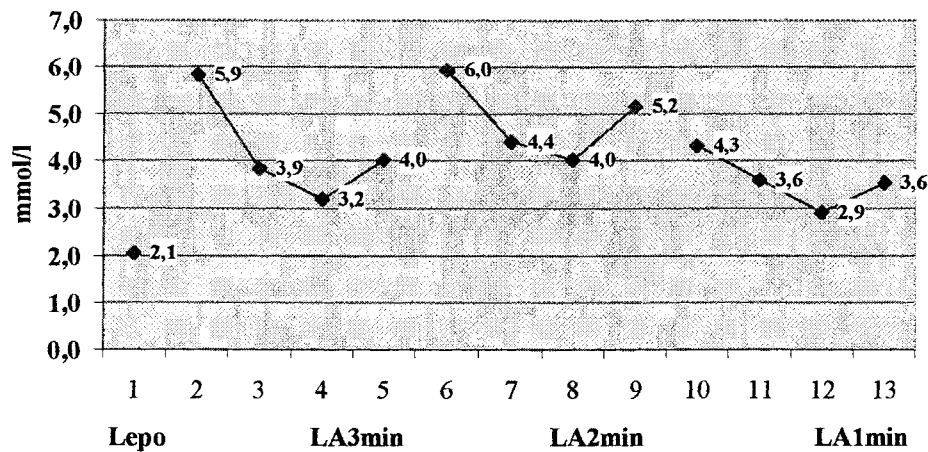


Kuvio 23. Viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeet ja -hajonnot 3 v 3 -pelissä 1, 2 ja 3 minuutin työjaksoissa. Tilastollisesti merkitseviä eroja HRA3viim-HRB3viim, HRA3viim-HRA32viim ja HRA3viim-HRB32viim työjakson välillä ($p \leq ,05$)($n = 6$).

Veren keskimääräiset laktaattipitoisuudet pienpelissä ovat taulukossa 10 s. 40. Tilastollisesti merkitseviä eroja veren laktaattiarvoissa kolmen minuutin työjaksoissa ilmeni lepolaktaatin ja ensimmäisen työjakson ja ensimmäisen ja kolmannen työjakson välillä ($p \leq ,05$, kuvio 24 s. 39). Kahden minuutin työjaksoissa tilastollisesti merkitsevä ero ilmeni lepolaktaatin ja neljännen työjakson välillä ($p \leq ,05$, kuvio 24). Minuutin työjaksoissa tilastollisesti merkitsevä ero ilmeni lepolaktaatin ja kolmannen työjakson välillä ($p \leq ,05$, kuvio 24). Minuutin työjaksoissa ensimmäisen ja toisen työjakson veren laktaattiarvot korreloivat tilastollisesti merkitsevästi keskenään ($r = .989$). Kahden minuutin työjaksoissa ensimmäisen ja toisen työjakson veren laktaattiarvot korreloivat tilastollisesti merkitsevästi keskenään ($r = .959$).

Taulukko 9. Pienpelien viimeisen kolmanneksen sydämen lyöntitaajuudet 1, 2 ja 3 minuutin työjaksoissa peleissä A ja B.

	Minimi	Maksimi	Ka	Sd	% max
HRA1viim	142	167	158	9	79,8%
HRA12viim	141	169	156	9	78,8%
HRA2viim	156	186	173	10	87,4%
HRA22viim	161	186	174	9	87,9%
HRA3viim	143	177	165	12	83,3%
HRA32viim	163	186	173	9	87,4%
HRB1viim	147	172	161	10	81,3%
HRB12viim	142	171	159	13	80,3%
HRB2viim	149	182	170	12	85,9%
HRB22viim	156	180	171	9	86,4%
HRB3viim	151	179	170	10	85,9%
HRB32viim	146	183	171	13	86,4%



Kuvio 24. Veren keskiarvoinen laktattipitoisuus 3 v 3 -pelissä levossa (näyte 1), kolmen minuutin (näytteet 2-5), kahden minuutin (näytteet 6-9) ja minuutin (näytteet 10-13) työjaksoissa. Tilastollisesti merkitseviä eroja LEPOLA-LA31A (näyte 2), LA31A-LA33A (näyte 4), LEPOLA-LA24B (näyte 9) ja LEPOLA-LA13A (näyte 12) ($p \leq ,05$)($n = 4$).

Taulukko 10. Keskimääräinen veren laktaattipitoisuus pienpeleissä (n=4).

Näyte	(mmol/l)
lepo	2,1 ± 0,6
1 min	3,6 ± 0,5
2 min	5,0 ± 0,8
3 min	4,2 ± 1,0
yht.	4,2 ± 0,9

Taulukko 11. 3v3 –pienpelin palautusajat 1, 2 ja 3 minuutin työjaksoissa.

Kuormitusjakso/ Pelimuoto	1min 60s	2min 120s	3min 180s
1. Peli A	170s	210s	192s
2. Peli B	135s	177s	179s
3. Peli A	141s	220s	205s
4. Peli B		480s	295s

7.2.2 Liikkuminen 3 v 3 –pelissä

Pelaajat liikkuivat keskimäärin 98 ± 17 m minuutin työjaksossa (98 m/min), 230 ± 31 m kahden minuutin työjaksoissa (115 m/min) ja 300 ± 11 m kolmen minuutin työjaksoissa (100 m/min) vapailla pallokosketuksilla (taulukot 12-14). Kahteen rajoitetuilla pallokosketuksilla vastaava matka oli 222 ± 21 m kahden minuutin työjaksoissa (111 m/min) ja 285 ± 22 m kolmen minuutin työjaksoissa (95 m/min) (taulukot 13 ja 14 sivulla 42). Minuutin työjaksossa liikuttiin 1,6 metriä sekunnissa, kahden minuutin työjaksossa 1,9 metriä sekunnissa ja kolmen minuutin työjaksossa 1,7 metriä sekunnissa ja 1,6 metriä sekunnissa.

Kokonaisajasta ja kuljetusta kokonaismatkasta suurin suhteellinen osuus kuljettiin hölkäten (taulukot 12-14). Pelaajat olivat paikallaan tai kävelivät 38 % minuutin, 31 % kahden minuutin ja 40 % kolmen minuutin työjaksoissa pelissä A. Pelissä B vastaavat osuudet olivat 37 % (2 min) ja 45 % (3 min). Matkassa mitattuna toiseksi eniten kaikissa pelimuodoissa liikuttiin juosten. Pyrähdysten (spurtti) suhteellinen osuus oli matkassa mitaten suurin minuutin työjaksoissa. Pelaajat liikkuivat pelissä A kokonaisajasta juosten tai pyrähtäen (spurtti) 27 % minuutin työjaksossa, 31 % kahden

minuutin työjaksossa ja 19 % kolmen minuutin työjaksossa. Pelissä B vastaavat osuudet olivat 26 % kahden minuutin työjaksossa ja 23 % kolmen minuutin työjaksossa.

Taulukko 12. Liikkumisen keskiarvot, keskihajonnat ja suhteelliset osuudet 1 minuutin työjaksossa pelissä A matkassa ja ajassa mitattuna (n = 6).

A	Matka (m)			Aika (s)		
	ka	SD	osuus%	ka	SD	osuus%
Paikallaan				8,0	3,6	13%
Kävely	13	6	13%	14,8	5,9	25%
Hölkä	38	17	38%	21,2	8,0	35%
Juoksu	32	18	33%	12,0	5,9	20%
Spurtti	16	7	16%	4,0	1,8	7%
Yht	98	17	100%	60		100%

Pelaajat käyttivät enemmän aikaa kävelyn pelissä B kuin pelissä A sekä kahden että kolmen minuutin työjaksossa ja erot olivat tilastollisesti merkitseviä (t-testi, $p \leq ,05$). Pelissä A ja B kävelyn ja hölkkään käytetyn ajan suhteen erot kahden ja kolmen minuutin työjaksojen välillä olivat tilastollisesti merkitseviä ($p \leq ,05$).

Pelaajat kävelivät ja hölkkäsivät tilastollisesti merkitsevästi pidemmän matkan kahden minuutin työjaksossa kuin minuutin työjaksossa ($p \leq ,05$, kuvio 27). Pelissä A ja B pelaajat kävelivät tilastollisesti merkitsevästi pidemmän matkan kolmen minuutin työjaksossa verrattuna kahden minuutin työjaksoon ($p \leq ,05$, kuviot 27 ja 28 s. 44).

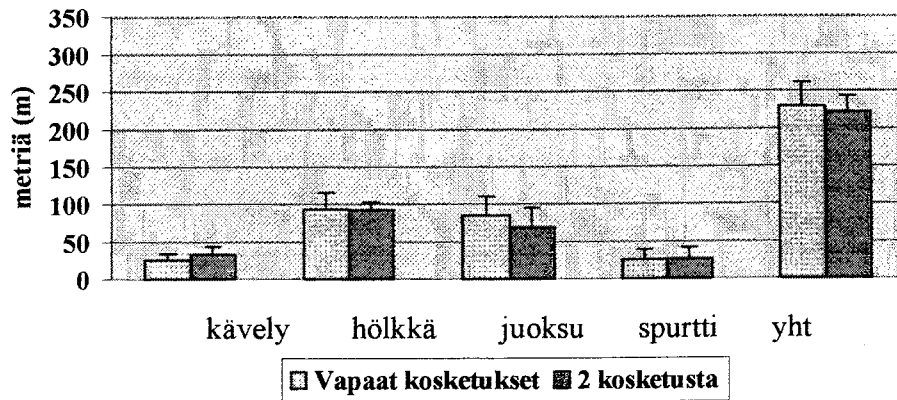
Kolmen minuutin työjaksossa pelaajat kävelivät pidemmän matkan pelissä B kuin pelissä A ja ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p \leq ,05$, kuvio 26 s. 43). Pelissä A pelaajat kävelivät ja hölkkäsivät tilastollisesti merkitsevästi pidemmän matkan kahden minuutin työjaksossa kuin minuutin työjaksossa ($p \leq ,05$, kuvio 27 s. 44). Pelissä A ja B pelaajat kävelivät tilastollisesti merkitsevästi pidemmän matkan kolmen minuutin työjaksossa verrattuna kahden minuutin työjaksoon ($p \leq ,05$, kuviot 27 ja 28).

Taulukko 13. Liikkumisen keskiarvot, keskihajonnat ja suhteelliset osuudet 2 minuutin työjaksoissa peleissä A ja B matkassa ja ajassa mitattuna (n = 6).

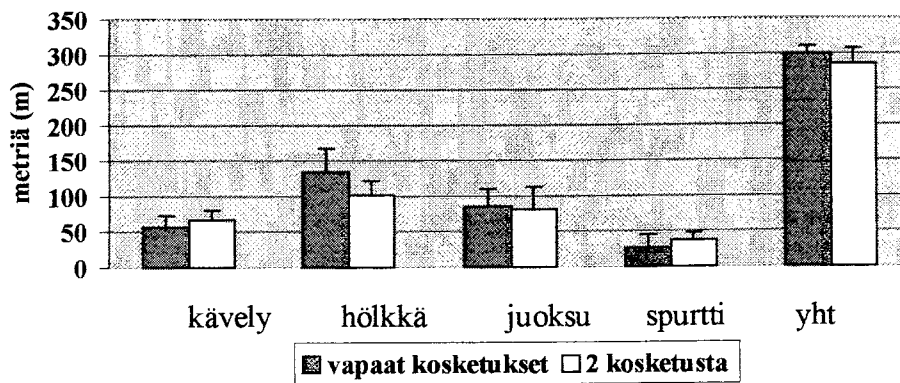
A	Matka (m)			Aika (s)		
	ka	SD	osuus%	ka	SD	osuus%
Paikallaan				12,3	4,5	10%
Kävely	25	10	11%	24,3	6,8	19%
Hölkä	94	21	41%	50,8	9,1	41%
Juoksu	85	25	37%	30,4	8,1	24%
Spurtti	26	14	11%	7,2	3,5	6%
Yht	230	31	100%	120		100%
B						
Paikallaan				12,5	3,6	10%
Kävely	33	11	15%	32,0	7,8	26%
Hölkä	93	10	42%	49,5	7,2	40%
Juoksu	69	25	31%	24,8	6,9	20%
Spurtti	26	16	12%	6,2	3,7	5%
Yht	222	21	100%	120		100%

Taulukko 14. Liikkumisen keskiarvot, keskihajonnat ja suhteelliset osuudet 3 minuutin työjaksoissa peleissä A ja B matkassa ja ajassa mitattuna (n = 6).

