

**JALKAPALLON PIENPELIEN FYSIOLOGINEN
KUORMITTAVUUS**

Ilkka Mäkelä

Jyväskylän yliopisto
Liikuntabiologian laitos
Liikuntafysiologian
pro gradu-tutkielma
Kevät 2001
Työn ohjaaja: K. Häkkinen

TIIVISTELMÄ

Mäkelä, Ilkka. Jalkapallon pienpelien fysiologinen kuormittavuus. Liikuntafysiologian pro gradu –tutkielma. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.

Jalkapallo on fyysinen taitolaji. Kenttäpelaajan kestävyys tulisi olla vähintään kohtalaisella tasolla, jotta hän kykenee säilyttämään ja hyödyntämään taitotasonsa optimaalisesti läpi ottelun. Jalkapallon kestävyysharjoittelussa intervallityyppiset pienpelit tukevat myös pelaajan taidon ja pelikäsityksen kehittymistä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tyypillisimpien pienpelivariaatioiden fysiologisia kuormitusvasteita. Koeasetelma muotoiltiin Suomen liigajoukkueiden valmentajille suunnatun kyselyn pohjalta. Lisäksi pyrittiin määrittelemään juoksunopeus vauhtikestävyysharjoitteessa, kun sydämen syketaajuus oli sama kuin pienpelissä.

Tutkimuksen koeryhmänä toimi kahdeksan jalkapalloilijaa (keski-ikä 22 v.), joista kuusi pelasi liigatasolla, yksi 1. divisioonassa ja yksi 2. divisioonassa. Pienpelimuotona oli 5v5-peli (4 kenttäpelaajaa + maalivahti) 40 x 30 metrin alueella ilman rajoituksia sekä kahdella kosketuksella. Kuormitusaika oli 9 x 2 min (palautus 1 min). Mitattavina fysiologisina muuttujina molemmissa kuormitusmalleissa olivat syketaajuus (HR) ja veren laktaattipitoisuus. Syke tallennettiin koko kuormituksen ajalta ja verinäytteet otettiin jaksojen 2, 4 ja 8 jälkeen. Samat pelijaksot myös videoitiin, jotta saatiin analysoitua pelaajien liikkumisen määrä ja intensiteetti. Vauhtikestävyysjuoksut suoritettiin sadan metrin radalla edestakaisin juosten. Kuormituksen vaikutusta suorituskykyyn mitattiin kevennyshypyillä ja nopeuskestävyydestillä (10 x 20 m).

5v5-pelissä kahden minuutin jakson jälkimmäisen minuutin keskimääräinen syketaajuus oli 171 lyöntiä minuutissa (87,1 % HR_{max}). Veren laktaattipitoisuus oli näytteiden keskiarvona 4,5 mM. Pelaajat liikkuvat pelijakson aikana keskimäärin 309 metriä, josta lähes puolet oli hölkkää. Juoksukuormituksessa kaksi lyöntiä alhaisemmalla syketaajuudella matkaa kertyi 473 metriä. Laktaattipitoisuus jäi tuolloin 3,8 mM:iin.

5v5-pelissä yllettiin selvästi aiempien tutkimusten normaaliotteluissa mitattuihin syke- ja laktaattitasoihin. Pelivariaatioiden välillä ei syke-eroa havaittu. Sykevasteet pelaajien välillä olivat melko yhtenäisiä, mutta laktaatissa vaihtelu oli runsaampaa. Pelien syketaso saavutettiin noin 4 m/s:n nopeudella, jolla ylitettiin pelaajien juoksumatolla arvioitu laktaattikynnys. Peli- ja juoksukuormitus eivät vaikuttaneet suorituskykymuuttujiin.

Jalkapallon 5v5-peliä voi käyttää pelaajien hapenoton kehittämiseen. Sentraalisten harjoitusvaikutusten lisäksi lajissa keskeiset lihasryhmät saavat pienpeleissä lajinomaisia ärsykeitä enemmän kuin pelkästään juosten suoritetuissa harjoitteissa. Intervallityyppisillä pienpeleillä rekrytoidaan myös nopeita lihassoluja tehokkaammin kuin tasavauhtisella kuormituksella. Vaikka kestävyys on jalkapallossa keskeinen fyysinen ominaisuus, ei sen kehittämällä saisi riskerata pelaajien nopeusominaisuuksia.

Avainsanat: jalkapallo, pienpelit, syketaajuus, laktaattipitoisuus

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

| | |
|--|----|
| 1 JOHDANTO | 2 |
| 2 JALKAPALLO FYYSISENÄ PELINÄ | 3 |
| 2.1 Jalkapallo-ottelun fyysiset toiminnot | 4 |
| 2.2 Ottelun fysiologinen kuormittavuus | 7 |
| 2.3 Jaksottaisen kuormitusmallin erityispiirteistä | 8 |
| 3 JALKAPALLOILIJAN FYYSINEN PROFIIILI | 10 |
| 3.1 Jalkapalloilijoiden antropometria | 10 |
| 3.2 Jalkapalloilijan aerobinen suorituskyky | 12 |
| 3.3 Jalkapalloilijan anaerobinen suorituskyky | 14 |
| 3.4 Jalkapalloilijan voimaominaisuudet | 15 |
| 4 ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA JALKAPALLOSSA | 17 |
| 4.1 Aerobinen energiantuotanto | 18 |
| 4.2 Anaerobinen energiantuotanto | 20 |
| 5 JALKAPALLON FYYSINEN VALMENNUS | 21 |
| 5.1 Aerobinen harjoittelu | 22 |
| 5.2 Anaerobinen harjoittelu | 23 |
| 5.3 Voimaharjoittelu | 25 |
| 5.4 Harjoittelun jaksotus | 26 |
| 5.5 Fyysisen testauksen periaatteet jalkapallossa | 28 |
| 6 PIENPELIT JALKAPALLOSSA | 29 |
| 6.1 Pienpelit fyysisinä lajiharjoitteina | 29 |
| 6.2 Pienpelien fysiologinen kuormittavuus | 30 |

| | |
|---|-------|
| 7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA MENETELMÄT | 32 |
| 7.1 Tutkimusongelmat ja hypoteesit | 32 |
| 7.2 Koeasetelmat ja -henkilöt | 34 |
| 7.3 Mittausmenetelmät ja mitattavat muuttujat | 35 |
| 7.4 Tulosten analysointimenetelmät | 37 |
| | |
| 8 TULOKSET | 38 |
| 8.1 Esimittaukset | 38 |
| 8.2 5v5-peli (vapaa peli) | 39 |
| 8.2.1 Fysiologiset muuttujat 5v5-pelissä | 39 |
| 8.2.2 Liikkuminen 5v5-pelissä | 41 |
| 8.2.3 Suorituskykymuuttujat 5v5-pelissä | 43 |
| 8.3 5v5-peli (enintään 2 pallokosketusta) | 44 |
| 8.4 Juoksukuormitus | 46 |
| 8.4.1 Juoksumatka | 46 |
| 8.4.2 Fysiologiset muuttujat juoksukuormituksessa | 46 |
| 8.4.3 Suorituskykymuuttujat juoksukuormituksessa | 48 |
| 8.5 Kuormitusmallien vertailu | 50 |
| 8.5.1 Fysiologiset muuttujat | 50 |
| 8.5.2 Suorituskykymuuttujat | 52 |
| | |
| 9 POHDINTA | 54 |
| 9.1 Menetelmät | 54 |
| 9.2 5v5-peli | 56 |
| 9.3 Juoksukuormitus | 59 |
| 9.4 Suorituskykymuuttujat | 60 |
| 9.5 Johtopäätökset | 62 |
| | |
| LÄHTEET | 63 |
| | |
| LIITTEET | 73-90 |

1 JOHDANTO

Huolimatta jalkapallon maailmanlaajuisesta luonteesta ja pitkästä historiasta, on jäljellä yhä monia avoimia kysymyksiä, jotka liittyvät lajin fysiologiaan ja optimaaliseen harjoitteluun. Syynä tähän voi olla muun muassa taidon korostuminen fyysisyyden kustannuksella, menetelmälliset vaikeudet tutkia näin laajaa ja monimuotoista lajia sekä lajin konservatiivinen luonne. Tutkimustyö on kuitenkin lisääntynyt ja valaissut lajin fysiologisten piirteiden ymmärtämistä. (Tumilty 1993.)

Jalkapallossa fysiologiset vaatimukset ovat monipuoliset verrattuna esimerkiksi useimpiin yksilölajeihin. Lajissa on luonteenomaista aerobisen matalatehoisen kuormituksen keskellä toistuvat tehosuoritukset. Huipputasoinen miespelaaja tekee ottelussa noin 1100 erilaista tehonmuutosta ja liikkuu noin 11 km keskimäärin 70-80 %:n tasolla maksimaalisesta hapenottokyvystään, joka on yleensä 60-65 ml/kg/min. Keskipituisen pelaajan kuluttama energiamäärä ottelussa on arviolta 5,0 MJ eli 1150 kcal. Energiasta noin 90 % tuotetaan aerobisesti. (Bangsbo 1994b, 1994e; Ekblom 1986.) Vähintään sama kuormitustaso on saavutettu esimerkiksi syke- ja hapenottotasossa myös pienalueella pienjoukkuein (3-4 pelaajaa) pelattaessa (Balsom 1998; MacLaren ym. 1988).

Riittävä fyysinen kuntotaso auttaa pelaajaa säilyttämään fyysisen suorituskyvyn lisäksi myös teknisen taitavuutensa läpi ottelun. Kestävyysharjoittelu olisi optimaalista toteuttaa mahdollisimman lajinomaisesti, pallo mukana. Periaate pätee niin aerobisessa, anaerobisessa kuin lihaskuntoharjoittelussakin. (Bangsbo 1994b.) Lisäksi olisi suositeltavaa, että suurin osa jalkapalloilijan kestävyysharjoittelusta muodostuisi toistuvista lyhytkestoisista korkeatehoisista kuormitusjaksoista, esimerkiksi pienpeleistä. Niiden fyysiseen kuormittavuuteen vaikuttavat esimerkiksi pelaajien lukumäärä, pelialueen koko ja muoto, työ- ja lepojaksoiden pituudet, pelin säännöt ja pelikatkojen pituus sekä pelaajien motivaatiotaso. (Balsom 1998.)

Tämän tutkielman tarkoituksena oli selvittää Suomessa käytettävien tyypillisimpien pienpelivariaatioiden (joukkueessa 4 kenttäpelaajaa + maalivahti, jäljempänä 5v5-peli) fysiologisia kuormitusvasteita sekä lisäksi määrittellä pelin sykekuormitusta vastaava tasainen juoksunopeus.

2 JALKAPALLO FYYSISENÄ PELINÄ

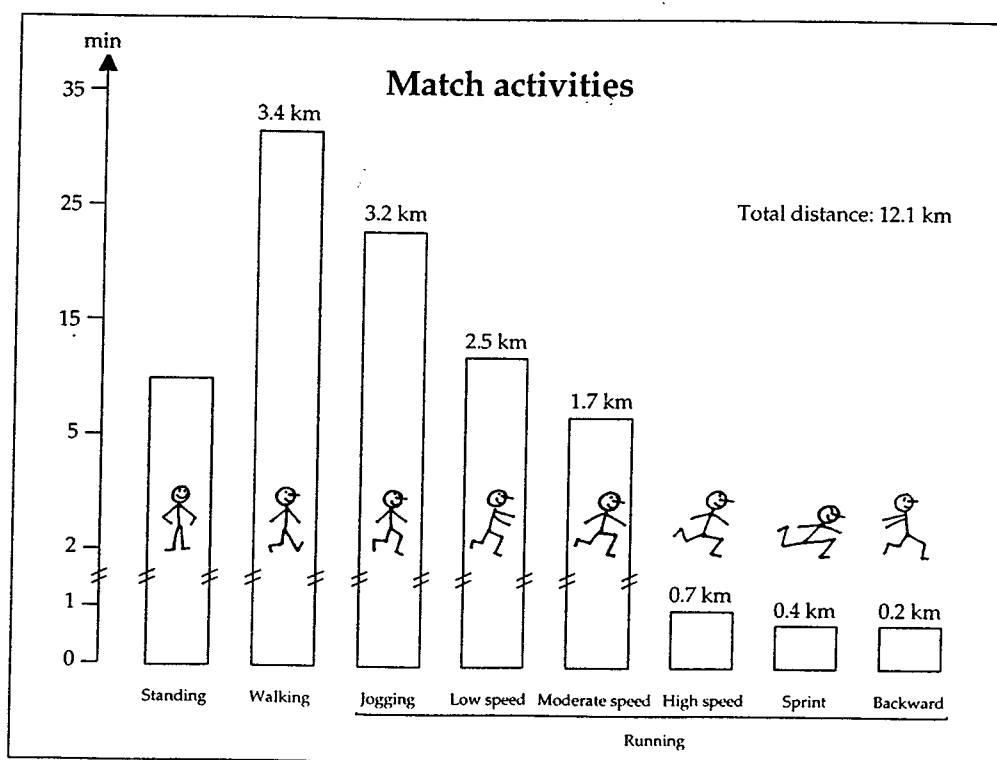
Jalkapallossa kenttäpelaajan fyysiset suoritukset vaihtelevat suuresti sekä ke tonsa, että intensiteettinsä suhteen paikallaan olost a aina maksimaaliseen juoksuun asti. Thomasin ja Reillyn (1976) tutkimuksissa Englannin I divisioonassa näitä intensiteetin vaihteluita todettiin kertyvän ottelua kohden kenttäpelaajalle yli tuhat ja kunkin jakson ke sto oli tuolloin keskimäärin 5-6 sekuntia. Rasituksen jaksottaisen luonteensa vuoksi jalkapallo eroaa suuresti monesta jatkuvakestoisesta urheilulajista, vaikka ajoittaisia yhtäläisyyksiä löytyykin fyysisen kuormitustason osalta esimerkiksi 400 m:n juoksun ja maratonin kanssa. (Bangsbo 1997.)

Suuri vaihtelu jalkapalloilijan fyysisessä kuormittumisessa ottelussa voi johtua monesta muuttuvasta tekijästä. Vaikka ottelun varsinainen ke sto on 90 minuuttia (15 minuutin tauko puolivälissä) voi tehokas peliaika, jolloin pallo on pelissä, vaihdella merkittävästi. Esimerkiksi 1986 MM-kisoissa otteluiden tehokas peliaika oli 52-76 minuutin välillä. (Tumilty 1993.) Toisaalta muun muassa joukkueen taktiikka ja pelaajan rooli siinä, ot telun tärkeys ja luonne sekä vastajoukkueen taso vaikuttavat lajin kokonaiskuormituk seen. Myös ympäristötekijät, kuten kentän pinta, ilmasto ja hapen osapaine ilmassa vai kuttavat fyysiseen rasitustasoon. Vaikka vaihtelu kuormituksessa onkin suurta, voidaan kaikilta kenttäpelaajilta edellyttää joidenkin fyysisen suorituskyvyn minimivaatimusten saavuttamista. (Bangsbo 1997.) Nykyaikainen ”totaalinen jalkapallo”, jossa jokainen pelaaja osallistuu sekä hyökkäys-, että puolustuspeliin, vaatii pelaajilta entistä moni puolisempaa kyvykkyyttä taktisten roolirajojen hälventyessä (Tumilty 1993).

Analysointimenetelmät jalkapallossa ovat kehittyneet viime vuosina selvästi ja yhä harvemmin turvaututaan enää manuaaliseen, kentän reunalla tehtävään kirjaamistapaan. Luotettavampi tapa on videoida ottelu tai nauhoittaa se televisiosta. Televisiossa seuranta kohdistuu usein suppeammin vain pallon läheisyydessä tapahtuvaan toimintaan, kun taas videoitaessa voidaan tallentaa kokonaisuus laajemmasta kulmasta tai seurata yksittäistä pelaajaa tauotta. (Reilly 1994a.)