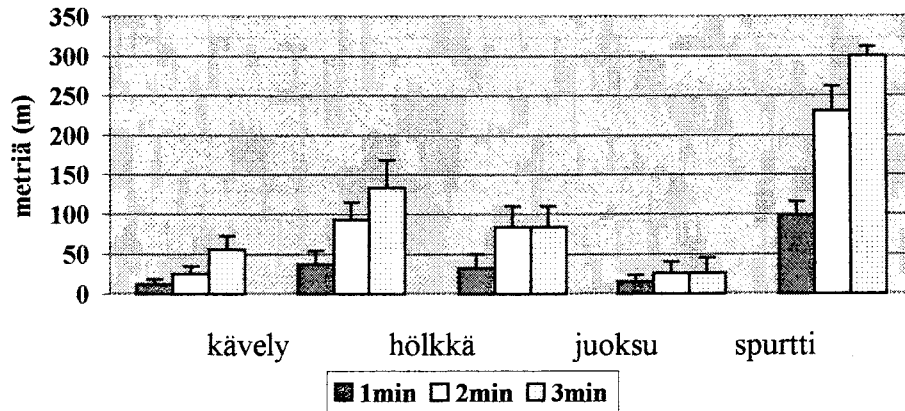
A	Matka (m)			Aika (s)		
	ka	SD	osuus%	ka	SD	osuus%
Paikallaan				22,7	9,8	13%
Kävely	56	18	19%	49,0	13,9	27%
Hölkä	133	37	44%	74,2	19,7	41%
Juoksu	85	28	28%	27,6	12,1	15%
Spurtti	26	21	9%	6,5	5,0	4%
Yht	300	11	100%	180		100%
B						
Paikallaan				17,5	7,0	10%
Kävely	66	13	23%	64,2	13,0	35%
Hölkä	101	20	35%	58,2	13,6	32%
Juoksu	81	32	28%	31,6	12,4	18%
Spurtti	37	10	13%	9,5	3,6	5%
Yht	285	22	100%	180		100%



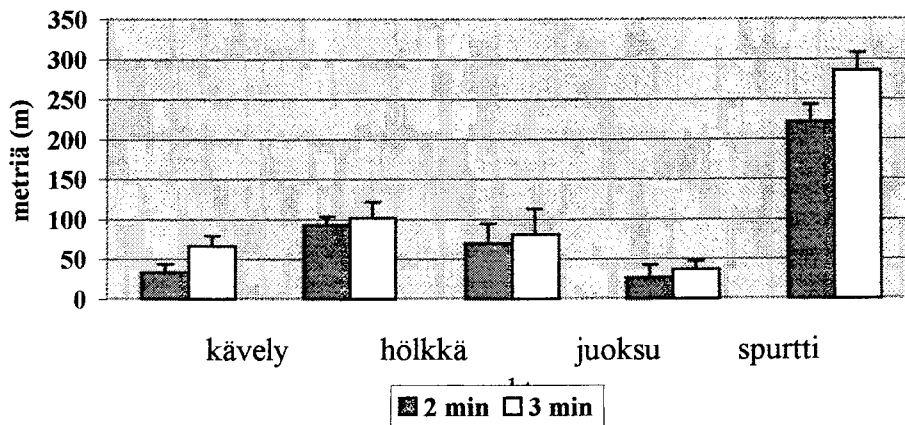
Kuvio 25. Peleissä A (vapaat kosketukset) ja B (2 kosketusta) pelaajien eri intensiteeteillä kulkeman matkan keskiarvo ja -hajonta kahden minuutin työjaksossa (n = 6).



Kuvio 26. Peleissä A ja B pelaajien eri intensiteeteillä kulkeman matkan keskiarvo ja -hajonta kolmen minuutin työjaksossa. Tilastollisesti merkitsevä ero kävely3A-kävely3B ($p \leq ,05$)(n = 6).



Kuvio 27. Pelissä A pelaajien eri intensiteeteillä kulkeman matkan keskiarvo ja -hajonta minuutin, kahden minuutin ja kolmen minuutin työjaksoissa. Tilastollisesti merkitsevät erot kävely1-kävely2, hölkkä1-hölkkä2, kävely1-kävely3, hölkkä1-hölkkä3, juoksu1-juoksu3 ja kävely2-kävely3 ($p \leq ,05$)($n = 6$).



Kuvio 28. Pelissä B pelaajien eri intensiteeteillä kulkeman matkan keskiarvo ja -hajonta kahden minuutin ja kolmen minuutin työjaksoissa. Tilastollisesti merkitsevä ero kävely2-kävely3 ($p \leq ,05$)($n = 6$).

Pelissä A pallo oli pelaajien hallussa keskimäärin $0,6 \pm 1s$ minuutin, $2,1 \pm 1s$ kahden minuutin ja $2,2 \pm 1s$ kolmen minuutin työjaksoissa. Pelissä B vastaavat luvut olivat $0,9 \pm 1s$ (2min) ja $1,9 \pm 0,6s$ (3min).

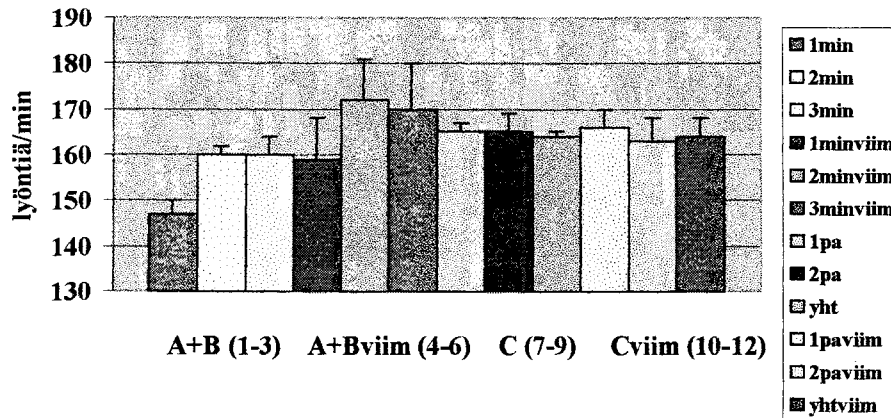
Minuutin työjaksossa pyrähdysiin ja kävelyyn käytetty aika korreloivat keskenään pelissä A ($r = .827$). Pelissä A kahden minuutin työjaksossa kävelyyn käytetty aika

korreloi negatiivisesti pyrähdysaikaan käytetyn ajan kanssa ja kävelymatka korreloi negatiivisesti pyrähdysmatkan kanssa ($r = -0,812$ ja $r = -0,952$). Pelissä B kolmen minuutin työjaksossa hölkkäämiseen käytetty aika korreloi negatiivisesti pyrähdysaikaan käytetyn ajan kanssa ($r = -0,842$).

7.3 Pelimuotojen vertailu

Pelien A, B ja C keskiarvosykkeet ja keskihajonnat nähdään kuvioista 29. Taulukosta 15 s. 46 nähdään keskiarvosykkeiden suhteellinen osuus maksimisykkeestä peleissä A ja B ja pelissä C. Minuutin työjakson ja ottelukuormituksen keskiarvosykkeiden välillä (HR1min-HR1pa, HR1min-HR2pa ja HR1min-HRyht) oli tilastollisesti merkitseviä eroja (t-testi, $p \leq 0,01$). Tilastollisesti merkitseviä eroja ilmeni myös kahden minuutin ja ottelukuormituksen välillä (HR2min-HR1pa, HR2min-HR2pa ja HR2min-HRyht, $p \leq 0,05$). Viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeissä minuutin työjakson ja ottelukuormituksen välillä oli tilastollisesti merkitseviä eroja (HR1minv-HR1pav, HR1minv-HR2pav ja HR1minv-HRyhtv, $p \leq 0,01$, t-testi). Kahden minuutin ja ensimmäisen puoliajan viimeisten kolmannesten keskiarvosykkeiden ero oli tilastollisesti merkitsevä (HR2minv-HR1pav, $p \leq 0,05$).

Kolmen ja kahden minuutin työjaksojen sykekeskiarvot ja viimeisen kolmanneksen sykekeskiarvot olivat tilastollisesti merkitsevästi korkeampia kuin minuutin työjaksojen arvot ($p \leq 0,05$, kuvio 29).



Kuvio 29. Keskiarvosykkeet ja -hajonnat ja viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeet ja -hajonnat eri pelimuodoissa (pelit A+B ja C). Tilastollisesti merkitseviä eroja: HR1min-HR1pa, HR1min-HR2pa, HR1min-Hryht, HR1minv-HR1pav, HR1minv-HR2pav ja HR1minv-HRyhtv ($p \leq ,01$), HR2min-HR1pa, HR2min-HR2pa, HR2min-HRyht ja HR2minv-HR1pav ($p \leq ,05$)($n = 6$).

Taulukko 15. Keskiarvosykkeet ja viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeet sekä niiden suhteellinen osuus maksimisykkeestä ($n = 6$).

	Pelit HR lyöntiä/min	A ja B % max		Peli HR lyöntiä/min	C % max
1min	147 ± 3	74,2	1.pa	165 ± 2	83,4
2min	160 ± 2	80,8	2.pa	165 ± 4	83,3
3min	160 ± 4	80,8	yht.	164 ± 1	82,8
1minviim	159 ± 9	80,3	1.paviim	166 ± 4	83,8
2minviim	172 ± 9	86,9	2.paviim	163 ± 5	82,3
3minviim	170 ± 10	85,9	Yht.viim	164 ± 4	82,8

Veren keskiarvoiset laktaattipitoisuudet peleissä A ja B ja pelissä C ovat taulukossa 16 sivulla 47. Minuutin työjakson keskiarvoisen laktaattiarvon ja koko ottelun keskiarvon välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä (t-testi, $p \leq ,05$). Kahden minuutin työjakson keskiarvoinen laktaatti oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin minuutin työjakson keskiarvoinen laktaatti ($p \leq ,01$).

Taulukko 16. Veren keskiarvoinen laktaattipitoisuus eri peleissä (n = 4).

pelit A ja B (mmol/l)		peli C (mmol/l)	
lepo	2,1 ± 0,6	lepo	2,5 ± 0,2
1 min	3,6 ± 0,5	1. pa	6,2 ± 2,0
2 min	5,0 ± 0,8	2. pa	6,2 ± 2,1
3 min	4,2 ± 1	yht.	6,2 ± 1,0
yht.	4,2 ± 0,9		

Fysiologisten muuttujien variaatiokertoimet (=keskihajonta / keskiarvo) olivat seuraavat:

HR1min	2,0 %	HR1pa	1,2 %
HR2min	1,3%	HR2pa	2,4 %
HR3min	2,5 %	HRyht	0,5 %
HR1viim	5,7 %	HR1paviim	2,4 %
HR2viim	5,2 %	HR2paviim	3,1 %
HR3viim	5,9 %	HRyhtviim	2,4 %
LA1min	13,9 %	LA1pa	32,3 %
LA2min	16,0 %	LA2pa	33,9 %
LA3min	23,8 %	LAyht	16,1 %

8 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää 3 v 3 –pienpelien fysiologista kuormittavuutta ja verrata kuormitusta ottelukuormitukseen. Fysiologisen kuormittavuuden mittareina käytettiin sydämen lyöntitaajuutta (sykettä) ja veren laktaattipitoisuutta. Lisäksi koehenkilöiden kuormitusta tarkasteltiin heidän liikkumisen perusteella. Liikkuminen jaettiin viiteen eri intensiteetti-alueeseen: paikallaan, kävely, hölkkä, juoksu ja pyrähdys (spurtti). Tutkimuksen tuloksista tärkeimpänä voidaan pitää 3 v 3 –pelissä kahden ja kolmen minuutin työjaksojen viimeisten kolmannesten keskiarvosykykeitä, jotka olivat 172 ± 9 (2 min) ja 170 ± 10 (3 min) lyöntiä minuutissa. Ne vastasivat 86,9 % ja 85,9 % suhteellisia osuuksia kenttätestillä mitatusta pelaajien maksimisykykeestä. Nämä tulokset osoittavat 3v3 –pienpelien fysiologisen kuormittavuuden olevan ottelutilannetta vastaava ja jopa kuormittavampi. Verestä mitattu laktaattipitoisuus oli koko pienpelikuormituksessa $4,2 \pm 0,9$ mmol/l. Ottelukuormituksessa veren keskimääräinen laktaattipitoisuus oli $6,2 \pm 1,0$ mmol/l ja keskimääräinen syke 164 ± 1 lyöntiä minuutissa, joka vastasi 82,8 % suhteellista osuutta maksimisykykeestä.

Tutkimuksen lähtökohtana oli saada tietoa jalkapalloilijoiden harjoittelua varten – miten jalkapalloilijoiden kestävyys harjoittelu olisi hyvä toteuttaa? Koeasetelma muodostettiin valmentajien yleisesti käyttämien pelimuotojen ja kuormitusaikojen perusteella. Kuormitusta mittaamaan valittiin sydämen lyöntitaajuus (syke) ja veren laktaattipitoisuus, sillä niitä on käytetty vastaavanlaisissa kuormittavuusmittauksissa (Balsom 1998, Bangsbo 1991 ja 1994b, Reilly 1990). Pienpelien käyttö kestävyys harjoittelumuotona ilman palloa tehtyjen juoksujen sijasta on yleistynyt, sillä kuormitus on lajinomaista: jalkapallossa käytetyt lihasryhmät saavat harjoitusta, pelaajien taito ja taktinen osaaminen kehittyvät ja pallon kanssa tehty fyysinen harjoittelu motivoi paremmin (Bangsbo 1994b).

8.1 Menetelmät ja asetelma

Sydämen lyöntitaajuuden ja veren laktaattipitoisuuksien käyttö fysiologisen kuormituksen mittareina perusteltua, vaikka niihin saattaa liittyä epätarkkuuksia (Reilly

1990, Bangsbo 1991b, Smith 1988). Syketaajuuksien suhteellisia arvoja tulkittaessa on otettava huomioon mahdolliset virheet mitatussa maksimisykkeessä. Saatuun arvoon vaikuttavat monet tekijät mm. testimenetelmä ja motivaatiotekijät. Kenttätestistä saadut tulokset eivät ole niin luotettavia kuin laboratorioissa tehdyistä maksihapenottotesteistä saadut. Käytetty kenttätesti suoritettiin tunnin lajiharjoitusten päätteeksi, joten koehenkilöiden motivaatio ei välttämättä ollut korkeimmillaan. Erilaisia kenttätestejä on kuitenkin käytetty jalkapalloilijoiden maksimisykkeen ja kestävyuden mittaamisessa paljon (Bangsbo 1991c, 1994b, Balsom 1998). Leposyke mitattiin pukukopissa ennen joukkueharjoituksia samana päivänä kuin maksimisykekin, joten kuormittuneisuus ja muut sykkeisiin vaikuttavat tekijät eivät aiheuttaneet mahdollisia eroja niiden kesken. Leposykkeeksi olisi saatu todennäköisesti alhaisempi arvo, jos se olisi mitattu kotona heti heräämisen jälkeen ja siten se olisi vaikuttanut lasketun palautussykkeen arvoon. Toisaalta leposykkeen keskiarvo oli jo nyt melko alhainen (51 ± 5 lyöntiä minuutissa).

Veriinäytteitä ei voitu ottaa jokaiselta koehenkilöltä pienpelissä, koska näytteenottajia oli vain yksi ja siten palautuksesta olisi tullut aivan liian pitkä. Tässäkin tapauksessa palautusajat saattoivat olla liian pitkiä, joka näkyi sykkeiden ja laktaattipitoisuuksien alhaisissa arvoissa varsinkin minuutin työjaksoissa eikä nousuprofiilia kuormitusjaksojen sisällä näkynyt. Tavoitetasoa alhaisempi syketaso kuormituksen alkaessa aiheutti sen, että syke ei ehtinyt nousta minuutin työjaksossa. Lisäksi videokameran akun vaihdon johdosta tuli ylimääräinen vajaan kymmenen minuutin tauko ennen minuutin työjaksoja, jonka johdosta koehenkilöt olivat palautuneemmassa tilassa kuin muita työjaksoja ennen. Laktaattinäytteiden luotettavuuden lisäämiseksi koehenkilöt tulivat näytteenottoon satunnaisessa järjestyksessä jokaisessa pelimuodossa (pelit A, B ja C).

Koehenkilöt olivat taitotasoltaan riittävän hyviä, joten taitotaso ei asettanut rajoituksia tutkimuksen toteuttamiselle. He olivat keskimääräisesti hieman kappaleessa 2.2.1 sivulla 11 mainittuja pidempiä ja painavampia, mutta nuorempia (Faina ym. 1988). Nuori ikä saattaa vaikuttaa motivaatiotekijöihin ja maksimaaliseen irtiottokykyyn ja sitä kautta mittausten tuloksiin.

Olosuhteet eivät olleet kaikissa mittauksissa samat. Pienpelikuormitus ja alkumittaukset suoritettiin hallissa tekonurmialustalla ja ottelukuormitus ulkona hiekka-

alustalla. Käytetty alusta ja ilmasto (lämpötila, tuuli, ilman laatu jne.) saattavat vaikuttaa saatuihin tuloksiin ja niiden vertailukelpoisuuteen, mutta näiden tekijöiden merkitys ei todennäköisesti ole ratkaisevan suuri.

Liikkumista tutkittiin kuvanauhalla sekunti sekunnilta silmämääräisesti tutkijan arvioinnin mukaan, joten tulosten tarkkuutta voidaan kyseenalaistaa, vaikkakin kaikki analyysit on tehnyt sama tutkija. Erityisesti liikkumisen intensiteetin vaihdosten alkamisaika ja -kohta kentällä ovat häilyviä. Lisää tarkkuutta saataisiin mikäli liikkumista analysoitaisiin esimerkiksi 0,5 sekunnin välein. Jalkapallotutkimuksissa on kuitenkin käytetty erilaisia kuvanauhojen ja tietokoneiden käyttöön perustuvia liikkumisanalyysimenetelmiä (Ohashi ym. 1988 ja 1991, Reilly ja Thomas 1976, Bangsbo ym. 1991a), joten näiden menetelmien käyttöä voidaan pitää hyväksyttävänä. Niillä saadaan varmasti riittävän tarkka kuvaus pelaajien liikkumisesta kentällä. Minuutin työjaksossa ei ole analysoitu liikkumista kahteen rajoitetuilla pallokosketuksilla (peli B), koska mittausten aikana kamera oli liikkunut siten, että koko kenttä ei ollut näkyvissä.

Palautusaikojen venymisestä johtunutta palautussykkeiden tason romahtamista lukuunottamatta pienpelikuormitus meni suunnitelmien mukaan. Pallojen riittävän saatavuuden ansiosta pelaajat eivät joutuneet hakemaan niitä kesken kuormitusjakson pelialueen ulkopuolelta vaan maalivahti laittoi aina uuden pallon peliin edellisen mentyä pois pelialueelta. Pelialueen koko oli sopiva, jonka ansiosta pelaajien välimatkat olivat tarpeeksi lyhyitä ja pelin tempo pysyi korkeana. Korkeasta pelitemmosta on osoituksena viimeisen kolmanneksen sykekeskiarvot kahden ja kolmen minuutin työjaksoissa (taulukko 14 sivulla 42).

Ottelukuormituksen ja pienpelikuormituksen välillä oli useampi viikko ja sillä saattaa olla vaikutusta tuloksiin. Ottelukuormitus osui juuri aikaan, jolloin ottelukausi oli alkamassa ja harjoittelua oli kevennetty ja pienpelitutkimus tehtiin muutama viikko ottelukauden alkamisen jälkeen. Koehenkilöt olivat todennäköisesti herkemmissä kunnossa pienpelikuormituksessa ja mahdolliset muutokset kestävyysominaisuuksissa saattavat vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin ja siten eri kuormitusmallien tulosten vertailukelpoisuuteen. Joukkueen harjoittelu ei kuitenkaan olennaisesti muuttunut tällä aikavälillä: joukkueharjoitusten määrä ei muuttunut viikkoa kohti ja harjoitusten teho

oli suurin pirtein sama molempia ajankohtia ennen, mutta palauttavien harjoitteiden ja harjoitusten osuus oli suurempi ennen pienpelikuormitusta.

8.2 Ottelukuormitus

Keskiarvosyke oli ottelukuormituksessa ensimmäisellä puoliajalla 165 ± 2 lyöntiä minuutissa ja toisella puoliajalla 165 ± 4 lyöntiä minuutissa. Koko ottelun keskiarvosyke oli 164 ± 1 lyöntiä minuutissa. Keskiarvosykkeet ovat hyvin samankaltaisia kuin aikaisemmissa tutkimuksissa, mutta keskiarvosykkeiden suhteelliset osuudet maksimisykkeestä (%HRmax) olivat hiukan aikaisempia tutkimustuloksia alhaisempia (Van Gool ym. 1988, Ogushi ym. 1988, Smith ym. 1991 ja Bangsbo 1991a, 1994e). Muun muassa Van Gool ym. (1988) ja Bangsbo (1994e) ilmoittavat suhteellisen kuormitustason jalkapallo-ottelussa olevan noin 84-87 % maksimisykkeestä, kun vastaava luku tässä tutkimuksessa oli noin 82-83 % maksimisykkeestä.

Muissa tutkimuksissa ilmentynyttä työtehon alenemista ja keskiarvosykkeiden putoamista toisella puoliajalla (Bangsbo 1994e, Reilly 1990 ja Van Gool ym. 1988) ei ilmennyt tässä tutkimuksessa. Tämä saattaa johtua siitä, että peliaika oli vain 60 minuuttia, kun se normaalisti on 90 minuuttia. Toiseksi hiukan alhaisemman työntensiteetin (%HRmax) ansiosta saavutettua tasoa pystyttiin ylläpitämään koko ottelun ajan, eikä väsymistä tapahtunut. Kolmanneksi kyseessä oli harjoitusottelu, joten pelaajien yritys ei todennäköisesti ollut aivan maksimaalinen. Neljänneksi pelaajat eivät mahdollisesti saaneet kaikkea irti itsestään, koska harjoittelua oli kevennetty vasta äskettäin ja ottelukausi oli vasta alkamaisillaan.

Viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeet olivat samalla tasolla molemmilla puoliajoilla kuin koko puoliaikojen keskiarvosykkeet (kts. taulukko 14 sivulla 42). Tämä osoittaa sen, että työntensiteetti pysyi koko puoliajan samalla tasolla eikä väsymistä puoliajan loppua kohden tapahtunut. Toisaalta tämä ilmiö voi olla myös merkki pelaajien yrityksen hiipumisesta ja pelitempon alenemisesta puoliaikojen lopussa (varsinkin 1. puoliajalla) ja siten syketasojen pysymisestä ennallaan.

Veren laktaattipitoisuus kuvastaa kuormituksessa tukeutumista anaerobiseen energiantuottoon. Verestä mitattua laktaattipitoisuutta on jalkapallotutkimuksissa käytetty anaerobisen energiantuoton määrän mittarina (Smith ym. 1991, Ekblom 1986, Tumilty 1993).

Tässä tutkimuksessa keskiarvoinen veren laktaattipitoisuus oli levossa 2.8 mmol/l, 30 minuutin kohdalla 6.3 mmol/l, ottelun lopussa 6.5 mmol/l ja huippuarvo oli 9,7 mmol/l. Keskiarvoinen veren laktaattipitoisuus oli korkeampi kuin aikaisemmissa tutkimuksissa, kun tutkimuksissa on käytetty satunnaista näytteenottoa ottelun aikana (Bangsbo 1994d, Smith ym. 1991, Tumilty 1993). Toisaalta suuren variaation perusteella (variaatiokerroin 32,3 % (1. pa) ja 33,9 % (2. pa) keskiarvoinen laktaattipitoisuus ei ollut kuormitusvasteena kovin yhtenäinen muuttuja. Tilastollisesti merkitsevä ero lepolaktaatin ja 30 minuutin ja lepolaktaatin ja 60 minuutin arvon välillä osoittaa kuormituksen tason veren laktaattipitoisuuden osalta olevan merkittävästi lepotilaa kovempi (kts. kuvio 21 sivulla 36). Ekblomin (1986) tutkimuksessa näytteet otettiin eritasoisissa peleissä ottelun tauoilla, kuten tässä tutkimuksessa ja keskiarvoinen laktaattipitoisuus oli ensimmäisen puoliajan jälkeen 6,8 mmol/l ja toisen puoliajan jälkeen 5,5 mmol/l. Veren laktaattipitoisuuksissa havaittava ensimmäisen puoliajan korkeampi keskiarvo on yleistä jalkapallo-ottelussa (Ekblom 1986, Bangsbo 1991a ja 1994d). Tässä tutkimuksessa huippuarvo on hiukan aikaisempia tutkimustuloksia alhaisempi (Ekblom 1986, Smith ym. 1991).

Keskiarvoinen veren laktaattipitoisuus oli lähes sama molempien puoliaikojen jälkeen. Tämä voi olla seurausta ottelun normaalia lyhyemmästä kestosta ja siten pelaajat pystyivät ylläpitämään pelitempoa samalla tasolla koko ottelun ajan eikä normaalia laktaattiarvojen laskua havaittu. Sekä tasaisen veren laktaattipitoisuuden että keskiarvosykkeiden tasaisuuden (ei laskua kummassakaan toisella puoliajalla) perusteella kuormituksen taso on ollut koko pelissä hyvin tasainen. Tätä oletusta tukee myös korkeiden kuormituspiikkien puuttuminen. Kuormituksen taso ei välttämättä ollut suhteellisten keskiarvosykkeiden (%HRmax) ja laktaattipitoisuuksien piikkiarvojen perusteella kovin korkea, vaikka keskiarvoinen laktaattipitoisuus oli melko korkea. Parempi kuva anaerobisen energiantuoton määrästä tutkimuksessa olisi saatu tiheämmällä näytteenottovälillä, mutta se ei ollut mahdollista ottelun tuomarin ollessa sitä vastaan.

8.3 Pienpelikuormitus

8.3.1 Fysiologiset muuttujat

Kolmessa eri pituisissa työjaksoissa työskenneltiin säilyttävällä / matalatehoisella aerobisella tasolla (taulukko 2 sivulla 15, Bangsbo 1994b) keskiarvosykekeiden ollessa minuutin työjaksossa 147 ± 3 lyöntiä minuutissa, kahden minuutin työjaksossa 160 ± 2 lyöntiä minuutissa ja kolmen minuutin työjaksossa 160 ± 4 lyöntiä minuutissa. Sykekeskiarvot vastasivat 74,2 % (1 min) ja 80,8 % (2 min ja 3 min) suhteellista tasoa (%HRmax). Viimeisen kolmanneksen sykekeskiarvojen perusteella kahden ja kolmen minuutin työjaksoissa pelissä A päästiin Bangsbon (1994b) mukaan hyvin lähelle aerobisen kehittävän harjoittelun tasoa (suhteellinen taso 87,4-87,9 %, taulukko 14 s. 42). Alhaisimmat jaksokeskiarvot sykkeen osalta olivat 144 lyöntiä minuutissa pelissä A ja 147 lyöntiä minuutissa pelissä B minuutin työjaksoissa. Näillä sykekeskiarvoilla päästään juuri säilyttävän harjoittelun tasolle, mutta viimeisen kolmanneksen sykekeskiarvot minuutin työjaksoissa olivat kuitenkin 158 pelissä A ja 159 pelissä B. Sykekeskiarvojen perusteella kuormitus pienpeleissä oli kaikissa työjaksoissa säilyttävän aerobisen harjoittelun tasolla ja muutamissa työjaksoissa päästiin ainakin lähelle kehittävän aerobisen harjoittelun tasoa.

Kuormituksen keston kaksinkertaistuessa minuutista kahteen minuuttiin sykekeskiarvo nousi 13 yksikköä ja minuutista kolmeen minuuttiin 13 yksikköä, muutokset olivat tilastollisesti merkitseviä ($p \leq ,05$). Viimeisen kolmanneksen sykekeskiarvojen osalta vastaavat muutokset olivat 13 yksikköä minuutista kahteen minuuttiin ja minuutista kolmeen minuuttiin 11 yksikköä. Muutokset olivat tilastollisesti merkitseviä ($p \leq ,01$). Näin suuret muutokset johtuivat todennäköisesti palautuksen pituudesta, joka oli suurin piirtein sama kaikissa kuormitusjaksoissa. Esimerkiksi minuutin ja kolmen työjaksoissa oli samanpituiset palautukset eikä syke ehtinyt näin nousta minuutin työjaksossa. Syy pitkään palautukseen oli laktaattinäytteidenotto palautustauoilla.