2.1 Jalkapallo-ottelun fyysiset toiminnot

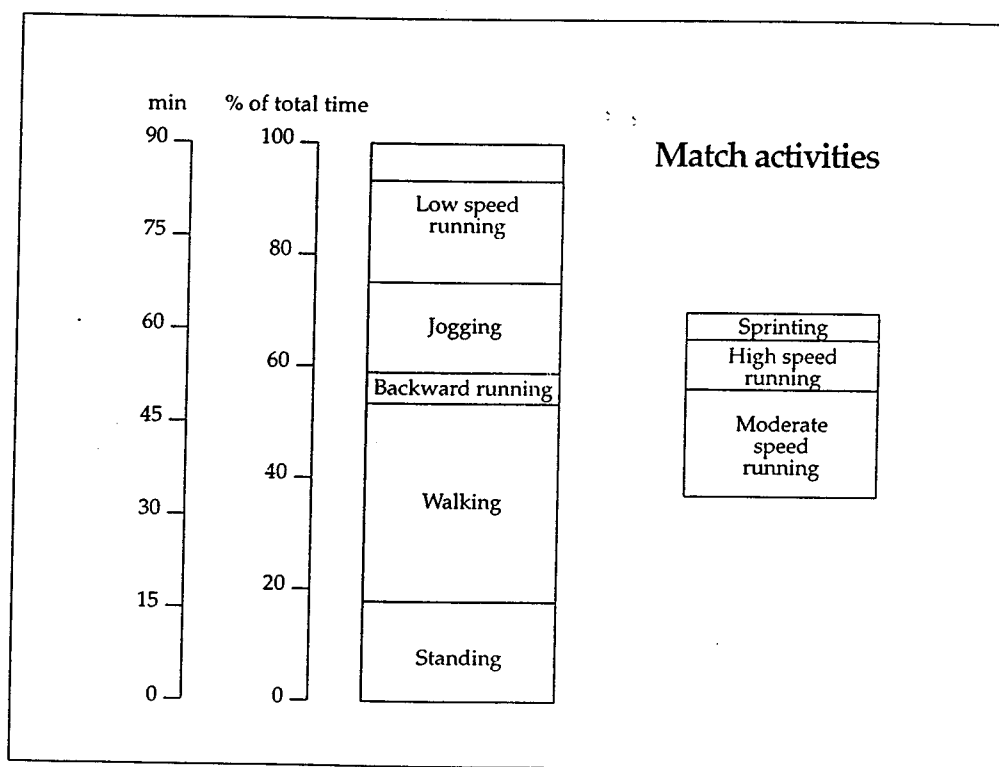
Jalkapallo-ottelussa kenttäpelaajat liikkuvat Reillyn (1994a) yhteenvedon mukaan keskimäärin 9,8-11,5 km (Bangsbo ym. 1991; Ohashi ym. 1988; Van Gool ym. 1988; Withers ym. 1982). Vastaavasti Bangsbo (1994b) on päätellyt noin 70:n julkaistun tutkimusraportin perusteella, että mieskenttäpelaajat liikkuvat ottelussa 9-14 km ja maali-vahdit noin 4 km (josta noin neljänneksen takaperin). Eurooppalaisissa huippuliigoissa kokonaismatkalla mitattu työmäärä ottelussa on melko vakio eri maiden välillä (Reilly 1994a), vaikkakin Englannin liigapelaajien on todettu liikkuvan puolitoista kilometriä enemmän kuin eteläamerikkalaisten kansainvälisen tason pelaajien (Drust ym. 1998). Ekblom (1986) muistuttaa havaittujen erojen johtuvan yleensä kolmesta eri ulottuvuudesta, joita ovat: joukkueiden väliset erot, joukkueen sisällä pelaajien väliset erot sekä yksilötasolla ottelukohtaiset erot. Kuviossa 1 (Bangsbo 1994b) on esitetty esimerkkinä tanskalaisen huippupelaajan kokonaismatka 12,1 km ositettuna eri intensiteettitasojen mukaisesti matkan ja ajan suhteen.



Kuvio 1. Tanskalaispelaajan liikkuminen ottelussa. Luokittelukriteerit nopeuden (km/h) mukaan: kävely 4, hölkkä 8, hidas juoksu 12, juoksu 16, kova juoksu 21, spurtti 30 ja takaperin 12. (Bangsbo 1994b)

Eri intensiteettien keskimääräistä esiintymistiheyttä ajan suhteen voidaan havainnollistaa tanskalaisten huippupelaajien osalta kuviossa 1 mainituin nopeuskriteerein. Maksimalisia spurttuja suoritetaan noin 4-5 minuutin välein. Kun edelliseen lisätään kovaa juostut suoritukset, esiintyy niitä yhdessä 70 sekunnin välein. Keskittehoiset juoksut liittäenä edellisiin nostavat esiintymistiheyden 28 sekuntiin. Kunkin edellä mainitun erillisen intensiteettijakson keskimääräinen kesto on 2,0-2,5 sekuntia. (Bangsbo 1994d.)

Kokonaismatkan intensiteettijakaumien vertailu on yleensä hankalaa erilaisten tutkimusmenetelmien ja luokittelukriteerien vuoksi. Ohashi ym. (1988) jakoivat 10,3 km:n kokonaismatkan seuraavasti (n=4): alle 2 m/s:n nopeudella 31 %, 2-4 m/s:n nopeudella 44 %, 4-6 m/s:n nopeudella 20 % ja yli 6 m/s:n nopeudella 5 %. Van Goolin ym. (1988) vastaava jakauma seitsemän pelaajan otoksessa (ka 10,2 km) oli seuraava: matalatehoisesti (<2,04 m/s) 43 %, keskittehoisesti (2,04-4,89 m/s) 49 % sekä korkeatehoisesti (>4,89 m/s) 8 %. Kuviossa 2 (Bangsbo 1994b) esitetään eri intensiteettien jakauma ajan suhteen.



Kuvio 2. Eri intensiteettien keskimääräinen jakauma ajan suhteen Tanskan pääsarjassa (Bangsbo 1994b).

Eurooppalaisissa tutkimuksissa on ottelun ensimmäisellä pelijaksolla liikuttu 5-9 % pitempi matka kuin toisella (Van Gool ym. 1988; Bangsbo ym. 1991). Bangsbo ym. (1991) ovat osoittaneet sen johtuvan lähinnä matalatehoisen (kävely ja hölkkä) liikkumisen vähenemisestä. Van Gool ym. (1988) raportoivat sen sijaan keski- ja korkeatehoisen (nopeus $\geq 4,89$ m/s) juoksumatkan lyhentyneen. Sitä vastoin Ruotsin neljällä korkeimmalla sarjatasolla Ekblom (1986) ei havainnut mainittavia eroja eri pelijaksojen eikä myöskään lyhyempien, 15 minuutin, osioiden välillä.

Vaikka liikkumisen määrään vaikuttavia muuttujia on useita, ei yksittäisellä pelaajalla ole kuitenkaan suurta vaihtelua kokonaismatkassa eri otteluiden välillä; useimmilla pelaajilla sitä on alle kilometri ja se painottuu matalatehoiseen liikkumiseen (Bangsbo 1994b). Ekblomin (1986) mukaan vähäinen yksilöllinen vaihtelu johtuu pelaajan fysiologis-psykologisesta profiilista, eli pelaaja tiedostaa oppimisen kautta sen, kuinka paljon ja miten hän jaksaa ottelussa liikkua.

Sarjataso ei vaikuta suuresti liikkumisen määrään, mutta tehoon kyllä; ylempällä tasolla korkean intensiteetin toimintaa on enemmän. Pelipaikkakohtaisesti keskikenttäpelaajat liikkuvat eniten ja puolustajat vähiten eron ollessa runsaan kilometrin luokkaa. (Bangsbo 1994b.) Ero keskikenttäpelaajien hyväksi syntyy hölkkäyissä matkassa. Pissimmät spurtatut osuudet havaitaan usein hyökkääjillä. Keskuspuolustajat sen sijaan etenevät muita pelaajia enemmän sivuttain ja takaperin. (Tumilty 1993.) Liikutusta matkasta kuljetaan pallon kanssa 0,5-3,0 %. Keskikenttäpelaajat kuljettavat palloa eniten ja puolustajat vähiten. Se, miksi keskikenttäpelaajat liikkuvat yleensä muita enemmän, voi johtua sekä pelipaikkakohtaisista vaatimuksista, että hyväkuntoisten pelaajien valikoidumisesta keskikenttäpelaajiksi. (Bangsbo 1994b.)

Kun kovassa kansainvälisessä ottelussa rekisteröidyt maksimaaliset spurtit luokiteltiin pituuden mukaan neljän metrin välein, todettiin 5-8 metrin pituisten spurttien toistuvan selvästi useimmin (Winkler 1985). Bangsbon ym. (1991) mukaan pelaajakohtaisia maksimaalisia spurteja sisältyy huipputasoisen otteluun keskimäärin 19 ja niiden kesto on 2,0 sekuntia.

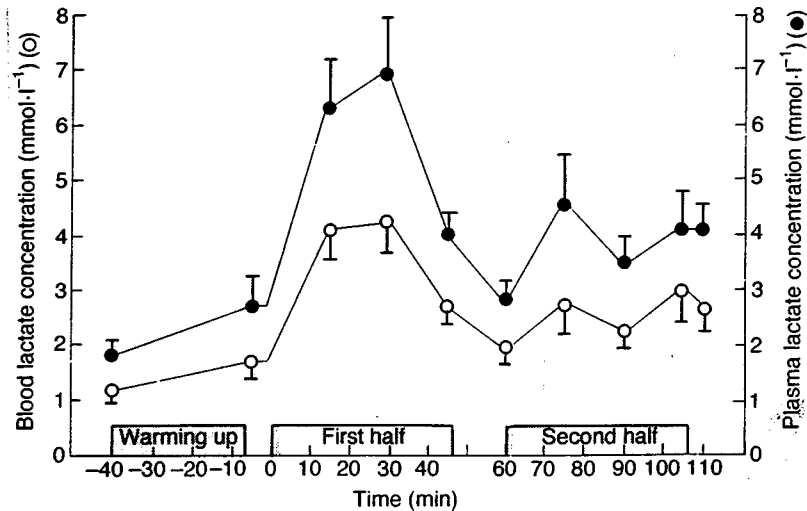
2.2 Ottelun fysiologinen kuormittavuus

Jalkapallo-ottelun fyysistä kuormittavuutta kuvaavina fysiologisina vasteina on käytetty usein syketaajuutta (heart rate = HR), veren laktaattipitoisuutta ja kehon lämpötilaa.

Syketaajuuksien keskiarvot otteluissa ovat vaihdelleet välillä 154-171 lyöntiä minuutissa. Kun pelijaksot on jaoteltu erikseen, ovat ensimmäisen jakson lukemat olleet 4-10 lyöntiä korkeammat. (Reilly 1986; Rohde & Espersen 1988; Van Gool ym. 1988; Ali & Farrally 1991; Bangsbo 1992.) Pelipaikkakohtaiset erot voivat olla 15 lyönnin luokkaa (puolustajat 155 vs hyökkääjät ja keskikenttäpelaajat 170 lyöntiä minuutissa) (Van Gool ym. 1987). Ottelun keskisykkeet ovat vastanneet noin 80-87 %:n suhteellista osuutta pelaajien maksimaalisesta syketaajuudesta (HRmax) (Reilly 1986; Van Gool ym. 1988). Mikäli leposyke eliminoidaan maksimi- ja kuormitusarvoista, alenee myös suhteellisen sykkeen osuus selvästi (Reilly 1986). Myös sykkeen jakautumista suhteellisiin syketasoihin on tutkittu. Tanskan divisioonatason otteluissa pelaajat työskentelivät reilun kymmenesosan peliajasta alle 73 % HRmax tasolla, noin kaksi kolmasosaa välillä 73-92 % HRmax ja reilun neljäsosan yli 92 % HRmax (Rohde & Espersen 1988).

Otteluissa verinäytteenotot ovat rajoittuneet yleensä muutamaan kertaan; ennen ottelua, puoliajalla ja ottelun jälkeen, joissakin tutkimuksissa myös keskellä pelijaksoa (Bangsbo 1997). Keskiarvopitoisuudet ovat vaihdelleet 2,4-9,5 mM:n välillä, toisella pelijaksolla laktaattitaso yleensä laskee (Ekblom 1986; Gerisch ym. 1988; Rohde & Espersen 1988; Bangsbo ym. 1991; Smith ym. 1993; Bangsbo 1994e).

Laktaattiarvoissa on havaittavissa kuitenkin erittäin suurta vaihtelua sekä eri pelaajien välillä, että myös yksittäisellä pelaajalla samassa ottelussa (kuvio 3 s. 8, Bangsbo 1994d). Pitoisuudet kuvaavat lähinnä näytteenottoa edeltävää korkeaintensiteettistä toimintaa. Esimerkiksi välittömästi ottelun jälkeen saadun laktaattilukeman ja viiden viimeisen peliminuutin aikana kovaa juostun matkan välillä on havaittu merkitsevä yhteys ($r=0.61$). (Bangsbo ym. 1991.) Tästä syystä saadut arvot eivät kattavasti edusta koko ottelun laktaattipitoisuutta, mutta viittaavat kuitenkin hetkittäiseen erittäin korkeaan anaerobiseen kuormittumiseen (Bangsbo 1997). Myös joukkueen taktiikka voi vaikuttaa laktaattitasoon (miesvartiointi > aluevartiointi) (Gerisch ym. 1988). Kuviosta 3 on havaittavissa myös laktaattimääritysten erot veri- ja plasmapitoisuuksien välillä.



Kuvio 3. Kenttäpelaajien (n=6) laktaattipitoisuudet sarjaottelussa käsivarren laskimoplasmaasta ja -verestä mitattuna. Pelijaksojen aikana ottelu keskeytettiin minuutiksi näytteenottojen vuoksi. Keskiarvot ja vaihteluvälit. (Bangsbo 1994d)

Kehon ydinlämpötilaa voidaan käyttää ottelun keskimääräisen energiankulutuksen mittarina. Ympäristön lämpötilan ollessa 20-25 °C on pelaajien keskimääräinen rektaalilämpö vaihdellut välillä 39,0-39,5 °C. (Ekblom 1986.) Andersonin ym. (1983) tutkimuksissa yksikään Ruotsin pääsarjapelaajista ei jäänyt alle 39,0 °C:n.

2.3 Jaksottaisen kuormitusmallin erityispiirteistä

Jalkapallossa fyysinen kuormitus toteutuu jaksottaisesti. Tutkittaessa kuormitusta laboratoriossa, ovat työjaksot ja niiden tehot sekä palautusajat ennalta määrättyt. Ottelutilanteissa ei vastaava säännönmukaisuus kuitenkaan toistu, joten edeltävän kuormituksen vaikutukset pelaajan suorituskykyyn ja aineenvaihduntaan on vaikeasti selvitettävissä. Tutkimukset, joissa on käytetty yhtä muuttujaa kerrallaan, antavat kuitenkin osviittaa jalkapallon jaksottaisen kuormituksen fysiologian ymmärtämiselle. (Bangsbo 1994e.)

Työjakson kesto on tärkeä laktaatin kumuloitumisen kannalta sekä lihaksessa että veressä. Saltin ja Essén (1971) käyttivät työn ja palautuksen suhteena 1:2, jolloin laktaatti kohosi vain hieman 20 sekunnin ja sitä lyhyemmällä kuormituksella, kun taas 30 ja 60 sekunnin jaksot paljastivat jo selkeän nousun. Toisaalta myös palautusjakson kesto vai-

kuttaa aineenvaihduntaan. Margaria ym. (1969) tutkivat toistuvia 10 sekunnin jaksoja teholla, joka johti uupumukseen 30-40 sekunnissa. Veren laktaatti nousi progressiivisesti palautuksen ollessa työjaksojen välissä 10 sekuntia, mutta 30 sekunnin palautuksella nousua oli vain niukasti.