Tutkimuksen tulokset keskiarvosykekeiden osalta ovat hyvin samankaltaisia kuin aikaisemmissa tutkimuksissa, joista löytyy sekä korkeampia että matalampia sykekeskiarvoja (Mäkelä 1999 ja 2000, Bangsbo 1994b, MacLaren 1987 ja Balsom

1998). Balsomin (1998) tutkimuksessa 3 v 3 -pelissä päästiin jokaisessa sovellutuksessa (työ/palautus -suhde) yli 85 % maksimisykkeestä, tässä tutkimuksessa keskiarvojen ollessa kahden ja kolmen minuutin työjaksoissa 81,8 % maksimista. Mutta viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeet olivatkin jo yli 85 % maksimista kahden ja kolmen minuutin työjaksoissa. Mainitut erot johtuvat todennäköisesti eroavista työn ja palautuksen suhteista tutkimusten välillä. Pieni koehenkilöryhmä on myös herkkä yksilölliselle vaihtelulle: korkeimmat yksilölliset arvot esimerkiksi kahden minuutin työjaksossa viimeisen kolmanneksen sykekeskiarvoissa olivat yli 90 % maksimista ja alhaisimmat alle 80 % maksimista.

Pelien A ja B sykekeskiarvojen perusteella ei voida vetää johtopäätöksiä siitä kuormittaako jompi kumpi pelisovellus enemmän kuin toinen. Kolmen minuutin työjaksoissa pelissä B sykekeskiarvot ja viimeisen kolmanneksen sykekeskiarvot olivat tilastollisesti merkitsevästi suurempia kuin pelin A ensimmäisen työjakson sykekeskiarvo ja viimeisen kolmanneksen sykekeskiarvo, mutta kahden minuutin työjaksossa pelin A toisen kuormitusjakson sykekeskiarvo oli korkeampi kuin pelin B ensimmäisessä työjaksossa ($p \leq ,05$, kuvio 23 s. 38). Muutokset kolmen minuutin työjaksojen välillä johtuvat ensisijaisesti pelin A ensimmäisen työjakson alhaisesta sykekeskiarvosta. Tämä saattaa olla seurausta siitä, että kyseinen kuormitusjakso pelissä A oli koko pienpelikuormituksen ensimmäinen kuormitusjakso. Muut tilastollisesti merkitsevät muutokset ovat todennäköisesti joko sattumaa tai pelin tempossa ilmeneviä eroja kuormitusjaksojen välillä. Myös yksittäisten koehenkilöiden arvojen muutokset saattavat johtaa eroihin keskiarvoissa.

Ainoastaan minuutin työjaksoissa sykekeskiarvojen osalta voidaan nähdä kuormituksen nousujohteisuus, sillä sykekeskiarvo nousee työjaksoittain ensimmäisestä neljanteen (kuvio 22 s. 37). Syy siihen, miksi kahden ja kolmen minuutin työjaksoissa ei näy nousujohteisuutta, on todennäköisesti liian pitkissä palautusajoissa. Myös kuormitusjaksojen pelillisten tapahtumien, tempon ja pallon pelissä olon muutokset eri työjaksojen välillä saattavat olla kyseisen ilmiön taustalla.

Verestä mitatut keskiarvoiset laktaattipitoisuudet vaihtelivat tässä tutkimuksessa kolmen minuutin työjaksoissa välillä 1,2 – 9,3 mmol/l ($k_a = 4,2 \pm 1$ mmol/l), kahden minuutin

työjaksoissa välillä 1,6 – 10,2 mmol/l ($ka = 5,0 \pm 0,8$ mmol/l) ja minuutin työjaksoissa välillä 1,7 – 8,2 mmol/l ($ka = 3,6 \pm 0,5$ mmol/l). Koko harjoituksen keskiarvoinen veren laktaattipitoisuus oli $4,2 \pm 0,9$ mmol/l. Arvot olivat kaikissa työjaksoissa yli 40 % suuremmat kuin levossa. Veren keskiarvoiset laktaattipitoisuudet ovat suunnilleen samansuuruisia kuin edellisistä pienpelitutkimuksista saadut arvot (Mäkelä 2000, MacLaren 1987, Rohde ja Espersen 1988). Mac Larenin ym. (1987) tutkimuksessa 4 v 4 –pelissä veren laktaattipitoisuudet vaihteli välillä 3,1 – 7.3 mmol/l ja ne olivat 30 % suuremmat kuin levossa. Tässä tutkimuksessa suurten variaatiokertointen vuoksi veren laktaattipitoisuus ei ole kovinkaan yhtenäinen fysiologinen muuttuja pienpelikuormituksessa (kts. s. 47).

Veren keskiarvoiset laktaattipitoisuudet osoittavat, että osa energiasta 3 v 3 –pelissä tuotetaan anaerobisesti. Kaikissa eripituisissa kuormitusjaksoissa (1min, 2min ja 3min) korkein laktaattipitoisuus oli ensimmäisessä kuormitusjaksossa, jonka jälkeen veren laktaattipitoisuus alkoi laskea noustakseen jälleen viimeisessä kuormitusjaksossa (kts. kuvio 24 s. 39). Vastaavasti syke nousi minuutin työjaksossa 3 yksikköä ja kolmen minuutin työjaksossa 6 yksikköä ensimmäisen työjakson jälkeen. Myös viimeisen kolmanneksen sykekeskiarvoissa on havaittavissa sama ilmiö. Tämä voi johtua siitä, että ensimmäisen kuormitusjakson alussa kuormituksen lisääntyessä yht äkkiä hengitys- ja verenkiertoelimistö ei toimi tarpeeksi tehokkaasti, syntyy happivajetta, ja siten tukeudutaan enemmän anaerobiseen energiantuottoon. Kuormituksen jatkuessa, johtuen sydän –ja verenkiertoelimistön toiminnan mukautumisesta kuormitukseen, syke nousee vaikka kuormitus pysyy ennallaan. Tällöin entistä suurempi osa tuotetusta kokonaisenergiasta tuotetaan aerobisesti ja samalla veren laktaattipitoisuus alenee.

Veren laktaattipitoisuuden nousu viimeisessä kuormitusjaksossa kahden ja kolmen minuutin työjaksoissa ei ainakaan johdu keskiarvosykkeiden noususta viimeisessä kuormitusjaksossa verrattuna toiseksi viimeiseen, sillä kyseisissä kuormitusjaksoissa sykekeskiarvot putosivat. Vastaavasti minuutin työjaksossa syke nousi viimeisessä työjaksossa 3 yksikköä, mutta esimerkiksi viimeisen kolmanneksen sykekeskiarvo oli 159 lyöntiä minuutissa. Nousu siis tuskin johtui nousseesta keskisykkeestä. Veren laktaattipitoisuuden nousu viimeisessä työjaksossa saattaa johtua edeltävän kuormituksen aiheuttamasta nousujohteisuudesta. Nousujohteisuutta eripituisen

kuormitusjaksojen sisällä ei kuitenkaan ilmennyt tässä tutkimuksessa, joka saattaa olla liian pitkien jaksopalautusten ansiota: hengitys- ja verenkiertoelimistön ehtii palautua paremmin, ja edeltävä kuormitus ei enää vaikuta seuraavaan kuormitukseen.

Keskiarvosyönteiden ja veren laktaattipitoisuuksien perusteella peli B kahteen rajoitetuilla pallokosketuksilla ei kuormittanut koehenkilöitä enemmän kuin peli A vapailla pallokosketuksilla, vaikka pallokosketuksia rajoittamalla voisi olettaa pelin tempon kovenevan. Tämä oletus perustu siihen, että pallollisen joukkueen pelaajat joutuvat liikkumaan aktiivisemmin auttaakseen pallollista pelaajaa, joka ei voi vain pitää palloa hallussaan vaan joutuu syöttämään sen yhden tai kahden kosketuksen jälkeen. Pallon syöttänyt pelaaja joutuu samantien liikkumaan pelattavaksi vapaaseen paikkaan. Hyökkäävän joukkueen pallottomien pelaajien liikkuminen puolestaan aktivoi puolustavan joukkueen pelaajia. Syy siihen, miksi rajoitetut pallokosketukset eivät nostaneet pelin kuormitusta, saattaa olla pelaajien riittämätön taitotaso – pelin tempon kasvaessa tilanteet ovat nopeampia ja pallo on saatava haltuun hyvin, hallittava se pienessä tilassa ja osattava laittaa se liikkeelle nopeasti yhdellä tai kahdella kosketuksella. Tämä tuottaa ongelmia jopa huippupelaajille ajan ja tilan ollessa rajallisia. Taitotason ollessa riittämätön pallot karkailevat useammin pelialueen ulkopuolelle ja siten pelin tempo laskee. Rajoitettujen pallokosketusten vuoksi lisääntyneet maalilaukaukset saattavat aiheuttaa myös sen, että pallo on pelissä entistä vähemmän aikaa.

8.3.2 Pelaajien liikkuminen

Pelaajat liikkuivat keskimäärin 98 ± 17 m minuutin työjaksossa (98 m/min), 230 ± 31 m kahden minuutin työjaksoissa (115 m/min) ja 300 ± 11 m kolmen minuutin työjaksoissa (100 m/min) vapailla pallokosketuksilla (peli A). Kahteen rajoitetuilla pallokosketuksilla (peli B) vastaava matka oli 222 ± 21 m kahden minuutin työjaksoissa (111 m/min) ja 285 ± 22 m kolmen minuutin työjaksoissa (95 m/min). Minuutin työjaksossa liikuttiin $1,6$ m/s, kahden minuutin työjaksossa $1,9$ m/s (pelit A ja B) ja kolmen minuutin työjaksossa $1,7$ m/s (peli A) ja $1,6$ m/s (peli B). Täysmittaiseen ottelu aikaan verrattuna minuutin työjaksossa edetty matka vastaisi noin $8,7$ km, kahden minuutin työjaksossa $10,3$ km ja kolmen minuutin työjaksossa $9,2$ km (peli A) ja $8,7$ km

(peli B). Kuljetut matkat jäävät pääosin alhaisemmiksi kuin aikaisemmissa tutkimuksissa (Bangsbo ym. 1991a ja Ekblom 1986). Pelaajat liikkuvat ottelussa noin 10-15 km, josta noin 8-18 % pelaajat liikkuvat maksiminopeudellaan. Tässä tutkimuksessa pyrähtäen (spurtti) kuljetun matkan suhteellinen osuus kokonaismatkasta osuu juuri tähän väliin (taulukot 12-14 s. 41-42).

Kaikissa kolmessa eripituudessa kuormitusjaksossa pisin matka edettiin hölkäten ja siihen käytettiin suhteellisesti eniten aikaa. Aikaisemmissa tutkimuksissa on saatu vastaavanlaisia tuloksia (Mäkelä 1999 ja 2000). Tässä tutkimuksessa käveltiin suhteellisesti lyhyempi matka ja kävelyyn käytettiin suhteellisesti vähemmän aikaa, ja juostiin ja pyrähdettiin suhteellisesti pidempi matka ja niihin käytettiin suhteellisesti enemmän aikaa kuin aikaisemmissa tutkimuksissa (Mäkelä 1999 ja 2000). Mäkelän (2000) tutkimuksessa liikuttiin keskimäärin yhtä pitkä matka kahdessa minuutissa kuin tässä tutkimuksessa kolmessa minuutissa. Tämä ero saattaa johtua siitä, että pelialue oli isompi ja kentällä oli kummallakin puolella neljä pelaajaa (4 v 4) – pelaajilla on enemmän tilaa ja juoksumatkat ovat pidempiä. Tätä oletusta tukee hölkäten kuljettu pitkä matka, joka oli noin 50 % kuljetusta kokonaismatkasta, kun se tässä tutkimuksessa oli 35-42 % kuljetusta kokonaismatkasta. Mäkelän tutkimuksessa sykekeskiarvo oli keskimäärin 171 ± 10 lyöntiä minuutissa, kun se tässä tutkimuksessa oli 160 ± 2 lyöntiä minuutissa (2min) ja 160 ± 4 lyöntiä minuutissa (3min). Tämä ero voi osaltaan selittää eroa liikutussa kokonaismatkassa.

Kuormitusajan pidetessä minuutista ja kahdesta minuutista kolmeen minuuttiin päästiin lähemmäksi varsinaisessa ottelukuormituksessa esiintyvää intensiteettijakaumaa ajan suhteen, eli paikallaan olon, kävelyn ja hölkän yhteenlaskettu suhteellinen osuus suureni ja juoksun ja spurttien osuus väheni (Bangsbo ym. 1991a). Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että pelin tempo rauhoittuu kolmen minuutin kuormitusjaksossa ja siten intensiivisen liikkumisen osuus vähenee. Tätä oletusta tukevat samansuuruiset sykekeskiarvot kahden ja kolmen minuutin työjaksoissa sekä tilastollisesti merkitsevästi pidempi kävelymatka kolmen minuutin työjaksossa (t-testi, $p \leq ,05$). Kahden minuutin työjakson korkeampi keskiarvoinen veren laktaattipitoisuus kertoo myös osaltaan pelin tempon laskusta kolmen minuutin työjaksossa, vaikka ero ei olekaan tilastollisesti merkitsevä (taulukko 16 s. 47).