Jaksottaisella kuormituksella vaikutetaan voimakkaasti välittömien energialähteiden (ATP ja KP, tarkemmin kappaleessa 4) varastoihin verrattuna jatkuvaan suoritukseen, jolloin vain vähäistä pitoisuuksien heilahtelua on havaittavissa. Lisäksi erona jatkuvaan kuormitukseen on myös nopeasti supistuvien lihassolujen rekrytointi. Se on harjoittelun kannalta tärkeää jalkapallon kaltaisissa lajeissa, joissa toistuvat korkeatehoiset suoritukset ovat tyypillisiä. Jaksottaisella kuormituksella voidaan näin tuottaa elimistöön myös pitkäkestoista aineenvaihdunnallista stressiä ilman työskentelevien lihassolujen väsymistä. (Reilly & Bangsbo 1998.)

3 JALKAPALLOILIJAN FYYSINEN PROFILI

Menestyminen joukkuelajeissa, kuten jalkapallossa, riippuu usein siitä, kuinka pelaajien yksilölliset ominaisuudet sekoittuvat yhtenäiseksi pelisysteemiksi. Tämä vaikeuttaa yksittäisen pelaajan fyysisen profiilin tulkintaa verrattuna yksilölajeihin, joissa urheilijan fyysinen kapasiteetti ja sen yhteys kilpailusuoritukseen ovat tarkemmin hahmotettavissa. Fyysisen profiilin määrittäminen antaa kuitenkin käyttökelpoista tietoa joukkueesta kokonaisuutena sekä toisaalta auttaa yksilöä tiedostamaan ominaisuutensa suhteessa ryhmän muihin pelaajiin. (Reilly 1994b.)

3.1 Jalkapalloilijan antropometria

Huippujoukkueissa pelaajat ovat olleet keskimäärin 23-26 -vuotiaita, 177-181 cm pitkiä ja 74-77 kg:n painoisia (Faina ym. 1988; White ym. 1988; Davis ym. 1992; Bangsbo 1994e; Rienzi ym. 1998; Wislöff ym. 1998; Wittich ym. 1998) (taulukko 1).

Taulukko 1. Huipputason pelaajien antropometrisiä ominaisuuksia. Sarja/turnaus mainittu. A) Tanska (Bangsbo 1994e), b) Tanska (Bangsbo 1994e), c) Englanti (Davis ym. 1992), d) Copa America (Rienzi ym. 1998), e) Norja (Wislöff ym. 1998)

| | n | Keskiarvo | Kesk.puol. | Laitapuol. | Keskik.pel. | Hyökkääjät | M.vahdit |
|-------------|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | a) 173 | | 26 | 28 | 65 | 46 | 8 |
| | b) 65 | | 13 | 12 | 21 | 14 | 5 |
| | c) 135 | | 24 | 22 | 35 | 41 | 13 |
| | e) 29 | | 13' | | 7 | 9 | |
| Ikä (v) | a) 173 | 24,0 (18-36) | 25,0 (19-35) | 23,8 (18-32) | 23,6 (18-32) | 23,3 (18-34) | 27,4 (20-36) |
| | c) 122* | 23,8±4,4 | 24,0±3,8 | 23,5±5,0 | 24,7±4,6 | 23,1±4,0 | 26,7±5,8 |
| | d) 110 | 26,1±4,0 | | | | | |
| | e) 29 | 23,8±3,8 | | | | | |
| Pituus (cm) | b) 65 | 181 (167-193) | 188 (184-193) | 179 (170-184) | 178 (172-190) | 178 (167-190) | 190 (184-192) |
| | d) 110 | 177±6 | | | | | |
| | e) 29 | 181±5 | 182±5 | | 180±4 | 179±5 | |
| Paino (kg) | a) 65 | 77,1 (60-97) | 86,2 (82-89) | 72,1 (60-83) | 74,0 (67-85) | 73,9 (69-80) | 87,1 (80-97) |
| | c) 122* | 77,1±5,6 | 83,3±6,3 | 75,4±4,6 | 73,2±4,8 | 76,4±7,2 | 86,1±5,5 |
| | d) 110 | 76,4±7,0 | | | | | |
| | e) 29 | 76,9±7,0 | 81,3±6,3 | | 72,3±7,4 | 75,6±6,5 | |
| Rasva-% | c) 122* | 10,5±1,8 | 10,7±2,0 | 10,8±1,6 | 10,6±2,1 | 10,0±1,8 | 13,3±2,1 |
| | d) 110 | 10,6±2,6 | | | | | |

Taulukossa: keskiarvot, suluisuissa vaihteluväli, ±keskihajonta, * kenttäpelaajat, ' puolustajat yhteensä.

Jalkapalloilijoiden suuresti vaihtelevat pituudet ja painot (taulukko 1 s. 10) osoittavat, ettei niillä ole keskeistä vaikutusta lajissa menestymiseen. Pituuden puute sinänsä ei ole este huippupelaajaksi kehittymisessä, mutta antropometriset tekijät voivat kyllä vaikuttaa pelaajan taktiseen rooliin ja pelipaikkaan joukkueessa. (Reilly 1990.) Niinpä maalivahdit ja keskuspuolustajat ovat keskimäärin pisimpiä, muilla pelipaikoilla ei selkeitä eroja ole havaittavissa (Bangsbo 1994e).

Tuoreimmissa tutkimuksissa jalkapalloilijoiden kehon rasvapitoisuuden taso on asettunut 10-12 %:n väliin (Davis ym. 1992; Rienzi ym. 1998; Wislöff ym. 1998; Wittich ym. 1998, taulukko 1 s. 10). Kehon rasvaton paino 75-kiloisella pelaajalla on ollut noin 63 kg ja lihasten osuus koko painosta noin 62 % (Rienzi ym. 1998; Wittich ym. 1998). Eri tutkimustulokset ovat vaikeasti vertailtavissa, koska niihin vaikuttaa suuresti mittausmenetelmä ja sen virhemarginaali sekä ajankohta kaudesta (Reilly 1994b).

Jalkapalloilijoiden lihassolujakauma on melko tasapainoinen hitaasti ja nopeasti supistuvien lihassolujen kesken (Reilly 1994b). Morfologista analyysia varten tarvittavat solunäytteet on useimmiten otettu reidestä (m. vastus lateralis) tai pohkeesta (m. gastrocnemius). Tuoreimmissa tutkimuksissa on hitaita soluja ollut reisilihaksessa 49-61 % (Apor 1988; Kuzon ym. 1990) ja pohkeessa 49-60 % (Bangsbo & Mizuno 1988; Bangsbo ym. 1992; Bangsbo ym. 1993). Molemmissa lihaksissa jakauman yksilöllinen vaihtelu on ollut runsasta, joten erityistä optimijakaumaa ei pelaaja menestyäkseen tarvitse (Bangsbo 1994e). Ekblom (1986) sen sijaan tulkitsee jalkapalloilijoiden olevan enemmänkin ”nopean solutyypin urheilijoita”, joilla lihassolujen määrä selittyy heidän valikoitumisestaan lajiin, kun taas solujen kasvaneeseen kokoon vaikuttaa pääasiassa harjoittelu. Lajilla on positiivinen vaikutus myös kyseisten lihasten verisuonitukseen eli kapillarisaatioon ei-urheileviin kontrollihenkilöihin verrattuna. Erot ilmenevät runsaampana kapillaarimääränä sekä lihasfiiberin ympärillä (4,4-6,0 kpl), että yhtä fiiberiä kohti (1,9-2,4 kpl). (Kuzon ym. 1990; Bangsbo ym. 1992, 1993.)

3.2 Jalkapalloilijan aerobinen suorituskyky

Aerobinen suorituskyky määritellään aerobisena tehona ja kapasiteettina. Edellinen osatekijä kuvaa henkilön kykyä tuottaa aerobista energiaa kovassa rasituksessa ja se ilmaistaan maksimaalisena hapenottokykynä. Jälkimmäinen taas ilmentää kykyä ylläpitää pitkäaikaista kuormitusta ja on synonyymina kestävyydelle. (Reilly ym. 2000.) Aerobisessa suorituksessa keuhkojen ja sydämen toimintakyky ovat keskeisiä (Guyton & Hall 1996).

Jalkapalloilijoilla keuhkojen tilavuus ja toiminnallisuus suhteessa kehon tilavuuteen on todettu hyväksi viitearvoihin verrattuna. Maksimaalinen ulospuhallettava ilmamäärä eli vitaalikapasiteetti (VC) on ollut esimerkiksi englantilaisilla ja unkarilaisilla liigapelaajilla selvästi suurempi kuin vastaavan kokoisilla ei-urheilijoilla (5,79-5,90 vs 5,15 litraa) (Reilly 1979; Apor 1988). Useat tutkijat pitävät urheilijoiden korkeampaa VC:ia enemmän perinnöllisenä tekijänä kuin harjoittelun tuloksena. Keuhkojen tehoa taas kuvataan tehostetun uloshengityksen ensimmäisen sekunnin ilmamäärällä (FEV₁) ja se suhteutetaan usein VC:iin. Edellä mainittujen pelaajien arvot vastasivat 84-90 %:n suhteellista tasoa, joka on lähellä normaaliarvoa (Reilly 1979; Apor 1988). Keuhkojen toiminnallisuutta voidaan lisäksi arvioida maksimaalisella minuuttiventilaatiolla (VEmax), joka saadaan hapenottotestissä hengitystiheyden ja -tilavuuden tulona. Siinä jalkapalloilijoiden tulokset ovat jääneet selvästi alhaisemmiksi kuin huipputasen keskimatkan juoksijoilla, joilta voi odottaa yli 170 litran puhallusta minuutissa. (Reilly 1994b.)

Hengitystoiminta ei kuitenkaan ole normaalisti rajoittavin tekijä urheilijan hapenkuljetusjärjestelmässä. Sitä vastoin sydämen kyky pumpata verta (minuuttitilavuus = iskutilavuus x syketaajuus) työskenteleeviin lihaksiin on yleensä tärkeämpi rajoite. Siihen voidaan vaikuttaa kestävyystyyppisellä harjoittelulla. Muutokset ilmenevät sekä sydämen kammioiden tilavuuden, että sydänlihaksen massan kasvuna. Kasvu voi nousta kummassakin noin 40 %:iin esimerkiksi maratoonareilla. (Guyton & Hall 1996.)

Jalkapalloilijoiden sydämen maksimaalinen syketaajuus joukkueiden keskiarvona ilmaistuna noudattaa normaaliväestön arvoja, joskin tulosten vaihtelu on runsasta johtuen mittausmenetelmien eroista sekä suuresta yksilöllisestä vaihtelusta (Reilly 1994b). Lukemat ovat asettuneet välille 179-198 lyöntiä minuutissa (Reilly 1979; Bangsbo & Mi-

zuno 1988; Nowacki ym. 1988; White ym. 1988). Noin kaksikymmentä lyöntiä alhaisempi leposyke verrattuna normaaliväestöön (noin 72) viittaa sydämen kestävyystyypiseen kuormittamiseen (Dickhuth ym. 1981; Reilly 1994b). Harjoittelun laatu ja määrä heijastuvat myös iskutilavuudessa, jonka on havaittu olevan suurempi kansallisella huipputasolla kuin alemmilla sarjaportilla pelaavilla (Dickhuth ym. 1981).

Maksimaalinen hapenottookyky voidaan ilmaista absoluuttisena litramääränä tai suhteutettuna henkilön painokiloa kohti. Jalkapallon kaltaisessa juoksulajissa, jossa urheilijan paino vaikuttaa oleellisesti energiankulutukseen, on suhteellinen arvo käyttökelpoisempi (Reilly & Secher 1990). Norjalaistutkijat Wislöff ym. (1998) pitävät suhteellistakin arvoa epätarkkana, koska juoksun energiankulutus ei nouse samassa suhteessa painonnousun kanssa. He esittävät Berghiiä ym. (1991) myötäillen, että kehon paino tulee korottaa 0,75 potenssiin, jotta maksimaalisen hapenoton suhteellinen arvo ilmentäisi paremmin juoksun suorituskapasiteettia. Vastaavaksi korjauspotenssiksi suhteellisen maksimivoiman osalta he suosittavat 0,67:ää. (Wislöff ym. 1998.)

Maksimaalinen hapenottookyky on huippupelaajilla vaihdellut tutkimusten keskiarvona 58,1-69,2 ml/kg/min:n välillä (Ekblom 1986; Nowacki ym. 1988; Davis ym. 1992; Puga ym. 1993; Bangsbo 1994e; Wislöff ym. 1998). Korkein joukkuekeskiarvo juoksumatoteestissä on saatu saksalaiselle seurajoukkueelle (Nowacki ym. 1988), mutta myös Norjan moninkertaisen mestarijoukkue Rosenborgin kenttäpelaajat (n=14) ylsivät kaudella 1995 korkeaan joukkuekeskiarvoon 67,6 ml/kg/min (Wislöff ym. 1998). Amatilla on todettu korkeammat VO₂max-arvot kuin amatööreillä, mikä johtunee harjoittelun ja otteluiden pelaajiin kohdistamasta korkeammasta kuormittavuustasosta (Reilly 1994b). Pelipaikkakohtaisesti maalivahdit ja keskuspuolustajat saavat usein alhaisimmat ja keskikenttäpelaajat sekä laitapuolustajat korkeimmat kehon painoon suhteutetut hapenottoarvot (Davis ym. 1992; Puga ym. 1993; Bangsbo 1994e; Wislöff ym. 1998). Bangsbo (1994e) muistuttaa kuitenkin lukemien suuresta vaihteluvälistä myös pelipaikkojen sisällä. Koska keskuspuolustajat ovat yleensä kenttäpelaajista painavimpia, väärin suhteutettu painon perinteinen esitystapa eniten heidän tuloksiaan. Siksi olisi suositeltavaa käyttää tuloksissa aiemmin mainittua suhteutusta ml/kg^{0.75}/min. (Wislöff ym. 1998.)

VO₂max-tasoista kuormitusta ei voida ylläpitää pitkään. Korkein submaksimaalinen kuormitustaso, joka kyetään säilyttämään kauemmin kuvastaa niin sanottua ”anaerobista kynnystä”. Kynnys määritellään kuormituksen lisääntyessä kohtaan, jossa esimerkiksi veren laktaattipitoisuuden tai ventilaation nousu jyrkentyy; siten myös termit ”laktaattikynnys” ja ”ventilaatiokynnys” ovat yleisiä. Kynnys arvioidaan usein myös kuormituksenä, esimerkiksi juoksunopeutena, jossa ennalta määrätty laktaattipitoisuus toteutuu. 4 mM on usein käytetty taso. (Reilly 1994b.) Anaerobinen kynnys on ollut esimerkiksi englantilaisilla liigapelaajilla suhteellisesti esitettynä 77 % VO₂max ja 87 % HRmax (White ym. 1988). Suomalaisilla maajoukkuepelaajilla ovat vastaavat luvut olleet 84-86 % VO₂max ja 90 % HRmax (Rahkila & Luhtanen 1991). Maksimaaliseen juoksunopeuteen suhteutettuna jalkapalloilijoiden anaerobinen kynnys arvioidaan 41-48 %:n tasolle (Luhtanen & Miettinen 1987).

3.3 Jalkapalloilijan anaerobinen suorituskyky

Anaerobinen suorituskyky määritellään anaerobisena tehona ja kapasiteettina. Edellinen edustaa anaerobisen energian korkeinta hetkellistä purkausta ja jälkimmäinen taas maksimaalista anaerobista energiantuottokykyä uupumukseen johtavassa suorituksessa. (Reilly & Bangsbo 1998.) Jalkapalloilijoiden anaerobisen suorituskyvyn arvioinnissa on käytetty useita menetelmiä. Tulosten vertailun tekee hankalaksi menetelmien erot esimerkiksi kuormitusmallissa, joihin kuuluu muun muassa porrasjuoksu, vertikaalihyppy ja polkupyörä-ergometri. (Tumilty 1993.)

Apor (1988) havaitsi unkarilaisten huippupelaajien olevan Margarian ym. (1966) porrasjuoksutestissä 15-30 % parempia kuin samanikäiset ei-urheilijat. Boscon (1990) käyttäessä tutkimuksessaan 15 sekunnin vertikaalihyppyjä, jalkapalloilijat (27 W/kg) olivat parempia kuin hiihtäjät ja kestävyysjuoksijat, mutta huonompia kuin luistelijat ja pikajuoksijat. Samalla menetelmällä Faina ym. (1988) totesivat ammattilaisten paremmuuden amatööreihin verrattuna, joskaan tilastollista merkitsevyyttä ei pystytty osoittamaan. Bar-Orin (1981) kehittämällä Wingaten 30 sekunnin pp-ergotestillä mitataan poljintehon huippulukema sekä tehon lasku suhteessa huippuarvoon (Reilly & Bangsbo 1998). Ekblom (1986) havaitsi jalkapalloilijoiden 10 %:n paremmuuden harjoittlemattomaan kontrolliryhmään verrattuna. Englantilaisilla liigapelaajilla ei havaittu peli-

paikkakohtaisia eroja huipputehoissa eikä väsymisasteessa (Davis ym. 1992).

Lyhyillä juoksumatkoilla saksalaiset ammattilaiset hankkivat edun amatööreihin jo 10 metrin kohdalla ja maalissa, 30 metrin kohdalla eroa oli keskimäärin 0,14 sekuntia (4,19 vs 4,33 s) (Kollath & Quade 1993). Samalla matkalla parhaat suomalaiset pikajuoksijat ovat olleet parhaita jalkapalloilijoita noin 4 % nopeampia (Luhtanen 1996). Jalkapalloilijan nopeus on pääosin suhteessa jalkojen räjähtävään voimaan, liikkeiden koordinaatiokykyyn ja tilannearviokykyyn. Ottelussa liikkeen suuntaa tulee kyetä muuttamaan nopeasti esimerkiksi taklausta väistettäessä tai irtauduttaessa vastustajan vartioinnista. Ammattilaispelaajilla on todettu olevan yleensä erinomainen kyky nopeisiin suunnanmuutoksiin juoksussa (Bangsbo 1994b).

3.4 Jalkapalloilijan voimaominaisuudet

Jalkapallossa voima ja teho ovat keskeisiä ominaisuuksia kestävyuden lisäksi. Maksimaalinen voima kuvastaa korkeinta onnistunutta kertasuoritusta (1RM), joka hermosto- ja lihaskäytön avulla tahdonalaisesti suoritetaan. Teho syntyy voiman ja nopeuden tuotteena ja se ilmaisee kykyä tuottaa mahdollisimman suuri impulssi annetussa ajassa. (Wislöff ym. 1998.)

Jalkapallossa on lukuisia voimaa ja räjähtävyyttä vaativia suorituksia, kuten taklaukset, hyppy, potkut ja äkilliset suunnanmuutokset. Suoritusten tehokkuus on suhteessa liikkeestä vastaavien lihasten voimaan, joten korkeasta lihasvoiman tasosta on hyötyä pelaajalle. (Reilly ym. 2000.) Painopiste jalkapalloilijan voimaominaisuuksien arvioinnissa kohdistuu alaraajojen ja lantion seudun lihaksistoon. (Reilly 1994b.) Niiden osalta jalkapalloilijat ovatkin ei-urheilijoita voimakkaampia (Cabri ym. 1988; Wislöff ym. 1998).

Isometrisissä voimamittauksissa huippupelaajien polven ojennusvoimat ovat olleet tutkimusten ryhmäkeskiarvoina 262 N (Aagaard ym. 1993) ja 284 N (Öberg ym. 1986). Reisien dynaamisen fleksio- ja ekstensiovoiman ja pallon lentomatkan välillä pitkässä syötössä on osoitettu selvä korrelaatio 0.85-0.92, $p < 0.05$. Korkeimmillaan korrelaatio oli polven koukistajan eksentrisessä voimassa. (De Proft ym. 1988.) Isometrisesti

mitattuna on suositeltavaa, että reiden takaosan lihaksilla saavutetaan 60-65 % etureiden voimasta (Öberg ym. 1986).

Lihusvoimassa on ollut havaittavissa selkeitä pelipaikkakohtaisia eroja. Yleisesti käytetyllä isokineettisellä dynamometrillä (kulmanopeus 3,14 rad/s) mitattuna ovat tanskalaiset keskikenttäpelaajat ja laitapuolustajat (131-134 N) jääneet keskuspuolustajia ja hyökkääjiä (161-165 N) heikoimmiksi. Erojen arvellaan johtuvan enemmän valikoitumisesta tietylle pelipaikalle kuin pelipaikan aiheuttamasta muutoksesta lihasvoimassa. (Bangsbo 1994e.) Sitä vastoin japanilaisessa tutkimuksessa vastaavalla kulmanopeudella (Togari ym. 1988) ja englantilaisessa tutkimuksessa kulmanopeudella 2,09 rad/s (Davis ym. 1992) ei merkittäviä eroja pelipaikkojen välillä havaittu.

Räjähtävää voimaa mitattaessa on menetelmänä käytetty usein vertikaalihyppyä. Käsii vapaasti käyttäen huippupelaajien nousukorkeudet ovat olleet keskimäärin noin 55-60 cm (Ekblom 1986; White ym. 1988; Wislöff ym. 1998). Aiemmin on raportoitu myös englantilaisten liigapelaajien paikaltaan tasajaloin ponnistettavan pituushypyn tulos 219 ± 3 cm (Reilly 1979).

Wislöff ym. (1998) kyseenalaistavat isokineettisen voimamittausmenetelmän jalkapalloilijoilla, koska siinä käytettävä liikemalli ei heijasta lajinomaista raajojen liikettä. Heidän mielestään vapailla levytangoilla saadaan tarkempi kuva pelaajien toiminnallisesta voimasta. Suhteutettaessa voimatuloksia kehon painoon, he suosittelevat painon korotusta potenssiin 0,67. Norjalaisjoukkueiden jalkakyykky- (polvikulma 90°) ja penkki-punnerrustuloksia esitetään joukkueittain jaoteltuna taulukossa 2.

Taulukko 2. Norjalaisjoukkueiden voimaominaisuuksia (mukailtu Wislöff ym. 1998)

| Joukkue | Pituus (cm) | Paino (kg) | Jalka- kyykky | | | Vertik.- hyppy | | Penkki- punn. | |
|----------------------|----------------|---------------|------------------|------------|-----------------------------|-------------------|-------|------------------|-----------------------------|
| | | | (kg) | (kg/paino) | (kg/paino ^{0,67}) | (cm) | (kg) | (kg/paino) | (kg/paino ^{0,67}) |
| Rosenborg (n=14) | 181±5 | 77±6 | 165±22* | 2.1±0.3* | 9.0±1.2* | 57±7 | 83±13 | 1.1±0.3 | 4.6±0.7 |
| Strindheim (n=15) | 181±5 | 77±7 | 135±16 | 1.7±0.2 | 7.3±0.8 | 53±4 | 77±17 | 1.0±0.2 | 4.3±0.8 |

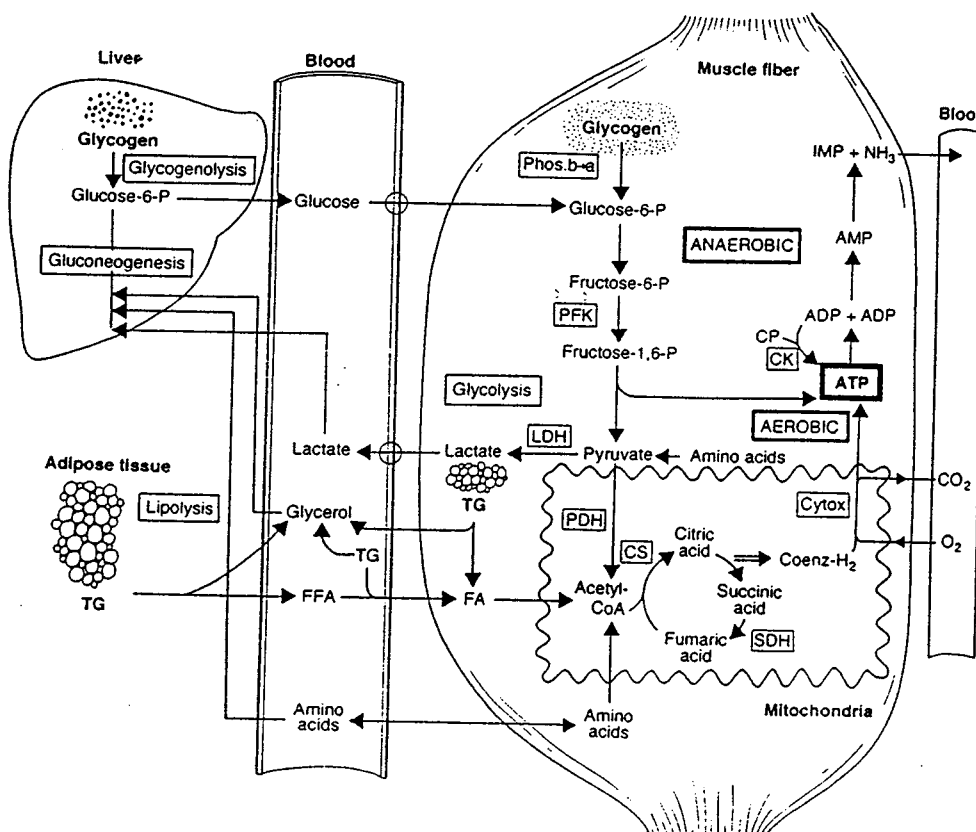
Taulukossa keskiarvot±keskihajonnat.

* Merkittävä ero joukkueiden välillä ($p < 0.01$)

(Rosenborg sarjan voittaja 1995, Strindheim viimeinen.)

4 ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA JALKAPALLOSSA

Kuormituksen aikana lihakset käyttävät energiaa, jota tuotetaan sekä aerobisen, että anaerobisen prosessin avulla. Anaerobista energiaa saadaan pääasiassa pilkkomalla adenosiniinifosfaattia (ATP) ja kreatiinifosfaattia (KP) tai muodostamalla hiilihydraatista (HH) glykolyysin kautta laktaattia. Aerobinen energia muodostetaan lihassolun mitokondriossa käyttämällä apuna happea, jota veri sinne kuljettaa. Käytettävät ravintoaineet saadaan pääasiassa hiilihydraateista ja rasvoista sekä niiden varastojen ehtyessä tarvittaessa myös proteiineista. ATP:n muodostus ja eri ravintoaineiden käyttö riippuu toiminnan intensiteetistä. Yleensä elimistön kapasiteetti riittää ylläpitämään tarvittavaa ATP-tasoa kuormituksessa. Kuviossa 4 on kuvattu energiantuoton biokemiallista prosessia. (Bangsbo 1994d.)



Kuvio 4. Energianmuodostuksen biokemialliset prosessit. ADP = adenosinidifosfaatti, AMP = adenosinimonofosfaatti, CK = kreatinikinaasi, CS = sitraattisyntaasi, FA = rasvahappo, FFA = vapaa rasvahappo, IMP = inosiinimonofosfaatti, LDH = laktaattidehydrogenaasi, NH₃ = ammoniakki, PDH = pyruvaattidehydrogenaasi, PFK = fosfofruktokinaasi, SDH = sukkiniaattidehydrokinaasi, TG = triglyseridi. (Bangsbo 1994d)

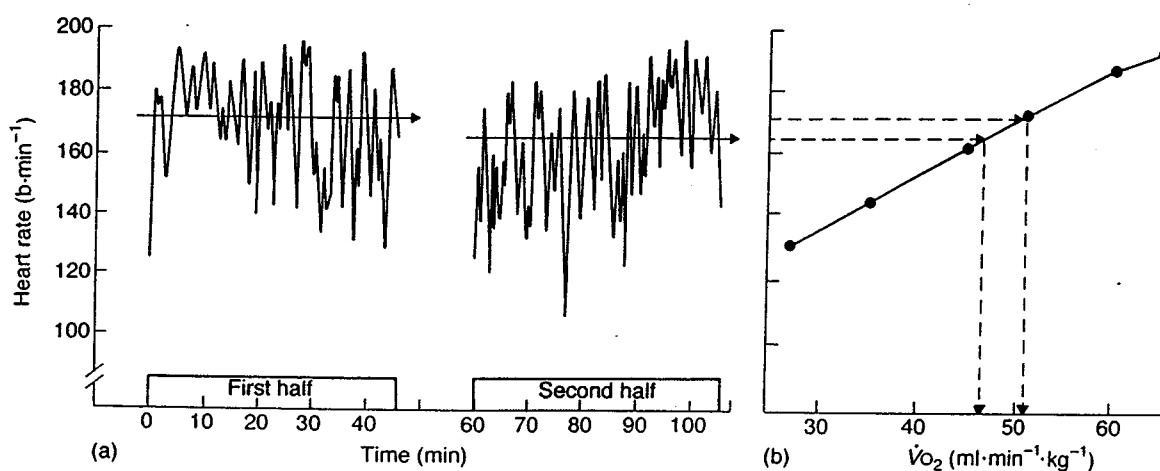
Juoksun energiankulutus on suhteessa mekaaniseen työhön ja se on melko riippumaton juoksuvauhdista. Näin voidaan pelaajan työmäärä ottelussa arvioida karkeasti liikutun kokonaismatkan perusteella. (Reilly 1994a.) Fyysisiltä ominaisuuksiltaan tyypillisen miespelaajan (paino 75 kg, $VO_2\text{max}$ 60 ml/kg/min) arvioidaan kuluttavan ottelussa energiaa noin 5700 kJ eli 1360 kcal työskennellessään 70 % $VO_2\text{max}$ tasolla (Bangsbo 1994a). (Naispelaajan vastaava lukema on arviolta noin 4600 kJ eli 1100 kcal, Brewer 1994). Toimittaessa 75 % $VO_2\text{max}$ tasolla, keskimääräinen energiankulutus voi nousta noin 69 kJ:een (16 kcal) minuutissa (Reilly 1990). Otteluaikaan suhteutettuna pelaaja työskentelee noin 88-90 % aerobista energiantuottoa hyödyntäen ja noin 10-12 % anaerobisesti (Bangsbo 1994a; Mayhew & Wenger 1985; Reilly 1994a).

4.1 Aerobinen energiantuotanto

Aerobinen energiantuottotaso on vaikea määrittää ottelutilanteessa aukottomasti, koska vain murto-osa ottelusta saadaan analysoitua menetelmällisten rajoitusten vuoksi. Usein käytetäänkin epäsuorana menetelmänä sydämen syketaajuuden (heart rate, HR) seuranta ja verrataan tuloksia vastaaviin laboratorioarvoihin yhdessä veren laktaattimääritysten kanssa. (Bangsbo 1994e.) Syketaajuuden käyttöä fyysisen rasituksen mittarina on perusteltu sillä, että se kuvastaa koko kehon verenkierron kuormitusta. Rasituksen lisääntyessä syketaajuus kiihtyy, jotta sydämen pumppaama verimäärä kasvaa ja voi näin vastata aktiivisen lihaksiston lisääntyneeseen hapentarpeeseen. Syketaajuus kiihtyy myös kuormituksen aiheuttaman lämpötilan nousun seurauksena, jolloin veren siirto iholle tehostuu. Koska ottelun palautusvaiheet ovat melko lyhyitä, syketaajuus säilyy kohonneena eikä sen vaihtelu ole erityisen suurta (variaatiokerroin < 5 %, Reilly, 1986). (Reilly 1990.)