Kahden minuutin työjaksossa liikuttiin suhteellisesti pisin matka (m/s). Minuutin ja kahden minuutin välinen ero selittyi ainakin osaksi tilastollisesti merkitsevästi alhaisempien sykekeskiarvon ja keskiarvoisen laktaatin perusteella (t-testi, $p \leq ,05$). Kahden ja kolmen minuutin välinen ero suhteellisesti kuljetussa matkassa johtuu todennäköisesti jo edellä mainitun intensiivisen liikkumisen suhteellisesta vähenemisestä kolmen minuutin työjaksossa. Siten käytetyssä ajassa ehditään liikkumaan suhteellisesti pidempi matka. Juosten ja pyrähtäen kuljettu matka kahdessa minuutissa oli 111 m (peli A) ja 105 m (peli B) ja kolmessa minuutissa 111 m (peli A) ja 118 m (peli B).

Pelaajat käyttivät tilastollisesti merkitsevästi ($p \leq ,05$) enemmän aikaa kävelyyn pelissä B kuin pelissä A sekä kahden että kolmen minuutin työjaksoissa. Pelaajat kävelivät pidemmän matkan pelissä B kuin pelissä A kolmen minuutin työjaksossa ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p \leq ,05$). Tulos on yllättävä, sillä oletuksena on, että pallottomat pelaajat joutuvat liikkumaan enemmän löytääkseen vapaan paikan rajoitetuilla pallokosketuksilla. Liikkuminen tapahtuu todennäköisesti silloin jollain muulla tavalla kuin kävelemällä. Myös puolustavan joukkueen pelaajat aktivoituvat joutuessaan seuraamaan vastustajan liikkeitä.

Tässä tutkimuksessa ei saatu yhteneviä todisteita rajoitettujen pallokosketusten kuormitusta lisäävästä vaikutuksesta myöskään liikkumisen osalta. Edellisen kappaleen muutoksien lisäksi pelien A ja B välillä kolmen minuutin työjaksossa pelissä B juosten ja pyrähtäen kuljetun matkan yhteenlaskettu suhteellinen osuus oli suurempi kuin pelissä A (41 % - 37 %) ja vastaavasti niihin käytetty suhteellinen aika oli pidempi pelissä B kuin pelissä A (23 % -19 %). Kahden minuutin työjaksossa pelien A ja B välillä ei ilmennyt vastaavanlaisia eroja.

Pelissä A pallo oli pelaajien hallussa keskimäärin $0,6 \pm 1s$ minuutin, $2,1 \pm 1s$ kahden minuutin ja $2,2 \pm 1s$ kolmen minuutin työjaksoissa. Pelissä B vastaavat luvut olivat $0,9 \pm 1s$ (2min) ja $1,9 \pm 0,6s$ (3min). Ne vastaisivat varsinaisessa ottelussa keskimäärin 1 % (1 min), 1,8 % ja 0,8 % (2 min) ja 1,1 % ja 1,2 % (3 min). Luhtasen (1996) mukaan pallo on yhden pelaajan hallussa noin 1-2 minuuttia eli noin kaksi prosenttia koko ottelua ajasta, joten tästä arvosta jäädään jonkin verran. Syynä lienevät pelaajien väliset

lyhyemmät välimatkat, pienentynyt tila ja vähentynyt aika. Nämä tekijät aiheuttavat sen, että pelaajat joutuvat laittamaan pallon liikkeelle nopeammin lisääntyneen häirinnän ja lisääntyneen pallon menetysmahdollisuuden takia. Kahteen rajoitetuilla pallokosketuksilla pallon hallussapidon väheneminen verrattuna ottelusta saatuihin arvoihin oli odotettavissa, sillä pelaajien hallussapitomahdollisuus oli rajoitettu. Vapailla pallokosketuksilla olettaisi, että pallo olisi ollut keskimäärin pidemmän aikaa pelaajien halussa. Tämä oletamus perustuu pienempään pelaajien määrään kentällä ja pienempään pelialueeseen ja siten kullakin pelaajalla pitäisi olla enemmän pallokosketuksia kuin normaalissa ottelussa. Pelaajat pelasivatkin silmämääräisesti enemmän yhdellä ja kahdella kosketuksella myös vapailla pallokosketuksilla pelatuissa kuormitusjaksoissa kuin normaalissa ottelussa yleensä, johtuen pienentyneestä tilasta ja siten vähentyneestä ajasta.

8.4 Pelimuotojen vertailu

Ottelukuormituksen 1. ja 2. puoliajan keskiarvosykkeet ja koko ottelun keskiarvosyke olivat tilastollisesti merkitsevästi korkeampia kuin minuutin ja kahden minuutin työjaksojen keskiarvosykkeet ($p \leq ,05$). Myös ottelukuormituksen viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeet olivat tilastollisesti merkitsevästi korkeammat kuin minuutin työjakson viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeet sekä kahden minuutin ja ensimmäisen puoliajan viimeisten kolmannesten keskiarvosykkeiden ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p \leq ,05$). Koko ottelun keskiarvoinen veren laktaattipitoisuus oli tilastollisesti merkitsevästi korkeampi kuin minuutin työjakson keskiarvoinen veren laktaattipitoisuus ($p \leq ,05$). Kolmen minuutin ja ottelukuormituksen arvojen välillä sykkeiden ja laktaatin osalta ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Sykekeskiarvojen ja keskiarvoisten veren laktaattipitoisuuksien perusteella ottelukuormitus oli kovempi kuormitus kuin pienpelikuormitus ainakin minuutin työjakson osalta. Tämä johtuu todennäköisesti jo aikaisemmin mainitusta epäedullisesta työ/palautus –suhteesta minuutin työjaksossa: suhteessa liian pitkän palautuksen takia fysiologisten muuttujien arvot jäävät alhaisiksi.

Kahden ja kolmen minuutin työjaksojen viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeet olivat ottelukuormituksen vastaavia arvoja korkeammat (8 yksikköä (2 min) ja 6

yksikköä (3 min)), joten niiden perusteella päästiin ottelukuormitusta korkeammalle tasolle. Veren laktaattipitoisuudet jäivät kuitenkin pienpelissä alhaisemmiksi. Luonnollinen selitys tähän voisi olla, että ottelussa pelaajien yritys on kovempaa kuin simuloitussa pienpelikuormituksessa ja ottelussa tulee enemmän taklauksia ja kaksinkamppailuja. Nämä tekijät vaikuttavat varmasti osaltaan anaerobisen energiantuoton lisääntymiseen ja siten veren laktaattipitoisuuden lisääntymiseen. Ottelukuormitus tehtiin ulkona ja pienpelikuormitus sisällä hallissa, joissa olosuhteet ja pelialusta eivät olleet samanlaiset. Näillä tekijöillä saattaa olla oma osuutensa pelimuotojen välisten erojen osalta. Hiekkakenttä on pehmeämpi ja pettävämpi kuin tekonurmialusta, jonka vuoksi pelaaja joutuu tekemään enemmän työtä päästäkseen liikkeelle, kääntyäkseen jne. Toiseksi ulkona tuuli ja ilmavirtaukset saattavat vaikuttaa liikkumista vaikeuttavasti. Toisaalta hallin lämpimämpi ilma saattaa vaikuttaa sykettä nostavasti, vaikkakin lämpötilaero oli melko pieni. Näiden tekijöiden yhteissumma ei selittäne fysiologisten muuttujien välisiä eroja eri pelimuotojen välillä.

Jokaisen kuormitusjakson jälkeen oli suhteellisen pitkä palautustauko pienpelissä, jonka aikana pelaajat palautuivat edellisestä kuormituksesta. Täten edellisen kuormitus ei vaikuttanut seuraviin kuormitusjaksoihin samalla tavalla kuin, jos palautumisaika ei olisi ollut niin pitkä. Tällaista mahdollisuutta ei pelaajilla ollut ottelukuormituksessa. Toisaalta tiheämmällä näytteenottovälillä ottelukuormituksessa olisi tulosten suunta saattanut kääntyä suuntaan tai toiseen. Myös pelaajien liikkumista analysoimalla olisi saatu parempi kuva ottelukuormituksen luonteesta ja näytettä edeltävän liikkumisen intensiteetistä. Näiden tekijöiden ja keskiarvoisen veren laktaattipitoisuuden korkeiden variaatiokertoimen perusteella laktaatti ei ole kovin yhtenäinen ja luotettava fysiologisen kuormittumisen mittari tässä tutkimuksessa.

Viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeiden perusteella voidaan kuitenkin sanoa melko luotettavasti, että pienpeleillä päästään korkeammalle kuormituksen tasolle kuin ottelukuormituksessa. Viimeisen kolmanneksen keskiarvosyke on lisäksi yhtenäinen fysiologisen kuormittuneisuuden mittari variaatiokertoimen vaihdellessa välillä 2,4 – 5,9 %.

8.5 Yhteenveto

- 3 v 3 –pienpelillä saadaan ottelutilannetta vastaava kuormitus yli kaksi minuuttia pitkillä työjaksoilla viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeiden perusteella.
- Kaikilla eripituisilla kuormitusjaksoilla päästiin ainakin säilyttävälle aerobisen harjoittelun tasolle keskiarvosykkeiden ja viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeiden perusteella.
- Viimeisen kolmanneksen sykekeskiarvojen perusteella kahden ja kolmen minuutin työjaksoissa vapailla pallokosketuksilla päästiin hyvin lähelle aerobisen kehittävän harjoittelun tasoa (suhteellinen taso 87,4-87,9 %, Bangsbo 1994b).
- Minuutin pituinen kuormitusjakso ei riittänyt tässä tutkimuksessa nostamaan sykettä ja veren laktaattipitoisuutta riittävän korkealle. Yhtenä syynä oli todennäköisesti liian pitkät palautustauot.
- Kuormituksen sykevasteet olivat tässä tutkimuksessa yhtenäisiä ryhmän sisällä (variaatiokerroin alle 6 %). Laktaattiarvoissa oli suuret yksilölliset vaihtelut (13,9-33,9 %).
- Pelaajien liikkuminen 3 v 3 –pelissä intensiivisempää kuin varsinaisessa ottelussa, sillä juoksun ja spurttien suhteellinen osuus kokonaismatkasta on suurempi 3 v 3 –pelissä aikaisempien tutkimusten perusteella. Intensiivisen liikkumisen osuus pieneni ja kävelyn ja hölkän osuus suureni kuormitusajan pidetessä 3 v 3 –pelissä.
- Vapailla ja kahteen rajoitetuilla pallokosketuksilla pelattujen pienpelien fysiologisessa kuormittavuudessa ei ollut eroja keskiarvosykkeiden, keskiarvoisen veren laktaattipitoisuuden ja liikkumisen perusteella. Pallokosketuksia vähentämällä on mahdollista lisätä pelin tempoa ja siten sen kuormittavuutta, mutta se asettaa pelaajien taitotasolle vaatimuksia.
- Optimaalisen työ / palautus –suhteen määrittämisessä ei onnistuttu tässä tutkimuksessa, sillä verinäytteitä pienpelin tauoilla oli ottamassa vain yksi henkilö, ja siten palautustauoista tuli liian pitkiä.

8.6 Johtopäätökset

1. 3v3 –pienpelin kuormittavuus keskiarvosykkeiden ja veren laktaattipitoisuuksien perusteella oli alhaisempi kuin ottelukuormituksen. Viimeisten kolmannesten keskiarvosykkeiden perusteella kahden ja kolmen minuutin työjaksoissa pienpelikuormitus oli kuormittavampi kuin ottelukuormitus. Tutkimuksen tulokset eivät siis tukeneet täysin hypoteesiä 1.
2. Viimeisen kolmanneksen keskiarvosykkeiden perusteella 3v3 –pienpelillä saatiin ottelutilannetta vastaava kuormitustaso, ja se on siten sopiva harjoitusmuoto ainakin pelinomaisten kestävyysominaisuuksien ylläpitämiseksi. Tässä tutkimuksessa kestävyysominaisuuksia kehittävä tasolle ei päästy kuin ajoittain. Hypoteesi 2 toteutui.
3. Yli kahden minuutin pituisilla kuormitusjaksoilla saatiin aikaan ottelutilannetta vastaava kuormitustaso. Optimaalista työ-/palautussuhdetta ei tässä tutkimuksessa onnistuttu määrittämään suhteessa liian pitkien palautuksien vuoksi, mutta kuormitusaikaa pidemmät palautustauot olivat ainakin liian pitkiä 3v3 –pienpelissä. Kahta minuuttia pidemmissä työjaksoissa myös kuormitusaikaa vastaava palautusaika oli liian pitkä, jotta pelinomaisia kestävyysominaisuuksia pystyttäisiin kehittämään. Hypoteesi 3 toteutui.
4. 3v3 –pienpeli kahteen rajoitetuilla pallokosketuksilla ei ollut fysiologisesti kuormittavampaa kuin vapailla pallokosketuksilla, joten hypoteesi 4 ei toteutunut.

LÄHTEET

- Apor, P. 1988. Successful formulae for fitness training. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) Science and Football. 95-107. Lontoo: E. & F.N. Spon.
- Balsom, P., Seger, J., Sjödin, B. ja Ekblom, B. 1992. Physiological responses to Maximal intensity intermittent exercise. European Journal of Applied Physiology 65: 144-149.
- Balsom, P. 1994. Evaluation of physical performance. Teoksessa Ekblom, B. (toim.) Handbook of sports medicine and science. Football (soccer). 102-123. Glasgow: IOC/Blackwell.
- Balsom, B. 1998. Kunnon Jalkapallokirja. Suomen Palloliitto.
- Bangsbo, J. ja Mizuno, M. 1988. Morphological and metabolic alterations in soccer players with detraining and retraining and their relation to performance. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) Science and Football. London and New York: E. & F. N. Spon.
- Bangsbo, J., Norregaard, L. ja Thorso, F. 1991a. Activity profile of competition soccer. Canadian Journal of Sport Sciences 16: 110-116.
- Bangsbo, J., Johansen, L. ja Saltin, B. 1991b. The effect of severe exercise on Fatigue and anaerobic energy production during subsequent intense exercise – The Importance of active recovery. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) Science and Football II. Lontoo: E. & F. N.
- Bangsbo, J. ja Lindqvist, F. 1991c. Comparison of Various Exercise Tests with Endurance Performance during Soccer in Professional Players. International Journal of Sports Medicine 13: 125-132.