Koska yksilöllinen syketaajuus ja hapenkulutus (VO_2) ovat laboratorio-olosuhteissa selkeässä suhteessa keskenään, voidaan ottelun hapenkulutustasoa arvioida epäsuorasti syketaajuuden avulla (kuvio 5 s. 19). Tällöin on kuitenkin huomioitava muutamia ongelmakohtia. Ensinnäkin, HR ei aina heijasta vallitsevaa VO_2 -tasoa (esim. staattinen lihastyö, pienten lihasryhmien kuormitus, emotionaalinen tai lämpötilastressi). VO_2 :n yliarviointi jää jalkapallossa kuitenkin pieneksi, koska siinä työskennellään pääosin suurilla lihasryhmillä ja kuormitustaso on suhteellisen korkea, jolloin emotionaalisen stressin vaikutus sykkeeseen pienenee. Toiseksi, HR:n ja VO_2 :n laskennalliset suhteet ovat

perustuneet juoksumatolla suoritettuun jatkuvakestoiseen submaksimaaliseen juoksuun, joka poikkeaa jalkapallon kuormitusmallista. Vaihtuvatehoisella intervallikuormituksella on saatu kuitenkin vastaavat suhteet esiin, joten näin oletetaan tapahtuvan myös jalkapallossa. Kolmanneksi, maksimaalisten spurttien jälkeen HR ja $\dot{V}O_2$ kohoavat epäsuhteessa toisiinsa nähden (Balsom ym. 1991). Pelaajakohtaisten spurttien kokonaisaika jää kuitenkin alle 1 %:iin otteluajasta, joten vain minimaalinen osa HR:n ja $\dot{V}O_2$:n suhteesta poikkeaa oletetusta. (Bangsbo 1994e.) Kuviossa 5 pelaaja toimi ottelussa noin 75 %:n tasolla suhteessa maksimaaliseen hapenottoonsa.



Kuvio 5. Yksittäisen pelaajan syketaajuudet ottelussa ja juoksumattotestissä. $\dot{V}O_2$ max 65,3 ml/min/kg, ottelussa $\dot{V}O_2$ 46,2-51,1 ml/min/kg (72-78 %). (Bangsbo 1994d)

Verrattaessa samaa keskimääräistä juoksunopeutta ottelussa ja juoksumattotestissä, on rasiustasossa ollut löydettävissä selkeä ero. Juoksumatolla syketaajuus on jäänyt 15-20 lyöntiä alhaisemmaksi kuin ottelussa ja hapenoton taso noin 60 %:iin. (Tumilty 1993.) Näin voidaan todeta, että pelkästään juoksunopeuden perusteella on vaikea ennustaa kokonaiskuormitusta, koska erilaiset pelinomaiset liikkeet, kuten käännökset, taklaukset, hypyt ja tasapainon hallinta tuovat huomattavan lisärasituksen pelaajalle. (Bangsbo 1994b.) Syketaajuus ei kuitenkaan heijasta pelkästään aerobista fyysistä kuormittumista, vaan siihen vaikuttavat lisäksi psyykinen kiihtymys sekä ympäristötekijät (Tumilty 1993).

Myös pallon kuljetuksen aiheuttama lisärasitus verrattuna normaaliin juoksuun on tutkittu juoksumatolla. Energiankulutus kasvoi kaikilla käytetyillä nopeuksilla (9,0-13,5 km/h) 7-11 %. Kasvu johtui lähinnä askelfrekvenssin tihtymisestä ja tasapainoa yllä-

pitävistä liikkeistä. Huolimatta selvästä rasituksen noususta voidaan sen kokonaisvaikutusta pitää kuitenkin marginaalisena johtuen pallonkuljetuksen vähäisestä osuudesta ottelussa. (Reilly & Ball 1984.)

Reilly & Bowen (1984) ovat todenneet sivuttain ja takaperin juoksemisen aiheuttaman lisäkuorman olevan 23-29 % vauhdin ollessa 5-9 km/h. Kuormitusvaikutus ottelussa jää edelleen pieneksi, koska niiden osuus kuljetusta kokonaismatkasta on vähäinen (esim. takaperin 1,3 %) (Bangsbo ym. 1991).

4.2 Anaerobinen energiantuotanto

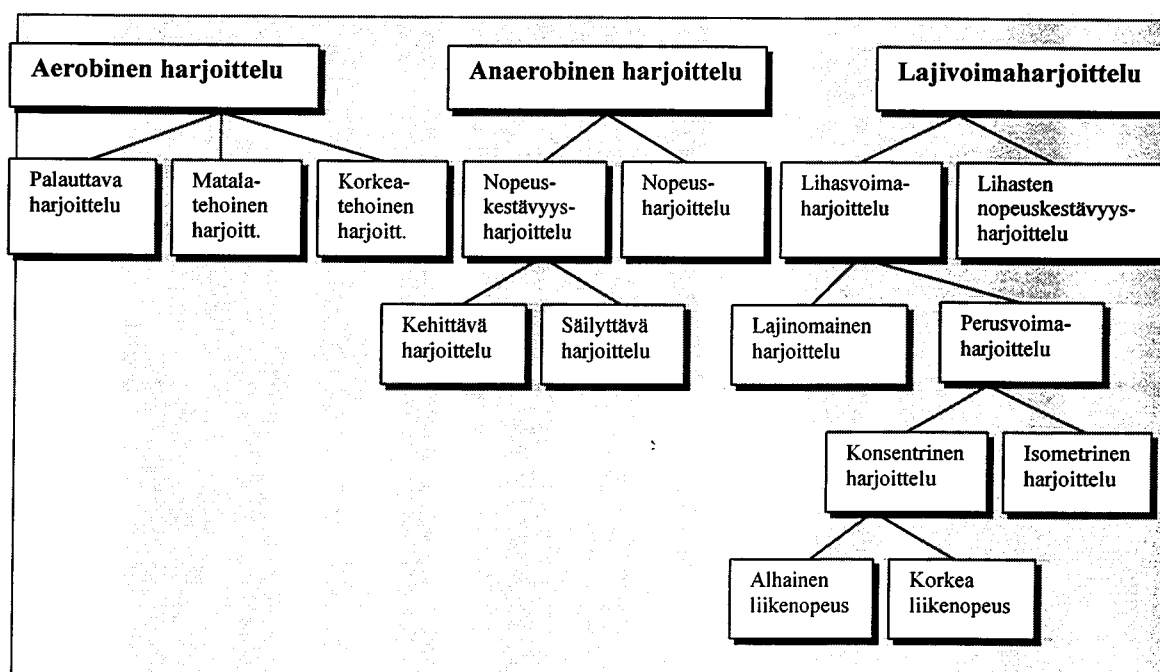
Anaerobisen energiantuoton puolella toimitaan miesten huippuotteluissa noin 7 minuuttia (Bangsbo ym. 1991). Japanilaisessa tutkimuksessa kenttäpelaajat työskentelivät ottelussa yli 4 mM:n veren laktaattitasolla 10-12 % ajasta ja 27-31 % matkasta. 4 mM:n taso oli määritelty juoksunopeutena juoksumattotestillä. (Ohashi ym. 1993.)

Korkeatehoisten suoritusten vaatimasta energiasta merkittävä osa saadaan KP:sta sekä osin varastoidusta ATP:sta. Vaikka KP:n käyttö onkin määrällisesti melko pientä, on sillä tärkeä tehtävä energiapuskurina tilanteissa, joissa suoritustehoa nostetaan nopeasti. Loput anaerobisesta energiasta tuotetaan glykolyysin kautta, joka johtaa laktaatin muodostumiseen. (Bangsbo 1994e.) Kuuden sekunnin maksimaalisessa dynaamisessa kuormituksessa KP-ATP -systeemi ja glykolyysi vastaavat puoliksi energiantuotannosta (Boobis 1987), puolen minuutin kohdalla suhde on noin 1:2 (Nevill ym. 1989). Kuormituksen pidentyessä glykolyysi tulee yhä hallitsevammaksi (Bangsbo 1994e).

Veren laktaattipitoisuutta käytetään usein anaerobisen, laktisen energiantuoton mittarina. Se edustaa tasapainoa laktaatin tuotannon, vapautumisen ja poistumisen välillä. On kuitenkin huomioitava, että laktaatti metaboloituu lihaksen sisällä kovan kuormituksen jälkeen (Brooks 1987); matalatehoisella (60-70 % VO_2 max) palautuskuormituksella ilmiö vielä tehostuu. Kaikki laktaatti ei näin päädy vereen. Lisäksi osa siitä vastaanotetaan muihin kudoksiin, kuten sydämeen, maksaan, munuaisiin ja levossa oleviin lihaksiin (Brooks 1987). Toisaalta tehosuorituksen kesto voi olla niin lyhyt, ettei se heijastu veren laktaatissa, vaan ainoastaan lihaksen laktaatissa. Näyttääkin vääjäämättä siltä, että veren laktaattitaso aliarvioi varsinaisen laktaatintuotannon. (Bangsbo 1994e.)

5 JALKAPALLON FYYSINEN VALMENNUS

Jalkapallovalmennuksen tulee sisältää useita ottelutilanteessa tarvittavia osa-alueita. Valmennus voidaan jakaa neljään erilaiseen tehtäväkenttään: tekniseen-, taktiseen-, psyykkis-sosiaaliseen- sekä fyysiseen valmentautumiseen. Näistä aineksista tulisi rakentaa harjoittelun kokonaisuus pelaajien ja joukkueen tarpeet huomioiden. Fyysisen harjoittelun, johon tässä lähinnä keskitytään, tarkoitus on antaa pelaajalle valmius selviytyä ottelun kuormituksesta ja varmistaa samalla pelaajan taitotason säilyminen ja hyväksikäyttö läpi ottelun. (kuvio 6, mukailtu Bangsbo 1994c.)



Kuvio 6. Fyysinen harjoittelun komponentit. (Mukailtu Bangsbo 1994c)

Fyysisten ominaisuuksien osalta on muistettava, että ne ovat ainoastaan välineitä taidon ja taktiikan rakentamiselle. Tällöin on tarkkaan harkittava, mitä ominaisuuksia on harjoiteltava erityisharjoittein, ilman pelinomaisuutta. Erityisesti aerobisen ja anaerobisen kestävyuden rakentamisessa tulee pyrkiä mahdollisimman paljon pelinomaisten harjoitteiden käyttöön. Näin harjoitteluun käytetty aika tehostuu, kun kestävyyttä parantavien harjoitusvaikutteiden lisäksi myös lajinomaista taitoa kehitetään. (Luhtanen 1987.)

Yhtenä fyysisen harjoittelun lähtökohtana voidaan pitää eri pelipaikkojen erilaisia fyysisiä vaatimuksia. Italialaistutkimuksessa osoitettiin nuorten (18 v) pelaajien kahdeksan kuukautta kestäneen pelipaikkakohtaisesti painotetun harjoittelun tuoneen perinteistä harjoittelua parempia tuloksia. Suorituskyky parani juuri painotetuissa ominaisuuksissa. Keskikenttäpelaajat ja laitapuolustajat harjoittelivat kontrolliryhmää enemmän aerobista tehoa ja saivat suuremman tulosparannuksen 1000 m:n juoksussa. Keskuspuolustajat ja hyökkääjät sen sijaan painottivat anaerobisen alaktisen tehon sekä voiman harjoittelua ja saivat suuremmat tulosparannukset 30 ja 50 m:n juoksuissa, staattisessa ja kevennyshypyssä sekä myös 15 sekunnin hyppytestissä. Maalivahdit painottivat samoja osa-alueita ja sen seurauksena kaikki hyppytulokset paranivat kontrolleja enemmän, mutta pienestä koehenkilöiden määrästä johtuen vain kevennyshyppy saavutti tilastollisen merkitsevyyden. (Di Salvo & Pigozzi 1998.)

5.1 Aerobinen harjoittelu

Aerobisen harjoittelun tarkoituksena on kehittää pelaajan hapenkuljetusjärjestelmää sekä parantaa lajispesifisten lihasten kykyä hyväksikäyttää happea ja hapettaa rasvoja pitkäkestoisessa suorituksessa, jolloin säästetään rajallisia glykogeenivarastoja. Lisäksi pelaajan palautumiskykyä parannetaan, jotta hän on valmis uuteen korkeatehoiseen suoritukseen entistä nopeammin. (Bangsbo 1994c.) Kestävyysharjoittelu kasvattaa myös aerobisen energiantuoton osuutta kokonaisenergiantuotosta (Bangsbo 1994e).

Ottelun ja harjoituksen fyysinen rasitustaso voidaan jaotella kolmeen luokkaan:

- a) palauttava = sydämen syketaajuus alle aerobisen kynnyksen,
- b) ylläpitävä = syke aerobisen ja anaerobisen kynnyksen välissä sekä
- c) kehittävä = syke yli anaerobisen kynnyksen.

Suomalaisessa tutkimuksessa yksittäisen pelaajan aikajakauma kuuden liigakarsintaottelun keskiarvona on ollut seuraava: palauttava 29 %, ylläpitävä 65 % ja kehittävä 6 %. Taulukossa 3 (s. 23) on esitetty luokkien esimerkkisykkeitä. (Luhtanen 1996.)

Taulukko 3. Aerobisen harjoittelun periaatteet (Luhtanen 1996)

| | Syke-% maksimista | | Syke / min (isku/min) | |
|------------------------|----------------------|--------|--------------------------|---------|
| | K.a. | Väli | K.a.* | Väli* |
| Palauttava harjoittelu | 65 | 40-80 | 130 | 80-160 |
| Säilyttävä harjoittelu | 80 | 65-90 | 160 | 130-180 |
| Kehittävä harjoittelu | 90 | 80-100 | 180 | 160-200 |

* Maksimisyke on 200 / min.

Palauttavaa harjoittelua esimerkiksi hölkäten tai matalatehoisesti pelaten voidaan käyttää raskaan harjoituksen tai ottelun jälkeisenä päivänä. Myös aistittaessa yllirasituksen oireita, on harjoittelu syytä keventää palauttavalle tasolle. *Matalatehoinen harjoittelu* tapahtuu kuormitustasolla, jolla pelaaja toimii suurimman osan otteluajasta. Kuormitusmalli voi olla vaihteleva, mutta kunkin rasitusjakson keston tulisi jatkua vähintään 5 minuuttia. Ilman palloa tehtynä on suositeltavaa vaihdella juoksun intensiteettiä esimerkiksi 2-3 minuutin välein. *Korkeatehoinen harjoittelulla* pyritään parantamaan maksimaalista hapenottoa. (Bangsbo 1994c.) Sitä kehittävät erityisharjoitteet on oltava yhtenä keskeisimpänä fyysisen harjoittelun osana etenkin taidollisesti edistyneillä pelaajilla (Ekblom 1986). Kuormitusmallin tulisi tällöin olla jaksottainen, intervallityyppinen, jossa työskentely- ja palautumisaikojen vaihtelulla voidaan vaikuttaa kokonaiskuormittumiseen. Mitä lyhyempi kuormitusjakso on, sitä korkeampi tulee intensiteetin olla. Peliharjoitteissa voi sääntövariaatioilla (esimerkiksi pelaajien lukumäärä tai alueen koko) vaikuttaa pelitehoon. Maksimaalisen aerobisen tehon ja pelaajan ottelussa liikuman kokonaismatkan välillä on havaittu selvä yhteys (korrelaatio $r=0.64-0.89$) (Småroos 1980; Bangsbo & Lindqvist 1992; Reilly 1994a). (Bangsbo 1994c.)

5.2 Anaerobinen harjoittelu

Anaerobisen harjoittelun tarkoituksena jalkapallossa on parantaa pelaajan kykyä toimia ja tuottaa nopeasti tarvittava teho korkeaintensiteetisissä suorituksissa sekä nostaa pelaajan kapasiteettia tuottaa tehoa ja energiaa toistuvasti anaerobisen energiantuottomekanismin kautta. Myös välittömien energialähteiden palautuminen nopeutuu oikean harjoittelun myötä. (Bangsbo 1994c.)