- Bangsbo, J. 1994a. Energy demands in competitive soccer. *Journal of Sport Sciences* 12: 5-12.
- Bangsbo, J. 1994b. Fitness training in football; A scientific approach. HO+Storm, Bagsvaerd.
- Bangsbo, J. 1994c. Physical conditioning. Teoksessa Ekblom, B. (toim.) *Handbook of sports medicine and science. Football (soccer)*. 124-138. Glasgow: IOC/Blackwell.
- Bangsbo, J. 1994d. Physiological demands. Teoksessa Ekblom, B. (toim.) *Handbook of sports medicine and science. Football (soccer)*. 102-123. Glasgow: IOC/Blackwell.
- Bangsbo, J. 1994e. The physiology of soccer – with special reference to Intense intermittent exercise (väitöskirja). Kööpenhamina: HO+Storm.
- Bunc, V., Leso, J., Spyranova, S. ja Zdanowicz, R. 1987. Ventilatory Threshold In various groups of highly trained athletes. *International Journal of Sports Medicine* 8: 275-280.
- De Proft, E., Capri, J., Dufour, W ja Clarys, J.P. 1988. Strength training and kick performance in soccer players. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) *Science and Football* 108-113. Lontoo: E. & F.N. Spon.
- Ekblom, B. 1986. Applied physiology of soccer. *Sports Medicine* 3: 50-60.
- Faina, M., Gallozzi, G., Lupo, S., Colli, R., Sassi, R. ja Marini, C. 1988. Definition of physiological profile of the soccer player. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) *Science and Football*. London: E. & F. N. Spon.
- Garganta, J., Maia, J., Silva, R. ja Natal, A. 1988. A comparative study of explosive leg strength in elite and non-elite young soccer players. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) *Science and Football*. Lontoo: E. & F. N. Spon.

- Gerisch, G., Rutemöller, E. ja Weber, K. 1988. Sportsmedical measurements of Performance in soccer. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) Science and Football. 60-67. Lontoo: E. & F. N. Spon.
- Karlsson, H.G. 1969. Kolhydratomsartning under fotbollmatch. Report Department of Physiology III, reference 6, Karolinska Institut, Stocholm.
- Kuzon, W.M., Rosenblatt, J.D., Huebel, S.C., Leatt, P., Plyley, M.J., Mckee, N.H. Jacobs, I. 1990. Skeletal Muscle Fiber Type, Fiber Size, and Capillary Supply in Elite Soccer Players. International Journal of Sports Medicine 11: 99-101.
- Leatt, P., Shephard, R. ja Plyley, J. 1987. Spesific muscular development In under-18 soccer players. Journal of Sport Sciences 5: 165-175.
- Liitsola, S. 1985. Jalkapallo. Viitasalo, Raninen, Liitsola, Finntrainer Oy Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 236.
- Luhtanen, P. ja Miettinen, P. 1987. Jalkapallovalmentajan käsikirja I Suomen Palloliitto, Hangon Kirjapaino Oy.
- Luhtanen, P. 1996. Jalkapallovalmennus. Suomen Palloliitto ja KiHu. Forssan Kirjapaino Oy.
- MacLaren, D., Davids, K., Isokawa, M., Mellor, S. ja Reilly, T. 1988. Physiological Strain in 4-a-side soccer. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) Science and Football. 76-80. Lontoo: E. & F.N. Spon.
- Miettinen, P. 1990. Jalkapallo. A. Mero, T. Vuorimaa, K. Häkkinen (toim.) Lasten ja nuorten harjoittelu. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Mäkelä, I. 1999. Pienpeliharjoitteiden fyysinen kuormittavuus jalkapallossa. Seminaarityö, kandidaatin tutkielma. Jyväskylän yliopisto: Liikuntabiologian laitos.

- Mäkelä, I. 2000. Jalkapallon pienpelien fysiologinen kuormittavuus. Pro gradu-tutkielma. Jyväskylän yliopisto: Liikuntabiologian laitos.
- Nevanlinna, J. 1999. Nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuden muutokset jalkapallo-ottelussa. Seminaarityö, kandidaatin tutkielma. Jyväskylän yliopisto: Liikuntabiologian laitos.
- Ogushi, T., Ohashi, J., Nagahama, H., Isokawa, M. ja Suzuki, S. 1991. Work Intensity during Soccer Match-Play. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) Science and Football II. Lontoo: E. & F. N. Spon.
- Ohashi, J., Togari, H., Isokawa, M. ja Suzuki, S. 1988. Measuring movement speeds And distances covered during soccer match-play. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) Science and Football. Lontoo: E. & F.N. Spon.
- Ohashi, J., Isokawa, M., Nagahama, H. ja Ogushi, T. 1991. The ratio of physiological Intensity of movements during soccer match-play. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) Science and Football II. Lontoo: E. & F. N. Spon.
- Reilly, T. ja Thomas, V. 1976. Motion analysis of work-rate in different positional roles In professional football match-play. Journal of Human Movement Studies 2: 87-97.
- Reilly, T. ja Ball, D. 1984. The net physiologigal cost of dribbling a soccer ball. Research Quarterly for Exercise and Sport 55: 267-271.
- Reilly, T. 1990. Football. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) Physiology of Sports. E. & F.N. Spon; London & New York.
- Rohde, C.R. ja Espersen, T. 1988. Work intensity during soccer training and match- play. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) Science and Football. Lontoo: E. & F.N. Spon.

- Saltin, B. 1973. Metabolic fundamentals in exercise. *Medical Science of Sports* 5: 137- 146.
- Smith, M., Clarke, G., Hale, T. ja McMorris, T. 1988. Blood lactate levels in college soccer players during match-play. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) *Science and Football*. Lontoo: E. & F. N. Spon.
- Spriet, L.L. 1995. Anaerobic metabolism during high-intensity exercise. Teoksessa Hargreaves, M. (toim.) *Exercise Metabolism*. USA: Human Kinetics.
- Taiana, F., Grehaigne, J. ja Cometti, G. 1991. The influence of maximal strenght training of lower limbs of soccer players on their physical and kick performances. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) *Science and Football II*. London and New York: E. & F. N. Spon.
- Tumilty, D. 1991. The relationship between physiological characteristics Of junior soccer players and performance in a game simulation. Teoksessa Reilly, T.ym.(toim.) *Science and Football II*. London and New York: E. & F. N. Spon.
- Tumilty, D. 1993. *Physiological Characteristics of Elite Soccer Players*. *Sports Medicine* 16: 80-96.
- Van Fraechem, J.P.H. ja Tomas, M. 1991. Maximal aerobic power and ventilatory threshold of a top level soccer team. Teoksessa Reilly, T. ym.(toim.) *Science and Football II*. London and New York: E. & F. N. Spon.
- Van Gool, D., Van Gerven, D. ja Boutmans, J. 1988. The physiological load imposed on Soccer players during real match-play. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) *Science and Football*. Lontoo: E. & F. N. Spon.

Vilki, J. ja Miettinen P. Jalkapalloilijan fyysisen harjoittelun perusteet ja niiden soveltaminen nuorten harjoitteluun. Suomen Palloliitto, C-valmentajakurssi.

White, J.E., Emery, T.M., Kane, J.L., Groves, R. ja Risman, A.B. 1988. Pre-season Fitness profiles of professional soccer players. Teoksessa Reilly, T. ym. (toim.) Science and Football. Lontoo: E. & F. N. Spon.

Winkler, W. 1991. Computer-controlled assessment and video-technology for the diagnosis of a player's performance in soccer training. Teoksessa Reilly, T. ym.(toim.) Science and Football II. London and New York: E. & F. N. Spon.

Liite 1.

Veren laktaattiarvot pienpeleissä 3, 2 ja 1 minuutin työjaksoissa. Pelit A ja B vuorottelevat.

	Minimi	Maksimi	Ka	Sd
LEPOLA	1,5	2,9	2,1	0,6
LA31A	4,5	6,8	5,9	0,9
LA32B	1,2	6,0	3,9	2,3
LA33A	1,5	5,3	3,2	1,8
LA34B	0,6	9,3	4,0	3,7
LA21A	3,8	10,2	6,0	2,9
LA22B	3,0	7,8	4,4	2,3
LA23A	1,6	6,1	4,0	1,8
LA24B	3,7	7,2	5,2	1,5
LA11A	2,4	8,2	4,3	2,6
LA12B	2,6	6,1	3,6	1,7
LA13A	1,7	4,1	2,9	1,0
LA14B	1,9	6,5	3,6	2,1

Liite 2

Laktaattiarvojen t-testien arvot ja niiden tilastolliset merkitsevyydet.

Laktaattinäytteet	Mean	Std. Deviation	t	Sig (2-tailed)
LEPOLAKT - LAKT31	-3,800	1,2910	-5,887	,010
LEPOLAKT - LAKT32	-,900	2,8213	-,553	,636
LEPOLAKT - LAKT33	-1,150	1,9157	-1,201	,316
LEPOLAKT - LAKT34	-1,975	3,9517	-1,000	,391
LAKT31 - LAKT32	2,400	2,3580	1,763	,220
LAKT31 - LAKT33	2,650	1,0344	5,124	,014
LAKT31 - LAKT34	1,825	3,2531	1,122	,344
LAKT32 - LAKT33	,633	3,1880	,344	,764
LAKT32 - LAKT34	,867	3,6474	,412	,721
LAKT33 - LAKT34	-,825	2,4005	-,687	,541
LEPOLAKT - LAKT21	-3,900	3,3536	-2,326	,103
LEPOLAKT - LAKT22	-2,375	2,6323	-1,804	,169
LEPOLAKT - LAKT23	-1,975	1,9363	-2,040	,134
LEPOLAKT - LAKT24	-3,125	1,8228	-3,429	,042
LAKT21 - LAKT22	1,525	,9777	3,120	,052
LAKT21 - LAKT23	1,925	1,9517	1,973	,143
LAKT21 - LAKT24	,775	1,9568	,792	,486
LAKT22 - LAKT23	,400	1,3392	,597	,592
LAKT22 - LAKT24	-,750	1,0630	-1,411	,253
LAKT23 - LAKT24	-1,150	1,4341	-1,604	,207
LEPOLAKT - LAKT11	-2,275	3,0215	-1,506	,229
LEPOLAKT - LAKT12	-1,550	2,1205	-1,462	,240
LEPOLAKT - LAKT13	-,850	,5066	-3,356	,044
LEPOLAKT - LAKT14	-1,500	1,6872	-1,778	,173
LAKT11 - LAKT12	,725	1,0210	1,420	,251
LAKT11 - LAKT13	1,425	3,4942	,816	,474
LAKT11 - LAKT14	,775	4,2750	,363	,741
LAKT12 - LAKT13	,700	2,5626	,546	,623
LAKT12 - LAKT14	,050	3,3985	,029	,978
LAKT13 - LAKT14	-,650	1,3404	-,970	,404
LEPOLAK2 - LAKT1PA	-3,467	1,7840	-4,760	,005
LEPOLAK2 - LAKT2PA	-3,760	2,1686	-3,877	,018
LAKT1PA - LAKT2PA	-,380	3,6314	-,234	,826

*p ≤ ,05

Liite 3

Pienpelien keskiarvosyökkeiden t-testien arvot ja niiden tilastolliset merkitsevyydet.

Jaksosyökkeet	Mean	Std. Deviation	t	Sig (2-tailed)
HRA3 - HRA32	-11,83	4,834	-5,996	,002
HRA3 - HRB3	-6,00	4,290	-3,426	,019
HRA3 - HRB32	-9,67	3,445	-6,874	,001
HRA32 - HRB3	5,83	4,834	2,956	,032
HRA32 - HRB32	2,17	5,345	,993	,366
HRB3 - HRB32	-3,67	3,983	-2,255	,074
HRA2 - HRA22	-4,33	4,967	-2,137	,086
HRA2 - HRB2	1,50	4,087	,899	,410
HRA2 - HRB22	,33	4,274	,191	,856
HRA22 - HRB2	5,83	2,927	4,882	,005
HRA22 - HRB22	4,67	5,888	1,941	,110
HRB2 - HRB22	-1,17	5,115	-,559	,600
HRA1 - HRA12	-3,83	7,679	-1,223	,276
HRA1 - HRB1	-3,00	4,561	-1,611	,168
HRA1 - HRB12	-7,33	7,737	-2,322	,068
HRA12 - HRB1	,83	7,387	,276	,793
HRA12 - HRB12	-3,50	8,456	-1,014	,357
HRB1 - HRB12	-4,33	8,238	-1,288	,254

Viimeisen kolmanneksen keskiarvosyökkeet	Mean	Std. Deviation	t	Sig (2-tailed)
HRA3VIIM - HRA32VII	-8,50	6,380	-3,264	,022
HRA3VIIM - HRB3VIIM	-5,17	2,563	-4,939	,004
HRA3VIIM - HRB32VII	-6,50	4,889	-3,257	,023
HRA32VII - HRB3VIIM	3,33	5,750	1,420	,215
HRA32VII - HRB32VII	2,00	8,967	,546	,608
HRB3VIIM - HRB32VII	-1,33	5,750	-,568	,595
HRA2VIIM - HRA22VII	-1,33	2,251	-1,451	,206
HRA2VIIM - HRB2VIIM	3,00	3,847	1,910	,114
HRA2VIIM - HRB22VII	2,33	3,830	1,492	,196
HRA22VII - HRB2VIIM	4,33	4,844	2,191	,080
HRA22VII - HRB22VII	3,67	3,830	2,345	,066
HRB2VIIM - HRB22VII	-,67	4,502	-,363	,732
HRA1VIIM - HRA12VII	2,67	6,282	1,040	,346
HRA1VIIM - HRB1VIIM	-2,00	6,870	-,713	,508
HRA1VIIM - HRB12VII	-,50	8,216	-,149	,887
HRA12VII - HRB1VIIM	-4,67	4,546	-2,514	,054
HRA12VII - HRB12VII	-3,17	7,468	-1,039	,347
HRB1VIIM - HRB12VII	1,50	4,970	,739	,493
HR1PA - HR2PA	1,83	6,616	,679	,527
HR1PAVII - HR2PAVII	3,6667	4,50185	1,995	,103

*p ≤ ,05

Liite 4

Liikkumisen t-testien arvot ja niiden tilastolliset merkitsevyydet ($p \leq ,05$).

Liikkuminen (aika (s)) Peli A	Mean	Std. Deviation	t	Sig (2-tailed)
PAIK1S - PAIK2AS	-4,33	2,422	-4,382	,007
KÄVELY1S - KÄVEL2AS	-9,50	5,648	-4,120	,009
HÖLKKÄ1S - HÖLK2AS	-29,67	13,837	-5,252	,003
JUOKSU1S - JUOKS2AS	-18,33	13,909	-3,229	,023
SPURTT1S - SPURT2AS	-3,17	4,916	-1,578	,175
PAIK1S - PAIK3AS	-14,83	7,139	-5,089	,004
KÄVELY1S - KÄVEL3AS	-34,17	13,819	-6,056	,002
HÖLKKÄ1S - HÖLK3AS	-53,17	24,887	-5,233	,003
JUOKSU1S - JUOKS3AS	-15,67	12,469	-3,078	,028
SPURTT1S - SPURT3AS	-2,50	5,891	-1,040	,346
PAIK2AS - PAIK3AS	-10,50	5,891	-4,366	,007
KÄVEL2AS - KÄVEL3AS	-24,67	11,147	-5,420	,003
HÖLK2AS - HÖLK3AS	-23,50	18,716	-3,076	,028
JUOKS2AS - JUOKS3AS	2,67	15,227	,429	,686
SPURT2AS - SPURT3AS	,67	6,377	,256	,808

Liikkuminen (aika (s)) Pelit A ja B	Mean	Std. Deviation	t	Sig (2-tailed)
PAIK2AS - PAIK2BS	-,17	5,307	-,077	,942
KÄVEL2AS - KÄVEL2BS	-7,67	3,670	-5,117	,004
HÖLK2AS - HÖLK2BS	1,33	8,779	,372	,725
JUOKS2AS - JUOKS2BS	5,50	11,149	1,208	,281
SPURT2AS - SPURTBKS	1,00	2,449	1,000	,363
PAIK3AS - PAIK3BS	5,33	7,174	1,821	,128
KÄVEL3AS - KÄVEL3BS	-15,17	9,196	-4,040	,010
HÖLK3AS - HÖLK3BS	16,17	18,798	2,107	,089
JUOKS3AS - JUOKS3BS	-4,00	9,612	-1,019	,355
SPURT3AS - SPURT3BS	-3,00	5,060	-1,452	,206

Liikkuminen (matka (m)) Peli A	Mean	Std. Deviation	t	Sig (2-tailed)
KÄVELY1M - KÄVEL2AM	-12,83	7,223	-4,352	,007
HÖLKKÄ1M - HÖLK2AM	-56,16	32,40628	-4,245	,008
JUOKSU1M - JUOKS2AM	-52,67	40,781	-3,163	,025
SPURTT1M - SPURT2AM	-10,33	20,925	-1,210	,280
KÄVELY1M - KÄVEL3AM	-43,67	19,826	-5,395	,003
HÖLKKÄ1M - HÖLK3AM	-95,67	47,243	-4,960	,004
JUOKSU1M - JUOKS3AM	-52,50	26,372	-4,876	,005
SPURTT1M - SPURT3AM	-10,17	23,575	-1,056	,339
KÄVEL2AM - KÄVEL3AM	-30,83	14,470	-5,220	,003
HÖLK2AM - HÖLK3AM	-39,50	39,95372	-2,422	,060
JUOKS2AM - JUOKS3AM	,17	37,828	,011	,992

Liikkuminen (matka (m))	Mean	Std. Deviation	t	Sig (2-tailed)
Pelit A ja B				
KÄVEL2BM - KÄVEL3BM	-33,17	8,085	-10,048	,000
HÖLK2BM - HÖLK3BM	-8,33	11,201	-1,822	,128
JUOKS2BM - JUOKS3BM	-11,50	22,134	-1,273	,259
SPURT2BM - SPURT3BM	-10,50	19,212	-1,339	,238
KÄVEL2AM - KÄVEL2BM	-7,83	8,183	-2,345	,066
HÖLK2AM - HÖLK2BM	,8333	18,06008	,113	,914
JUOKS2AM - JUOKS2BM	15,50	31,437	1,208	,281
SPURT2AM - SPURT2BM	-,17	16,192	-,025	,981
KÄVEL3AM - KÄVEL3BM	-10,17	9,109	-2,734	,041
HÖLK3AM - HÖLK3BM	32,00	32,601	2,404	,061
JUOKS3AM - JUOKS3BM	3,83	27,917	,336	,750
SPURT3AM - SPURT3BM	-10,83	20,663	-1,284	,255

Liite 5

Pienpelien ja ottelukuormituksen laktaattiarvojen ja keskiarvosykkeiden t-testien arvot ja niiden tilastolliset merkitsevyydet.

Laktaattiarvot	Mean	Std. Deviation	t	Sig (2-tailed)
LEPOLA2 - LEPOLA	,4750	,71356	1,331	,275
LA3MIN - LA1PA	-1,9750	2,73420	-1,445	,244
LA3MIN - LA2PA	-1,9750	3,36390	-1,174	,325
LA3MIN - LAYHT2	-2,0000	2,27303	-1,760	,177
LA2MIN - LA1PA	-1,3250	2,33862	-1,133	,340
LA2MIN - LA2PA	-1,3250	3,20143	-,828	,469
LA2MIN - LAYHT2	-1,3500	1,90526	-1,417	,251
LA1MIN - LA1PA	-2,6250	2,31283	-2,270	,108
LA1MIN - LA2PA	-2,6250	2,93754	-1,787	,172
LA1MIN - LAYHT2	-2,6500	1,66833	-3,177	,050

Keskiarvosykkeet	Mean	Std. Deviation	t	Sig (2-tailed)
HR3MIN - HR1PA	-6,5000	6,45497	-2,014	,137
HR3MIN - HR2PA	-7,5000	5,68624	-2,638	,078
HR3MIN - HRYHT	-7,0000	6,32456	-2,214	,114
HR2MIN - HR1PA	-6,0000	3,55903	-3,372	,043
HR2MIN - HR2PA	-7,0000	4,08248	-3,429	,042
HR2MIN - HRYHT	-6,5000	3,78594	-3,434	,041
HR1MIN - HR1PA	-19,750	3,94757	-10,006	,002
HR1MIN - HR2PA	-20,750	2,62996	-15,780	,001
HR1MIN - HRYHT	-20,250	3,59398	-11,269	,001
HR3MINV - HR1PAV	,7500	9,91211	,151	,889
HR3MINV - HR2PAV	4,2500	14,45395	,588	,598
HR3MINV - HRYHTV	3,0000	12,72792	,471	,670
HR2MINV - HR1PAV	4,0000	8,44591	,947	,413
HR2MINV - HR2PAV	7,5000	13,02562	1,152	,333
HR2MINV - HRYHTV	6,2500	11,23610	1,112	,347
HR1MINV - HR1PAV	-9,7500	9,67385	-2,016	,137
HR1MINV - HR2PAV	-6,2500	14,36141	-,870	,448
HR1MINV - HRYHTV	-7,5000	12,76715	-1,175	,325

*p ≤ ,05

Liite 6. Pienpelien laktaattiarvojen välisiä korrelaatioita.

	LEPOLAKI	LAKT31	LAKT32	LAKT33	LAKT34	LAKT21	LAKT22	LAKT23	LAKT24
LAPOLAKI	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	1 ,238 4	-,982 ,018 4	-,055 ,945 4	-,288 ,712 4	-,630 ,370 4	-,476 ,524 4	,035 ,965 4	-,367 ,633 4
LAKT31	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	1 ,762 4	,411 ,589 4	,872 ,128 4	,577 ,423 4	,464 ,536 4	,660 ,340 4	,310 ,690 4	,898 ,102 4
LAKT32	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,411 ,589 4	1 ,018 4	,195 ,805 4	,343 ,657 4	,647 ,353 4	,540 ,460 4	-,016 ,984 4	,495 ,505 4
LAKT33	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,872 ,128 4	,195 ,805 4	1 ,055 4	,851 ,149 4	,648 ,352 4	,837 ,163 4	,725 ,275 4	,949 ,051 4
LAKT34	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,577 ,423 4	,343 ,657 4	,851 ,149 4	1 ,055 4	,917 ,083 4	,974 ,026 4	,918 ,082 4	,873 ,127 4
LAKT21	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,464 ,536 4	,647 ,353 4	,648 ,352 4	,917 ,083 4	1 ,055 4	,959 ,041 4	,750 ,250 4	,792 ,208 4
LAKT22	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,660 ,340 4	,540 ,460 4	,837 ,163 4	,974 ,026 4	,959 ,041 4	1 ,055 4	,806 ,194 4	,922 ,078 4
LAKT23	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,310 ,690 4	-,016 ,984 4	,725 ,275 4	,918 ,082 4	,750 ,250 4	,806 ,194 4	1 ,055 4	,649 ,351 4
LAKT24	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,898 ,102 4	,495 ,505 4	,949 ,051 4	,873 ,127 4	,792 ,208 4	,922 ,078 4	,649 ,351 4	1 ,055 4

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

	LEPOLAKT	LAKT31	LAKT32	LAKT33	LAKT34	LAKT11	LAKT12	LAKT13	LAKT14
LAKT31	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	1 ,238 ,762 4	-,982 ,018 4	-,055 ,945 4	-,288 ,712 4	-,498 ,502 4	-,589 ,411 4	,885 ,115 4	,761 ,239 4
LAKT32	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,238 ,762 4	1 ,411 4	,872 ,128 4	,577 ,423 4	,490 ,510 4	,570 ,430 4	-,251 ,749 4	,230 ,770 4
LAKT33	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,982 ,018 4	1 ,411 4	,195 ,805 4	,343 ,657 4	,525 ,475 4	,629 ,371 4	-,857 ,143 4	-,648 ,352 4
LAKT34	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,055 ,945 4	-,982 ,018 4	1 ,195 4	,851 ,149 4	,726 ,274 4	,737 ,263 4	-,300 ,700 4	,105 ,895 4
LAKT11	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,288 ,712 4	-,343 ,657 4	,851 ,149 4	1 ,968 4	,032 ,944 4	,056 ,944 4	-,648 ,352 4	-,392 ,608 4
LAKT12	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,498 ,502 4	,525 ,475 4	,726 ,274 4	,968 ,032 4	1 ,989 4	,989 ,011 4	-,817 ,183 4	-,600 ,400 4
LAKT13	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,589 ,411 4	,629 ,371 4	,737 ,263 4	,944 ,056 4	,989 ,011 4	1 ,989 4	-,853 ,147 4	-,594 ,406 4
LAKT14	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,885 ,115 4	-,857 ,143 4	-,300 ,700 4	-,648 ,352 4	-,817 ,183 4	-,853 ,147 4	1 ,884 4	,884 ,116 4

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

	LEPOLAKT	LAKT21	LAKT22	LAKT23	LAKT24	LAKT11	LAKT12	LAKT13	LAKT14
LEPOLAKT	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	1 ,630 ,370 ,4	-,476 ,524 ,4	,035 ,965 ,4	-,367 ,633 ,4	-,498 ,502 ,4	-,589 ,411 ,4	,885 ,115 ,4	,761 ,239 ,4
LAKT21	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,630 ,370 ,4	1 ,959 ,041 ,4	,750 ,250 ,4	,792 ,208 ,4	,987 ,013 ,4	,992 ,008 ,4	-,898 ,102 ,4	-,690 ,310 ,4
LAKT22	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,476 ,524 ,4	-,959 ,041 ,4	,806 ,194 ,4	,922 ,078 ,4	,978 ,022 ,4	,986 ,014 ,4	-,758 ,242 ,4	-,456 ,544 ,4
LAKT23	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,035 ,965 ,4	1 ,806 ,194 ,4	1 ,649 ,351 ,4	,649 ,351 ,4	,843 ,157 ,4	,763 ,237 ,4	-,420 ,580 ,4	-,299 ,701 ,4
LAKT24	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,367 ,633 ,4	-,524 ,476 ,4	,649 ,351 ,4	1 ,822 ,178 ,4	,822 ,178 ,4	,863 ,137 ,4	-,550 ,450 ,4	-,128 ,872 ,4
LAKT11	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,498 ,502 ,4	-,978 ,022 ,4	,843 ,157 ,4	,822 ,178 ,4	1 ,989 ,011 ,4	,989 ,011 ,4	-,817 ,183 ,4	-,600 ,400 ,4
LAKT12	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,589 ,411 ,4	-,986 ,014 ,4	,763 ,237 ,4	,863 ,137 ,4	,989 ,011 ,4	1 ,989 ,011 ,4	-,853 ,147 ,4	-,594 ,406 ,4
LAKT13	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,885 ,115 ,4	-,758 ,242 ,4	-,420 ,580 ,4	-,550 ,450 ,4	-,817 ,183 ,4	-,853 ,147 ,4	1 ,989 ,011 ,4	,884 ,116 ,4
LAKT14	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,761 ,239 ,4	-,690 ,310 ,4	-,299 ,701 ,4	-,128 ,872 ,4	-,600 ,400 ,4	-,594 ,406 ,4	,884 ,116 ,4	1 ,989 ,011 ,4

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Liite 7 Liikkumisen eri intensiteettien väliset korrelaatiot ajan suhteen (peli A).