Anaerobinen harjoittelu jaetaan usein kahteen osaan: a) nopeusharjoitteluun ja b) nopeuskestävyysharjoitteluun. Jaottelu perustuu lähinnä energiametaboliaan; nopeusharjoittelussa suorituskesto on lyhyt (alle 10 sekuntia) ja palautusjakso pitkä, joten tarvittava energia saadaan pääosin välittömistä energialähteistä (KP ja ATP) eikä laktaattia vielä suuremmin kasaudu, kun taas nopeuskestävyysharjoittelussa työjakso on pitempi (noin 20-90 sekuntia), jolloin välittömät energialähteet ehtyvät jo alkuvaiheessa, eikä aerobinen systeemi tuota riittävän nopeasti uutta energiaa, joten laktaattia alkaa kertyä yhä enemmän. Kuormitusmalli tulisi molemmissa olla intervallityyppinen. Nopeuskestävyysharjoittelu voidaan vielä pilkkoa kahtia; puhutaan *kehittävästä* ja *säilyttävästä* nopeuskestävyydestä (taulukko 4, Luhtanen 1996). (Bangsbo 1994c.)

Taulukko 4. Anaerobisen harjoittelun periaatteet (Luhtanen 1996)

| | | Kesto Työ (s) | Lepo | Teho | Toistot |
|----------------------------------|------------|------------------|------------------------------|------------------|---------|
| Nopeus- harjoittelu | | 2-10 | >5 kertaa työskentelyaika | Maksimi | 2-10 |
| Nopeuskestävyys- harjoittelu- | Kehittävä | 20-40 | >5 kertaa työskentelyaika | Lähes maksimi | 2-10 |
| | Säilyttävä | 30-90 | Sama kuin työskentelyaika | Lähes maksimi | 2-10 |

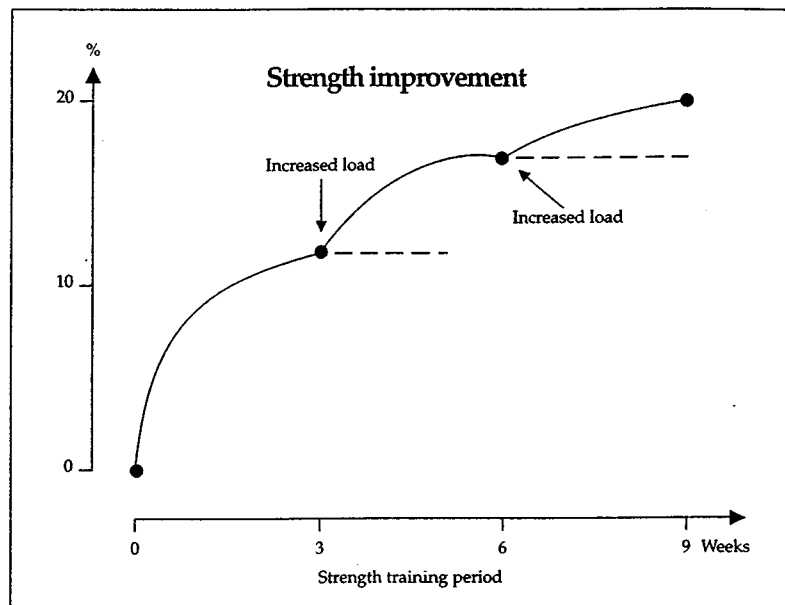
Nopeusharjoitteluun tulisi sisältyä näköaistiin perustuvaa reagointia, voimaa ja liikkuvuutta lisääviä elementtejä sekä juoksutekniikkaa ja suunnanmuutoskykyä parantavia osioita. Nopeusharjoitteiden tehon tulee olla korkea ja ne on hyvä ajoittaa harjoituksen alkuun verryttelyn jälkeen, jolloin pelaajat eivät ole vielä väsyneitä. (Luhtanen 1996.)

Nopeuskestävyysharjoittelulla kehitetään pelaajien kykyä jaksaa toistuvia korkeatehoisia suorituksia sekä sietää ajoittain korkeitakin laktaattipitoisuuksia. Harjoittelu on vaativaa sekä fyysisesti että psyykkisesti, joten pelinomaisuus olisi suotavaa. Suoritustavan tulisi rasittaa pääasiassa niitä lihaksia, jotka myös ottelussa joutuvat kovimmalle. Harjoitteet suositellaan sijoitettavaksi harjoituksen loppuosaan, jonka jälkeen on hyvä verrytellä palautumisen nopeuttamiseksi. (Bangsbo 1994c.)

5.3 Voimaharjoittelu

Jalkapallossa pelaajien voima-alueista tärkeimpiä ovat pikavoima, räjähtävä voima, lihaskestävyys sekä voimakestävyys. Luonnollisesti laji vaatii eniten jalkavoimia. Valmennuksellisesti keskeisin tavoite on voimantuoton alueella jalkojen pikavoiman ja räjähtävän voiman kehittäminen. Niiden korkea taso ennustaa hyvää lähtö- ja juoksuopeutta kentällä. (Luhtanen 1996.) Kuten kuviossa 6 (s. 20) selvitettiin, voidaan lajivoimaharjoittelu jakaa lihasvoimaharjoitteluun ja lihasten nopeuskestävyysharjoitteluun. Niiden harjoitteluperiaatteita esitellään taulukossa 5 (s. 26, Luhtanen 1996).

Lihassoimaharjoittelulla pyritään turvaamaan tarvittava voimataso vaativissa lajisuorituksissa, kuten kiihdytyksissä, hyppyissä tai taklauksissa sekä ennaltaehkäisemään loukkaantumisia ja mahdollisen loukkaantumisen jälkeen nopeuttamaan kuntoutumista. Lihassoimaharjoittelu sisältää lajinomaisen voimaharjoittelun (esimerkiksi potkuliike vetotaljan avulla) sekä perusvoimaharjoittelun, jolla varmistetaan riittävä lihasmassa ja perusvoimataso. Perusvoimaharjoittelussa suositellaan käytettäväksi lähinnä konsentrista tai isometristä lihassupistustapaa. (Bangsbo 1994c.) Vastusta suositellaan lisättäväksi kolmen viikon välein (kuvio 7, Bangsbo 1994b).



Kuvio 7. Voiman kehittyminen (strength improvement) ja vastuksen lisääminen (increased load) voimaharjoittelussa. (Bangsbo 1994b)

*Lihasten nopeuskestävyys*harjoittelu tähtää oleellisten lihasryhmien kykyyn jaksaa toistuvia lajisuorituksia sekä toisaalta parempaan aineenvaihduntaan ja palautumiskykyyn muun muassa kapillarisaatiota lisäämällä (Bangsbo 1994c).

Taulukko 5. Lajivoimaharjoittelun periaatteet. Yllä: perusvoimaharjoittelu. Alla: lihas-
ten nopeuskestävyys

harjoittelu (Luhtanen 1996)

| | Kuorma | Toistot | Tauko (min) | Sarjat |
|---------------------------|---|---------|-------------|--------|
| Konsentrinen | | | | |
| Matala teho | 5 MT | 5 | 2- 5 | 2-4 |
| Korkeateho | 50 % 5 MT:stä | 15 | 1- 3 | 2-4 |
| Isometrinen | 85-100 % maksimista 5-15 sekunniksi | 5-10 | 5-15 | 2-4 |
| MT = maksimitoisto | | | | |
| | Kuormitus | Kesto | | Sarjat |
| | | Työ (s) | Lepo(s) | |
| Konsentrinen | Vakio tiheys (20-60 krt/min) | 15-60 | 15-60 | 2-4 |
| Isometrinen | 50-80 % maksimista | 15-60 | 15-60 | 2-4 |
| Eksentri- konsentrinen | Hyppelyt 70-90 % maksimista | 15-60 | 15-60 | 2-4 |

5.4 Harjoittelun jaksotus

Ottelukausi ajoittuu eri maissa eri tavalla ja sen kesto voi vaihdella suuresti. Useimmissa Euroopan maissa kausi alkaa heinä-elokuussa ja päättyy toukokuussa, keskitalvella voi olla 1-3 kk:n tauko. Pohjoismaat Tanskaa lukuun ottamatta sekä Venäjä pelaavat sarjansa keväästä syksyyn kauden kestäessä 6-8 kuukautta. Tässä esityksessä lähtökohtana on suomalainen kausirytmitys: sarja alkaa yleensä huhti-toukokuun vaihteessa ja päättyy lokakuun loppupuolella. Valmentajan laatima kausisuunnitelma voidaan tiivistää kolmeen kokonaisuuteen; valmistautumiskauteen, ottelukauteen ja ylimenokauden (Luhtanen 1996).

Valmistautumiskausi. Ennen harjoituskauden alkua on pelaajat syytä testata ja määritellä kunkin aerobinen - ja anaerobinen kynnys. Sen perusteella pelaajat voidaan jakaa kuormitustasoryhmiin. Valmistautumiskauden alussa joulutammikuussa painopiste on aerobisen kestävyuden ja lihaskestävyyden puolella. Toiminnan tehoalue on aluksi syketasolla 140-160 lyöntiä minuutissa, myöhemmin lähempänä anaerobista kynnystä. Pelinomaiset taitodrillit soveltuvat hyvin tähän jaksoon. Valmistautumiskauden jälkipuoliskolla helmi-maaliskuulla painopiste siirtyy tehollisiin elementteihin, kuten nopeus- ja nopeuskestävyyden harjoitteluun. Myös voimaharjoittelussa teho on tällöin oleellinen. Kestävyyspuolella vauhtikestävyys on keskeinen. Sarjakauden lähestyessä viimeisen noin 1,5 kuukauden teema on usein peliteho ja nopeuskestävyys. Peruskestävyys pyritään säilyttämään. Tuolloin on syytä pelata säännöllisesti mahdollisimman kovatasoisia harjoitusotteluita, joilla on todettu olevan vaikutusta myös maksimaaliseen hapenottokykyyn; positiivinen suunta on ollut tosin nähtävissä vain joukkueen vakiopelaajilla (Bangsbo 1994e). (Luhtanen 1996; Luhtanen & Miettinen 1987.)

Ottelukausi. Sarjakauden aikana harjoittelun tulee sisältää paljon korkeatehoista aerobista harjoittelua. Nopeus- ja nopeuskestävyysharjoittelun tulee olla säännöllistä. Peruskestävyys yritetään säilyttää pitkäkestoisilla harjoituksilla, joissa palautusjaksot ovat lyhyitä. Voimaharjoittelun tarve on pitkälti yksilökohtaista ja sen mielekkyys riippuu käytettävissä olevasta harjoitteluajasta. Mahdollisen sarja- ja harjoittelutauon aikana tulisi ominaisuuksien laskua ehkäistä riittävällä matalatehoisella aerobisella kuormituksella. (Bangsbo 1994c.)

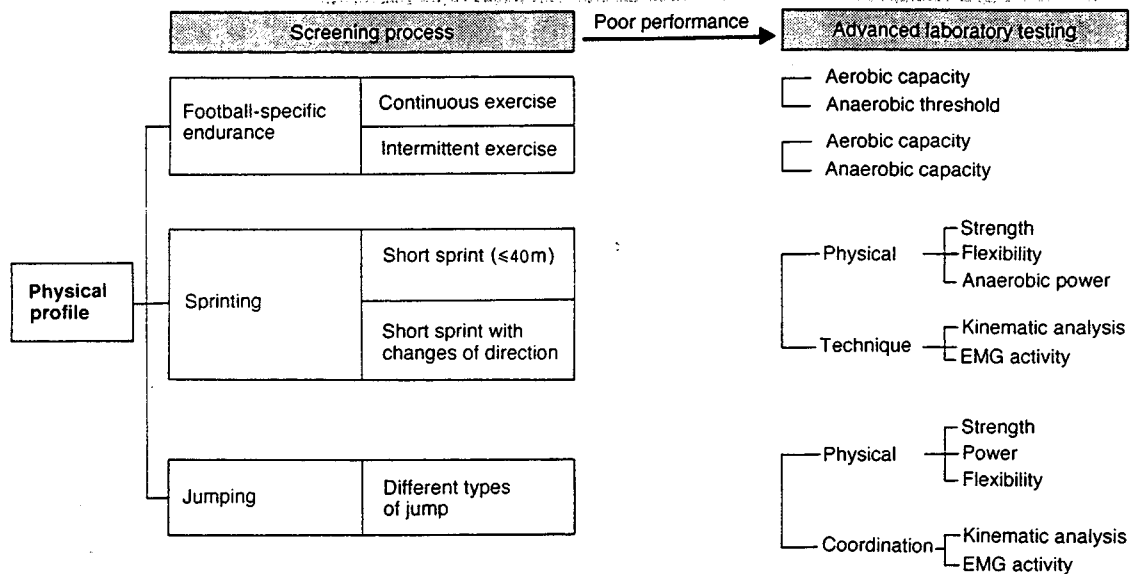
Ylimenokausi. Pelikauden jälkeen, ennen uuden harjoituskauden alkua on tärkeää sekä fyysinen että psyykinen palautuminen. Säännöllinen aerobinen liikunta vaihtelevien lajien parissa vähentää hankitun fyysisen kunnan laskua. Jo kolmen viikon jakso kauden jälkeen ilman harjoitusta on alentanut merkittävästi kestävyyttä mittaavan kenttätestin tuloksia, nopeiden lihassolujen pinta-alaa sekä erityisesti lihasten aerobista energiantuottoa säätelevien entsyymien aktiivisuutta (Bangsbo 1994e.)

5.5 Fyysisen testauksen periaatteet jalkapallossa

Balsom (1994) listaa fyysisen testauksen periaatteita seuraavasti:

- ◆ Testaukselle täytyy olla perusteltu syy, joka voi olla esimerkiksi:
 - a) yksilön fysiologisen profiilin selvitys (löydetään heikkoudet ja vahvuudet),
 - b) harjoittelun tehokkuuden seuranta,
 - c) kuntoutumisen edistymisen seuranta,
 - d) yksilön terveydentilan kartoitus, tai
 - e) tieteellinen tutkimus.

Kuviossa 9 Balsom (1994) esittelee testausmallin, joka perustuu pelaajan fyysisen profiilin kartoitukseen kolmen perusominaisuuden eli lajikestävyuden, spurtinopeuden ja hyppäämisen mittaamisella. Tarvittaessa voidaan käyttää tarkempia laboratoriotestejä.



Kuvio 9. Testausmalli jalkapallossa. (Balsom 1994)

Fyysisellä testillä, ollakseen käyttökelpoinen, tulisi olla korkea validiteetti sekä selvä korrelaatio tulosten ja ottelusuorituksen välillä. Näiden tavoitteiden toteutuminen on vaikeaa, koska mikään yksittäinen mittausmenetelmä ei kuvasta yksistään jalkapallossa tarvittavaa kestävyyskapasiteettia. Toisaalta myöskään ottelu ei välttämättä anna oikeaa kuvaa pelaajan todellisesta maksimaalisesta suorituskyvystä esimerkiksi taktisten rajoitusten vuoksi. (Bangsbo & Lindquist 1992.)

6 PIENPELIT JALKAPALLOSSA

Jalkapallo pienjoukkuein (3-5 kenttäpelaajaa + maalivahti) on omana sisälajinaan kasvattamassa suosiotaan Euroopassa. Lajin erikoisseurojen lisäksi moni ammattilaisjoukkue osallistuu talvitaukonsa aikana pienpeliturnauksiin pitääkseen fyysisen tasonsa korkealla. Oleellisempaa on kuitenkin se, että useimmat jalkapallojoukkueet käyttävät pienpelejä keskeisenä harjoittelun osana. (MacLaren ym. 1988.)

6.1 Pienpelit fyysisinä lajiharjoitteina

Jalkapallossa olisi suotavaa, pelin tasosta riippumatta, että suurin osa kestävyysharjoittelusta rakentuisi toistuvista lyhytkestoisista korkeatehoisista kuormitusjaksoista pallon kanssa, esimerkiksi pienpelien muodossa. Tämä poikkeaa selvästi kestävyysurheilijoiden harjoittelusta, joka koostuu pääosin pitkäkestoisesta jatkuvasta kuormituksesta. Näillä molemmilla kuormitusmalleilla voidaan vaikuttaa elimistön hapenkuljetusjärjestelmän sentraalisiin muutoksiin eli sydämen pumppaus- ja veren hapenkuljetuskykyyn. (Balsom 1998.)

Sentraalisista harjoitusvaikutuksista poiketen paikalliset lihastason muutokset ovat spesifejä kullekin harjoitustyypille. Syynä tähän on se, että kuormituksen liikemalli määrää lihassolutyyppien käyttöönottojärjestyksen aktiivisissa lihaksissa. Pitkäkestoisessa juoksemisessa vain hitaat solut ovat aktiivisia, nopeat solut vaativat korkeatehoista kuormitusta aktivoituakseen. Näin ollen pitkäaikainen jatkuva kestävyysharjoittelu voi heikentää lihaksen räjähtävää suorituskykyä, jolloin esimerkiksi pelaajan lähtönopeus huononee. Siksi on tärkeää, ettei kestävyysharjoittelulla, sen positiivisista vaikutuksista huolimatta, vaaranneta jalkapallossa oleellista korkeatehoista suorituskykyä. (Balsom 1998.)

Fyysisten, lajinomaisten harjoitusvaikutusten lisäksi jalkapallon pienpeleissä toteutuu taitojen kehittäminen pelinomaisten paineen ja väsymyksen alaisena. Se on hyödyllistä etenkin huippupelaajille; alemmalla tasolla puutteellista taitoa on syytä ensin parantaa ilman väsymystä ja vastustajaa. (Reilly 1990.)

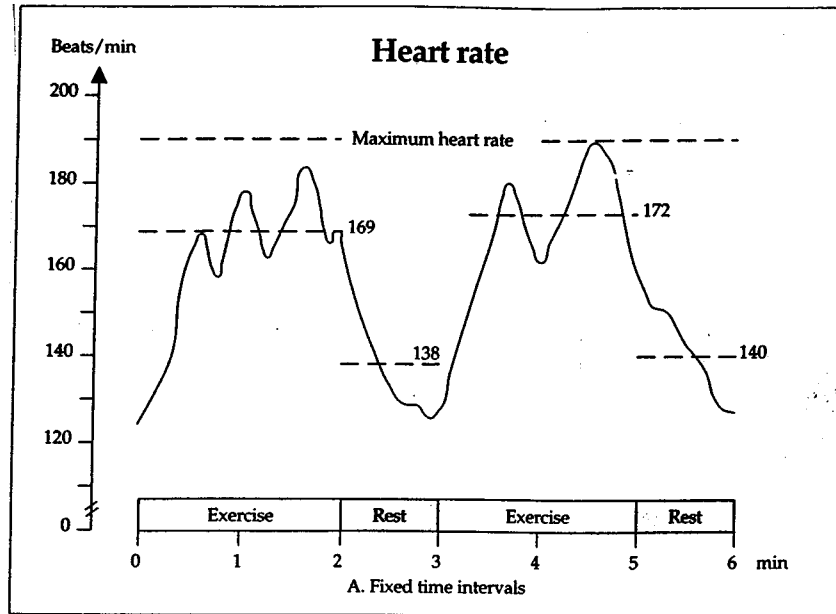
Pyrittäessä pienpelissä korkeaan kuormittavuuteen, on rasisusjakson kesto oleellinen. Pelaajan saamat lepo hetket pallon ollessa pois pelistä alentavat kuormitusta selkeästi, ja mikäli työjakso on alle 30 sekunnin mittainen, ei haluttuun rasisustasoon useinkaan yllä. Pelin intensiteetin määrittäksessä pätee periaate, jossa tehon tulee olla sitä korkeampi mitä lyhyempi pelijakso on. (Bangsbo 1994b.) Luhtanen & Miettinen (1987) suosittelee harjoitusmuodoksi esimerkiksi 3v3-peliä maksimaalisen hapenoton kehittämiseen valmistautumiskauden loppupuolella ja ottelukaudella. Työjakson pituuden tulisi tällöin olla 2,5-3,0 minuuttia ja palautuksen 30-45 sekuntia, jaksoja olisi neljä.

6.2 Pienpelien fyysinen kuormittavuus

Tutkittaessa pienpeliturnauksessa joukkueen fyysistä kuormittumista 4v4-pelissä, kenttäpelaajat (n=4) toimivat keskimäärin syketaajuudella 172 lyöntiä minuutissa ja hapenotolla 3,97 l/min (81 % VO₂max). Plasman laktaattipitoisuus kohosi kolmessa eri ottelussa 4,5-5,9 mM:iin. (MacLaren ym. 1988.) Rasisustaso nousi näin korkeammaksi kuin monissa normaalin kentän tutkimuksissa (ks. sivu 7).

Balsom (1998) on raportoinut tuloksia 3v3-pelistä (n=6). Siinä pelattiin pieniin maaleihin ilman maalivahteja 33 x 20 m alueella. Kuormitusjaksojen yhteiskesto oli 18 minuuttia neljällä eri aikavariaatiolla (työ/palautus (s): 180/120, 70/20, 30/30, 30/15). Kaikissa peleissä keskimääräinen syketaajuus oli korkeampi kuin 85 % HRmax, korkein se oli kolmen minuutin työjaksoilla (>95 % HRmax). Myös Mäkelä (1999) käytti tutkimuksessaan pieniä maaleja pelialueen ollessa vastaava eli noin aari pelaajaa kohti. Työ- ja palautusjaksot olivat 45 (38), 90 (65) ja 180 (95) sekunnin pituisia, suluissa olevat palautusajat toteutuivat tavoitteellisen palautussykkeen (keskimäärin 126 lyöntiä minuutissa) saavuttamisen perusteella. Syketaajuudet ilmoitettiin työjakson viimeisen kolmanneksen keskiarvona. Ne olivat 2v2-pelissä (n=8) edellä mainitussa järjestyksessä 154, 167 ja 171 sekä 4v4-pelissä (n=3) 159, 155 ja 166 lyöntiä minuutissa.

Kuviossa 10 (s. 31, Bangsbo 1994b) on esimerkki yksittäisen pelaajan syketaajuudesta pienpelissä, kun työjakso oli 2 minuuttia ja palautus 1 minuutti. Tällöin pelaajan syketaavoite oli 85-95 % HRmax.



Kuvio 10. Pienpeliharjoitteen kuormittavuus sykkeellä mitaten (n=1). (Bangsbo 1994a)

7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA MENETELMÄT

Jalkapallossa pelaajalla tulee olla riittävät fyysiset ominaisuudet, jotta hän pystyy säilyttämään taidollisen suorituskykynsä optimaalisena läpi ottelun. Fyysisessä harjoittelussa olisi suotavaa tarkoituksenmukainen pelinomaisuus, joka tukee myös pelaajan taitoon ja pelikäsitykseen liittyviä osatekijöitä. Sopivilla pienpeleillä voidaan nämä tavoitteet usein toteuttaa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää suomalaisella liigatasolla käytettyjen tyypillisimpien pienpelien fysiologista kuormittavuutta syketaajuuden ja veren laktaattipitoisuuden määritysten avulla. Lisäksi pyrittiin määrittelemään tasavauhtinen juoksu-nopeus, jossa syketaajuus vastasi pienpeleissä toteutunutta syketaajuutta.

7.1 Tutkimusongelmat ja hypoteesit

Tutkimusongelmat:

- 1) Saavutetaanko pienpeleillä normaalin jalkapallo-ottelun fysiologinen kuormitustaso?
- 2) Onko pelivariaatioiden välillä eroa kuormittavuudessa?
- 3) Onko pelaajien välillä eroa kuormittumisessa (= variaatiokerroin > 10 %)?
- 4) Saavutetaanko juoksuharjoitteella pelaajien arvioitu ”laktaattikynnys”?
- 5) Onko kuormitusmallien välillä eroa suhteessa suorituskykymuuttujiin?

Hypoteesit:

- 1) Pienpeleissä kuormitustaso on vähintään yhtä korkea kuin otteluissa.
- 2) Pelivariaatioiden välillä ei ole eroa kuormittavuudessa.
- 3) Pelaajien välillä on eroa kuormittumisessa.
- 4) Juoksuharjoitteella ylletään vähintään ”laktaattikynnykselle”.
- 5) Kuormitusmallien välillä ei ole eroa suhteessa suorituskykymuuttujiin.

7.2 Koeasetelmat ja -henkilöt

Kaikille kahdelletoista Suomen liigajoukkueen päävalmentajalle tehtiin kunkin joukkueen pienpelien ja juoksuharjoittelun sisältöä koskeva kysely puhelimitse maaliskuussa 2000 (liite 1). Saatujen vastausten yhteenvedon avulla pyrittiin tutkimuksen koeasetelmat (liite 2) muotoilemaan yleisimmin käytettyjen harjoitteiden mukaisiksi niin pienpelien kuin juoksukuormituksen osalta.

Pienpelit (variaatio A ilman kosketusrajoituksia; variaatio B enintään kaksi pallokosketusta)

- Joukkueet
 - 5v5 (4 kenttäpelaajaa + maalivahti)
- Kenttä
 - 40 x 30 m normaalein maalein
- Pelijaksot
 - 9 x 2 min (jaksojen välissä palautus 1 min passiivisena)
- Säännöt
 - normaalisäännöin ilman paitsioita ja erikoistilanteita
 - pelinavaus maalivahdilta mahdollisimman nopeasti pallon poistuttua alueelta tai rikkeen jälkeen
- Muut ohjeet
 - pelitempo kuten normaalissa harjoituksessa

Juoksukuormitus

- Rata
 - suoraa juoksurataa (100 m) edestakaisin
 - käännöspaikalla viiva, jonka taakse kosketus jalalla
- Jaksot
 - samat kuin pienpeleissä
- Intensiteetti
 - yksilöllisen syketaajuuden mukaan
 - pienpelijaksojen jälkimmäisten minuuttien keskiarvojen keskiarvo
- Muut ohjeet
 - vauhti mahdollisimman tasainen
 - sykemittarin vastaanotinta tarkkaillen syketaajuus mahdollisimman lähellä tavoitelukemaa juoksun jälkimmäisen minuutin aikana

Koehenkilöinä toimi kahdeksan aktiivijalkapalloilijaa (taulukko 6 s. 34), joista kaksi oli ulkomaalaista. Ryhmästä oli kauden aikana kolme pelaajaa maajoukkue tehtävissä. Koehenkilöt antoivat kirjallisen suostumuksensa tutkimukseen osallistumisesta (liite 3). Osa taustatiedoista kyseltiin heiltä suullisesti. Varsinaisen koeryhmän lisäksi pienpeleissä

avusti samalta sarjatasolta kaksi maalivahtia ja seitsemän kenttäpelaajaa, jotta näytteenotto ja jälkimittaukset voitiin suorittaa porrastetusti.

Mittaukset suoritettiin alkumittausten ja pelien osalta Lahden Suurhallissa (lämpötila noin 19 °C) keinonurmialustalla (Astrodurf) maaliskuun lopulla 2000, jolloin seurajoukkueissa harjoittelukausi on usein kuormittavimmillaan sekä määrän, että intensiteetin osalta. Juoksumittaukset tehtiin Lahden Stadionin ruhtan-pintaisella juoksuradalla ulkona (lämpötila noin 17 °C) ja ne ajoituivat toukokuun puoliväliin sarjakauden ollessa jo käynnissä. Viivästys suunnitellusta aikataulusta (huhtikuun alku) johtui siitä, ettei osalle koeryhmän pelaajista haluttu seuraharjoitusten lisäksi tuottaa ylimääräistä fyysistä kuormitusta yllirasitusriskin ollessa aistittavissa. Sarjakauden alettua huhtikuun lopulla, saatiin mittauskerta sovitettua vasta ensimmäiselle ilman arkiottelua olleelle viikolle.

Käytettävissä oli kaikkien koehenkilöiden juoksumatolla maaliskuun lopulla tai huhtikuun puolivälissä tehtyjen maksimaalisten hapenottotestien tulokset.

Taulukko 6. Koehenkilöiden taustatietoja

| Koehenkilöiden taustatiedot | Koehenkilö | | | | | | | | ka | SD |
|------------------------------------|------------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|-------------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| Ikä (v) | 20 | 22 | 20 | 27 | 26 | 20 | 20 | 21 | 22 | 3 |
| Lajiharjoittelua (v) | 14 | 15 | 13 | 21 | 20 | 14 | 14 | 15 | 16 | 3 |
| Sarjataso (Suomessa v. 2000) | Liiga | Liiga | 2. div. | Liiga | Liiga | Liiga | 1. div. | Liiga | | |
| Pelipaikka | KK | H | KP | KP | KK | KK | KK | KK | | |
| Pituus (cm) | 178 | 176 | 180 | 179 | 178 | 168 | 180 | 182 | 178 | 4 |
| Paino (kg) | 76,4 | 72,7 | 73,8 | 76,0 | 84,0 | 63,1 | 77,6 | 71,3 | 74,4 | 6,0 |
| Kehon rasvapitoisuus (%) | 12,6 | 10,9 | 8,6 | 8,2 | 19,2 | 10,3 | 9,6 | 10,4 | 11,2 | 3,5 |
| VO ₂ max (ml/kg/min) | 64,0 | 62,0 | 61,4 | 64,0 | 55,0 | 63,0 | 57,9 | 63,0 | 61,3 | 3,2 |
| HRmax (l/min) | 202 | 202 | 182 | 195 | 193 | 210 | 187 | 197 | 196 | 9 |
| LAm _{ax} (mM) | 13,4 | 9,2 | 11,0 | 11,1 | 10,2 | 9,3 | 12,3 | 11,0 | 10,9 | 1,4 |
| HR / AnaK (l/min) | 180 | 187 | 169 | 178 | 180 | 193 | 171 | 185 | 180 | 8 |
| LA / AnaK (mM) | 4,5 | 3,3 | 4,3 | 2,9 | 3,1 | 3,1 | 3,6 | 3,7 | 3,6 | 0,6 |
| VO ₂ / AnaK (ml/kg/min) | 53,7 | 54,0 | 50,8 | 56,0 | 48,0 | 57,0 | 50,8 | 56,0 | 53,3 | 3,2 |
| Juoksunopeus / AnaK (km/h) | 14,0 | 15,0 | 15,0 | 14,4 | 13,5 | 14,4 | 14,0 | 14,7 | 14,4 | 0,5 |
| HR / AerK (l/min) | 161 | 172 | 152 | 163 | 162 | 174 | 157 | 167 | 164 | 7 |

Ka = keskiarvo, SD = keskihajonta.

Pelipaikka: KP = keskuspuolustaja, KK = keskikenttäpelaaja, H = hyökkääjä.

VO₂ = hapenotto, HR = sydämen syketaajuus, LA = veren laktaattipitoisuus,

AnaK = anaerobinen kynnys, AerK = aerobinen kynnys.

7.3 Mittausmenetelmät ja mitattavat muuttujat

Esimittauksissa, jotka tehtiin vuorokausi ennen ensimmäistä varsinaista mittauskertaa, koehenkilöt suorittivat noin 10 minuutin yksilöllisen verryttelyn jälkeen Suomen Palloliiton testipatteristoon kuuluvan nopeuskestävyystestin (Vilkki 1998). Siinä pelaaja juoksee edestakaisin yhtäjaksoisesti 10 x 20 m siten, että nopeus pyritään säilyttämään maksimaalisena alusta loppuun. Käännökset tapahtuvat keilojen ympäri ja ajanottokennot (yhdistettynä Digitest 2000:een) sijaitsevat puolivälissä 10 m:n kohdalla. Lähtökiihdytys tapahtuu keilalta, joten ajanotto käynnistyy ”lentävänä”. Tuloksena saadaan suorituksen kokonaisaika sekä pilkottuna kymmenen yksittäistä aikaa, joista voidaan laskea vauhdin suhteellista hidastuvuutta suhteessa ensimmäiseen aikaan. Tuloksissa muutosprosentilla juoksujen 1-4 välillä kuvataan epäsuorasti alaktista tehoa, välillä 1-7 alaktista kapasiteettia sekä välillä 1-10 laktista tehoa. Nopeuskestävyystestin jälkeen pelaajat palautuivat sekä aktiivisesti, että passiivisesti yhteensä noin 40 minuuttia. Tämän jälkeen suoritettiin kahden minuutin juoksu 100 metrin suoraa edestakaisin, jossa mitattiin pelaajan maksimaalinen etenemismatka kyseisenä aikana.