		PAIK1S	KÄVELY1S	HÖLKKÄ1S	JUOKSU1S	SPURTT1S
PAIK1S	Pearson Correlation	1	-,241	-,110	-,009	-,708
	Sig. (2-tailed)		,646	,836	,986	,116
	N	6	6	6	6	6
KÄVELY1S	Pearson Correlation	-,241	1	-,625	-,261	,827
	Sig. (2-tailed)	,646		,185	,618	,042
	N	6	6	6	6	6
HÖLKKÄ1S	Pearson Correlation	-,110	-,625	1	-,522	-,447
	Sig. (2-tailed)	,836	,185		,288	,375
	N	6	6	6	6	6
JUOKSU1S	Pearson Correlation	-,009	-,261	-,522	1	-,094
	Sig. (2-tailed)	,986	,618	,288		,859
	N	6	6	6	6	6
SPURTT1S	Pearson Correlation	-,708	,827	-,447	-,094	1
	Sig. (2-tailed)	,116	,042	,375	,859	
	N	6	6	6	6	6

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

		PAIK2VS	KÄVEL2VS	HÖLK2VS	JUOKS2VS	SPURT2VS
PAIK2VS	Pearson Correlation	1	-,268	-,189	-,379	,626
	Sig. (2-tailed)		,607	,720	,459	,184
	N	6	6	6	6	6
KÄVEL2VS	Pearson Correlation	-,268	1	-,685	,431	-,812
	Sig. (2-tailed)	,607		,133	,393	,050
	N	6	6	6	6	6
HÖLK2VS	Pearson Correlation	-,189	-,685	1	-,719	,626
	Sig. (2-tailed)	,720	,133		,107	,184
	N	6	6	6	6	6
JUOKS2VS	Pearson Correlation	-,379	,431	-,719	1	-,798
	Sig. (2-tailed)	,459	,393	,107		,057
	N	6	6	6	6	6
SPURT2VS	Pearson Correlation	,626	-,812	,626	-,798	1
	Sig. (2-tailed)	,184	,050	,184	,057	
	N	6	6	6	6	6

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

		PAIK3VS	KÄVEL3VS	HÖLK3VS	JUOKS3VS	SPURT3VS
PAIK3VS	Pearson Correlation	1	-,677	,095	-,314	,595
	Sig. (2-tailed)		,139	,857	,545	,213
	N	6	6	6	6	6
KÄVEL3VS	Pearson Correlation	-,677	1	-,665	,348	,122
	Sig. (2-tailed)	,139		,150	,499	,818
	N	6	6	6	6	6
HÖLK3VS	Pearson Correlation	,095	-,665	1	-,693	-,633
	Sig. (2-tailed)	,857	,150		,127	,178
	N	6	6	6	6	6
JUOKS3VS	Pearson Correlation	-,314	,348	-,693	1	,043
	Sig. (2-tailed)	,545	,499	,127		,935
	N	6	6	6	6	6
SPURT3VS	Pearson Correlation	,595	,122	-,633	,043	1
	Sig. (2-tailed)	,213	,818	,178	,935	
	N	6	6	6	6	6

Liite 8 Liikkumisen eri intensiteettien väliset korrelaatiot ajan suhteen (peli B).

		PAIK2KS	KÄVEL2KS	HÖLK2KS	JUOKS2KS	SPURT2KS
PAIK2KS	Pearson Correlation	1	-,166	-,137	-,281	,177
	Sig. (2-tailed)		,753	,796	,589	,738
	N	6	6	6	6	6
KÄVEL2KS	Pearson Correlation	-,166	1	-,685	-,243	-,162
	Sig. (2-tailed)	,753		,133	,643	,759
	N	6	6	6	6	6
HÖLK2KS	Pearson Correlation	-,137	-,685	1	-,265	,126
	Sig. (2-tailed)	,796	,133		,611	,812
	N	6	6	6	6	6
JUOKS2KS	Pearson Correlation	-,281	-,243	-,265	1	-,571
	Sig. (2-tailed)	,589	,643	,611		,237
	N	6	6	6	6	6
SPURT2KS	Pearson Correlation	,177	-,162	,126	-,571	1
	Sig. (2-tailed)	,738	,759	,812	,237	
	N	6	6	6	6	6

		PAIK3KS	KÄVEL3KS	HÖLK3KS	JUOKS3KS	SPURT3KS
PAIK3KS	Pearson Correlation	1	,231	-,382	-,507	,404
	Sig. (2-tailed)		,659	,455	,305	,426
	N	6	6	6	6	6
KÄVEL3KS	Pearson Correlation	,231	1	-,606	-,655	,472
	Sig. (2-tailed)	,659		,203	,158	,344
	N	6	6	6	6	6
HÖLK3KS	Pearson Correlation	-,382	-,606	1	,000	-,842
	Sig. (2-tailed)	,455	,203		,999	,035
	N	6	6	6	6	6
JUOKS3KS	Pearson Correlation	-,507	-,655	,000	1	-,091
	Sig. (2-tailed)	,305	,158	,999		,864
	N	6	6	6	6	6
SPURT3KS	Pearson Correlation	,404	,472	-,842	-,091	1
	Sig. (2-tailed)	,426	,344	,035	,864	
	N	6	6	6	6	6

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Liite 9 Liikkumisen eri intensiteettien väliset korrelaatiot matkan suhteen (peli A).

		KÄVELY1M	HÖLKKÄ1M	JUOKSU1M	SPURTT1M
KÄVELY1M	Pearson Correlation	1	-,460	-,137	,729
	Sig. (2-tailed)		,358	,795	,101
	N	6	6	6	6
HÖLKKÄ1M	Pearson Correlation	-,460	1	-,458	-,096
	Sig. (2-tailed)	,358		,361	,856
	N	6	6	6	6
JUOKSU1M	Pearson Correlation	-,137	-,458	1	-,159
	Sig. (2-tailed)	,795	,361		,763
	N	6	6	6	6
SPURTT1M	Pearson Correlation	,729	-,096	-,159	1
	Sig. (2-tailed)	,101	,856	,763	
	N	6	6	6	6

		KÄVEL2VM	HÖLK2VM	JUOKS2VM	SPURT2VM
KÄVEL2VM	Pearson Correlation	1	-,706	,505	-,952
	Sig. (2-tailed)		,117	,307	,003
	N	6	6	6	6
HÖLK2VM	Pearson Correlation	-,706	1	-,294	,809
	Sig. (2-tailed)	,117		,571	,051
	N	6	6	6	6
JUOKS2VM	Pearson Correlation	,505	-,294	1	-,387
	Sig. (2-tailed)	,307	,571		,449
	N	6	6	6	6
SPURT2VM	Pearson Correlation	-,952	,809	-,387	1
	Sig. (2-tailed)	,003	,051	,449	
	N	6	6	6	6

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

		KÄVEL3VM	HÖLK3VM	JUOKS3VM	SPURT3VM
KÄVEL3VM	Pearson Correlation	1	-,592	,325	,296
	Sig. (2-tailed)		,216	,529	,569
	N	6	6	6	6
HÖLK3VM	Pearson Correlation	-,592	1	-,760	-,496
	Sig. (2-tailed)	,216		,080	,317
	N	6	6	6	6
JUOKS3VM	Pearson Correlation	,325	-,760	1	-,155
	Sig. (2-tailed)	,529	,080		,769
	N	6	6	6	6
SPURT3VM	Pearson Correlation	,296	-,496	-,155	1
	Sig. (2-tailed)	,569	,317	,769	
	N	6	6	6	6

Liite 10 Liikkumisen eri intensiteettien väliset korrelaatiot matkan suhteen (peli B).

		KÄVEL2KM	HÖLK2KM	JUOKS2KM	SPURT2KM
KÄVEL2KM	Pearson Correlation	1	-,671	-,514	,059
	Sig. (2-tailed)		,145	,296	,912
	N	6	6	6	6
HÖLK2KM	Pearson Correlation	-,671	1	,277	,028
	Sig. (2-tailed)	,145		,595	,958
	N	6	6	6	6
JUOKS2KM	Pearson Correlation	-,514	,277	1	-,488
	Sig. (2-tailed)	,296	,595		,326
	N	6	6	6	6
SPURT2KM	Pearson Correlation	,059	,028	-,488	1
	Sig. (2-tailed)	,912	,958	,326	
	N	6	6	6	6

		KÄVEL3KM	HÖLK3KM	JUOKS3KM	SPURT3KM
KÄVEL3KM	Pearson Correlation	1	-,541	-,430	,328
	Sig. (2-tailed)		,267	,394	,526
	N	6	6	6	6
HÖLK3KM	Pearson Correlation	-,541	1	-,267	-,543
	Sig. (2-tailed)	,267		,609	,265
	N	6	6	6	6
JUOKS3KM	Pearson Correlation	-,430	-,267	1	-,128
	Sig. (2-tailed)	,394	,609		,809
	N	6	6	6	6
SPURT3KM	Pearson Correlation	,328	-,543	-,128	1
	Sig. (2-tailed)	,526	,265	,809	
	N	6	6	6	6

Liite 12 Pienpelin 2 minuutin työjakson eri muuttujien välisiä korrelaatioita.

	LA23	LA24	HRA22	HRB2	HRA2V	HRB2V	KÄV2AS	HÖL2AS	JUO2AS	SPU2AS	JUO3BS	
LA23 Pearson Correlation	1	,649	,553	,590	,708	,821	,861	-,991	,830	-,568	-,687	
Sig. (2-tailed)		,351	,447	,410	,292	,179	,139	,009	,170	,432	,313	
N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
LA24 Pearson Correlation		1	-,109	-,149	,043	,102	,328	-,731	,284	,036	-,990	
Sig. (2-tailed)			,891	,851	,957	,898	,672	,269	,716	,964	,010	
N		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
HRA22 Pearson Correlation			1	,984	,979	,839	,892	-,435	,915	-,994	-,010	
Sig. (2-tailed)				,016	,021	,161	,108	,565	,085	,006	,990	
N			4	4	4	4	4	4	4	4	4	
HRB2 Pearson Correlation				1	,981	,906	,885	-,473	,904	-,961	,044	
Sig. (2-tailed)					,019	,094	,115	,527	,096	,039	,956	
N				4	4	4	4	4	4	4	4	
HRA2V Pearson Correlation					1	,920	,958	-,604	,970	-,974	-,151	
Sig. (2-tailed)						,080	,042	,396	,030	,026	,849	
N					4	4	4	4	4	4	4	
HRB2V Pearson Correlation						1	,905	-,743	,901	-,808	-,167	
Sig. (2-tailed)							,095	,257	,099	,192	,833	
N						4	4	4	4	4	4	
KÄV2AS Pearson Correlation							1	-,787	,998	-,907	-,426	
Sig. (2-tailed)								,213	,002	,093	,574	
N							4	4	4	4	4	
HÖL2AS Pearson Correlation								1	-,750	,454	,754	
Sig. (2-tailed)									,250	,546	,246	
N								4	4	4	4	
JUO2AS Pearson Correlation									1	-,929	-,387	
Sig. (2-tailed)										,071	,613	
N									4	4	4	
SPU2AS Pearson Correlation										1	,089	
Sig. (2-tailed)											,911	
N										4	4	
JUO3BS Pearson Correlation											1	
Sig. (2-tailed)												,089
N											4	4

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Liite 13 Pienpelin ja ottelukuormituksen fysiologisten muuttujien välisiä korrelaatioita.

	HR3MIN	HR3MINV	HR2MINV	HR1MINV	LELA2	LA1PA	LAYHT2	HR1PAV
HR3MIN	Pearson Correl Sig. (2-tailed) N	1 ,465 4	-,485 ,515 4	-,293 ,707 4	,370 ,630 4	,278 ,722 4	,964 ,036 4	-,370 ,630 4
HR3MINV	Pearson Correl Sig. (2-tailed) N	-,465 ,535 4	1 ,999 4	,967 ,033 4	-,674 ,326 4	-,975 ,025 4	-,615 ,385 4	-,674 ,326 4
HR2MINV	Pearson Correl Sig. (2-tailed) N	-,485 ,515 4	,999 ,001 4	,952 ,048 4	-,711 ,289 4	-,964 ,036 4	-,623 ,377 4	,711 ,289 4
HR1MINV	Pearson Correl Sig. (2-tailed) N	-,293 ,707 4	,952 ,048 4	1 ,997 4	-,505 ,495 4	-,997 ,003 4	-,494 ,506 4	,505 ,495 4
LELA2	Pearson Correl Sig. (2-tailed) N	,370 ,630 4	-,674 ,326 4	-,505 ,495 4	1 ,568 4	-,997 ,003 4	-,494 ,506 4	-,1,000 ,568 4
LA1PA	Pearson Correl Sig. (2-tailed) N	,278 ,722 4	-,975 ,025 4	-,997 ,003 4	-,964 ,036 4	1 ,568 4	,468 ,532 4	-,568 ,432 4
LAYHT2	Pearson Correl Sig. (2-tailed) N	,964 ,036 4	-,615 ,385 4	-,494 ,506 4	,326 ,674 4	,468 ,532 4	1 ,568 4	-,326 ,674 4
HR1PAV	Pearson Correl Sig. (2-tailed) N	-,370 ,630 4	-,674 ,326 4	-,505 ,495 4	-,1,000 ,568 4	-,997 ,003 4	-,494 ,506 4	1 ,568 4

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).