Maksimaaliset hapenoton testit suoritettiin kahdella eri testiasemalla, joissa laitteistot poikkesivat joiltakin osin (jolloin molemmat mainittu), mutta testin protokolla oli sama. Testit suoritettiin juoksumatolla (OJK) kolmen minuutin kuormituksen nostovälein uupumukseen asti. Juoksunopeudet olivat seuraavat: 8, 10, 12, 13, 14 km/h jne. maton nousukulman ollessa koko ajan 1 %. Koehenkilön hengityskaasut johdettiin analysaattoriin (Medikro M20E / Sormedics 2900). Kapillaariverinäytteet otettiin sormenpäästä jokaisen kuormituksen sekä uupumisen jälkeen ja laktaattimääritys tehtiin välittömästi (YSI 2300 STAT PLUS / Eppendorf EBIO 6666). Testi lopetettiin, kun testattava ei enää pystynyt ylläpitämään vaadittua juoksuvauhtia. Kaikilla koehenkilöillä saavutettiin maksimaalinen syketaajuus eli se ei enää testin loppuhetkillä noussut. Kyseisistä testituloksista hyödynnettiin tutkimuksessa lähinnä syketaajuuksia, laktaattipitoisuuksia, hapenottoarvoja ja juoksunopeuksia arvioidun anaerobisen kynnyksen ja maksimaalisen hapenoton osalta. Samoissa testeissä mitattiin pelaajien antropometrisista muuttujista pituus (1 cm:n tarkkuus) ja paino (0,1 kg:n tarkkuus) sekä kehon rasvaprosentti, jonka arviointi tapahtui ihopoimiumittauksin molemminpuolisesti neljän kohdan menetelmällä (Durnin & Womersley 1974).

Pienpelimitauksissa tutkimusprotokolla eteni seuraavasti:

- Verryttely noin 10 minuuttia yksilöllisesti
- Ennen pelijaksoja
 - kapillaariverinäyte sormenpäästä laktaattimääritystä varten
 - kevennyshyppy (2-3 yritystä kädet lanteilla) kontaktimatolla (Digitest 2000)
 - nopeuskestävyystestin ensimmäinen 20 m:n osuus
- Pelijaksojen aikana
 - verinäyte pelijaksojen välisellä palautusminuutilla jaksojen 2, 4 ja 8 jälkeen
 - kevennyshyppy jaksojen 3 ja 6 jälkeen
- Pelijaksojen (9) jälkeen
 - kevennyshyppy
 - 10 x 20 m nopeuskestävyystesti
 - verinäyte

Pelaajat käyttivät mittaustilanteissa koodattuja sykemittareita (Polar Vantage NV). Syketiedot tallennettiin koko mittausjakson ajalta viiden sekunnin mittausväliä käyttäen. Muuttujina olivat kuormitusjakson korkein sykearvo, kuormitusjakson jälkimmäisen minuutin keskisyke, jakson loppusyke sekä palautumisvaiheen alhaisin sykelukema. Sormenpäästä otetuista verinäytteistä määritettiin analyysointilaitteella (Eppendorf EBIO 6666) veren laktaattipitoisuus välittömästi mittaustapahtuman jälkeen. Kahden kosketuksen pelissä (peli B) asetelma oli sama, mutta ilman verinäytteitä, kevennyshyppyjä ja nopeuskestävyystestiä.

Pelimuoto A videoitiin koko kentän kuvakulmalla kameraa liikuttamatta. Pelaajilta mitattiin videolta liikkumisen määrä ja sen jakautuminen eri intensiteetti-alueisiin (paikallaan, kävely, hölkkä, juoksu ja spurtti; Withers ym. 1982) matkan ja ajan suhteen. Intensiteetin määrittäminen tapahtui tutkijan subjektiivisen arvioinnin perusteella.

Juoksumittauksissa kuormitusmalli oli erilainen, mutta tutkimusprotokolla ja mitattavat muuttujat olivat samat kuin pelissä A. Lisäksi mitattavana muuttujana oli juostu matka, joka arvioitiin viiden metrin tarkkuudella radan apuviivojen avulla. Juostun matkan perusteella laskettiin juoksunopeus.

7.4 Tulosten analysointimenetelmät

Syketiedot purettiin ja käsiteltiin Polar Precision Performance 2.0-tietokoneohjelmalla. Tallennusjakso pilkottiin haluttuihin osiin ja laskettiin edellä mainitut keskiarvot. Ohjelma tulostaa tiedot sekä numeerisesti että graafisesti (liitteet 4 ja 5).

Videonauhojen tiedot syötettiin SAGE Game Manager- tietokoneohjelman Heart Rate-versioon. Ohjelma jakautuu kolmeen sovellukseen. Database-sovellukseen tallennetaan tarvittavat taustatiedot esim. kentän ja pelaajien osalta. Event Entry-sovelluksessa tapahtuu varsinainen pelitapahtumien syöttö videolta sekunti sekunnilta (liite 6). Analyser-sovellusta käytetään syötettyjen tietojen analysointiin. Se jakautuu syke-, liike- ja keskiarvoanalyysiin. Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin keskiarvoanalyysiä selvittäessä liikuttua matkaa ja sen jakaumaa eri intensiteetteihin (liite 6). Tutkijan subjektiivisesti tehty jako eri intensiteettiluokkiin voidaan tarkistaa jälkikäteen ohjelman laskeman keskinopeuden perusteella (liite 6). Analysoitavaksi valittiin ne pelijaksot, joiden jälkeen laktaattimääritykset tehtiin (jaksot 2, 4 ja 8). Pelien A ja B vertailussa rajoituttiin syketaajuustietoihin.

Tutkimusaineisto kerättiin ja käsiteltiin SPSS 9.0- ja Excel 7.0-taulukkolaskentaohjelmilla. Tulosten esittämisessä on käytetty keskiarvoja ja -hajontoja, tarvittaessa minimi- ja maksimiarvoja, mediaaneja sekä variaatiokertoimia. Muuttujien välisiä yhteyksiä vertailtiin Pearsonin korrelaatiokertoimella ja niiden eroja epäparametrisella Wilcoxon Signed Ranks -testillä tilastollisena merkitsevyystasona $p < .05$.

8 TULOKSET

Muuttujien yhteydessä esiintyvät kirjainkoodit tarkoittavat seuraavaa: A = 5v5-peli (vapain pallokosketuksin), B = 5v5-peli (enintään 2 pallokosketusta / pelaaja), C = juokskuormitus ja E = esimitaukset.

8.1 Esimitaukset

Nopeuskestävyydestin (10 x 20 m) kokonaisaikojen keskiarvo (\pm keskihajonta) oli 44,61 \pm 0,70 sekuntia (taulukko 7). Pelaajien saavuttama maksimaalinen juoksumatka kahdessa minuutissa oli 599 \pm 12 metriä, jonka jälkeen välittömästi otetun verinäytteen laktaattipitoisuus oli 9,3 \pm 1,5 mM. Esimitausten tilastollisia yhteyksiä on koottu liitteen 7.

Taulukko 7. Esimitausten tuloksia (n=8). Nopeuskestävyydestin 10 x 20 m ajat (s), 2 minuutin juoksun matka (m), LA = veren laktaattipitoisuus (mM)

| Esimitaukset | | |
|--------------------------|-----------|--------------|
| | Keskiarvo | Keskihajonta |
| Juoksu 1 | 3,99 | ,04 |
| 10 x 20 m kokonaisaika | 44,61 | ,70 |
| Muutos-% 1>4 | 10,9 | 3,7 |
| Muutos-% 1>7 | 13,1 | 2,8 |
| Muutos-% 1>10 | 21,8 | 5,1 |
| Juoksumatka 2 minuutissa | 599 | 12 |
| LA 2 min juoksun jälkeen | 9,3 | 1,5 |

8.2 5v5-peli (vapaa peli)

8.2.1. Fysiologiset muuttujat 5v5-pelissä

5v5-pelissä sydämen syketaajuus asettui jaksojen jälkimmäisen minuutin aikana keskimäärin 171 ± 10 lyöntiin minuutissa (taulukko 8). Se vastasi $87,1 \pm 3,1$ prosentin suhteellista tasoa pelaajien maksimisykkeestä. Veren laktaattipitoisuus oli kuormituksen aikana $4,5 \pm 1,3$ mM. Kuviossa 11 (s. 40) on syketiedot eritelty mediaania keskilukuna käyttäen.

Taulukko 8. 5v5-pelin (vapaa) fysiologiset kuormitusvasteet

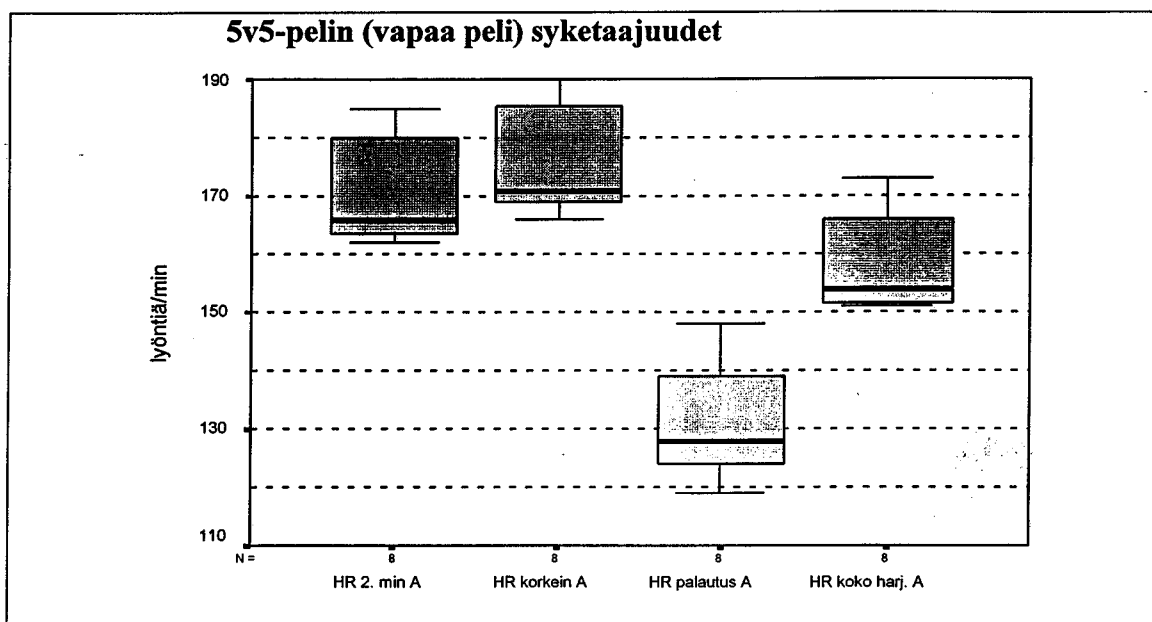
| | Minimi | Maksimi | Keskiarvo | Keskihajonta |
|-----------------------|--------|---------|-----------|--------------|
| HR 2. min A | 162 | 185 | 171 | 10 |
| HR 2. min % / max A | 83,2 | 91,6 | 87,1 | 3,1 |
| HR korkein A | 166 | 190 | 176 | 10 |
| HR palautus A | 119 | 148 | 131 | 11 |
| HR palautus % / max A | 61,7 | 72,8 | 66,9 | 3,7 |
| HR koko harj. A | 151 | 173 | 158 | 9 |
| LA pre A | 1,08 | 1,98 | 1,59 | ,27 |
| LA 2 A | 2,59 | 7,42 | 4,65 | 1,66 |
| LA 4 A | 2,77 | 7,36 | 4,64 | 1,36 |
| LA 8 A | 2,36 | 6,78 | 4,17 | 1,34 |
| LA ka A | 3,26 | 7,19 | 4,48 | 1,30 |

HR = sydämen syketaajuus, 2. min = jaksojen toisen minuutin keskisyke, korkein = jaksojen korkeimpien sykelukemien keskiarvo, palautus = palautusjaksojen alimpien sykelukemien keskiarvo, LA = laktaattipitoisuus, pre = ennen kuormitusta, ka = keskiarvo jaksojen 2, 4 ja 8 näytteistä laskettuna, A = 5v5 vapaa peli.

Jaksojen toisen minuutin keskisykkeen suhteellisella tasolla oli merkitsevä yhteys sekä laktaattikeskiarvoon ($r=.79$, $p=.021$) että taustamuuttujista laktaattikynnnykseen ($r=.73$, $p=.040$) (liite 8).

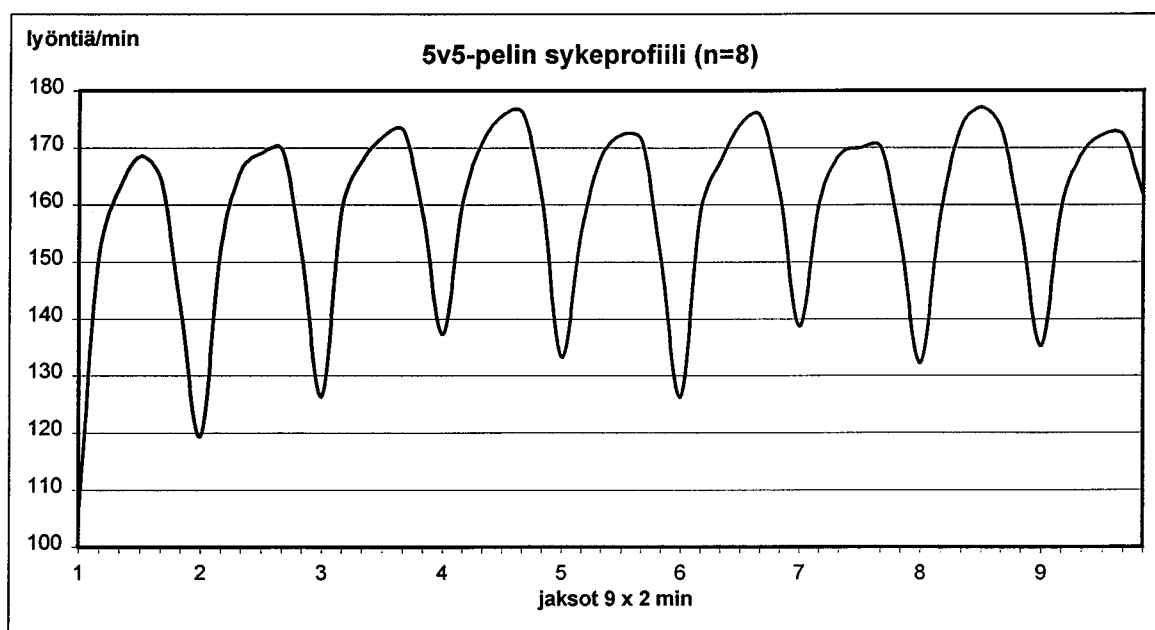
Fysiologisten muuttujien oleelliset variaatiokertoimet, jotka kuvaavat ryhmän sisäisten erojen suuruutta (= keskihajonta / keskiarvo) olivat seuraavat:

| | |
|------------------------|---------|
| HR 2. min keskisyke | 5,8 % |
| HR 2. min suhteellinen | 3,6 % |
| HR palautus | 8,4 % |
| LA keskiarvo | 29,0 %. |



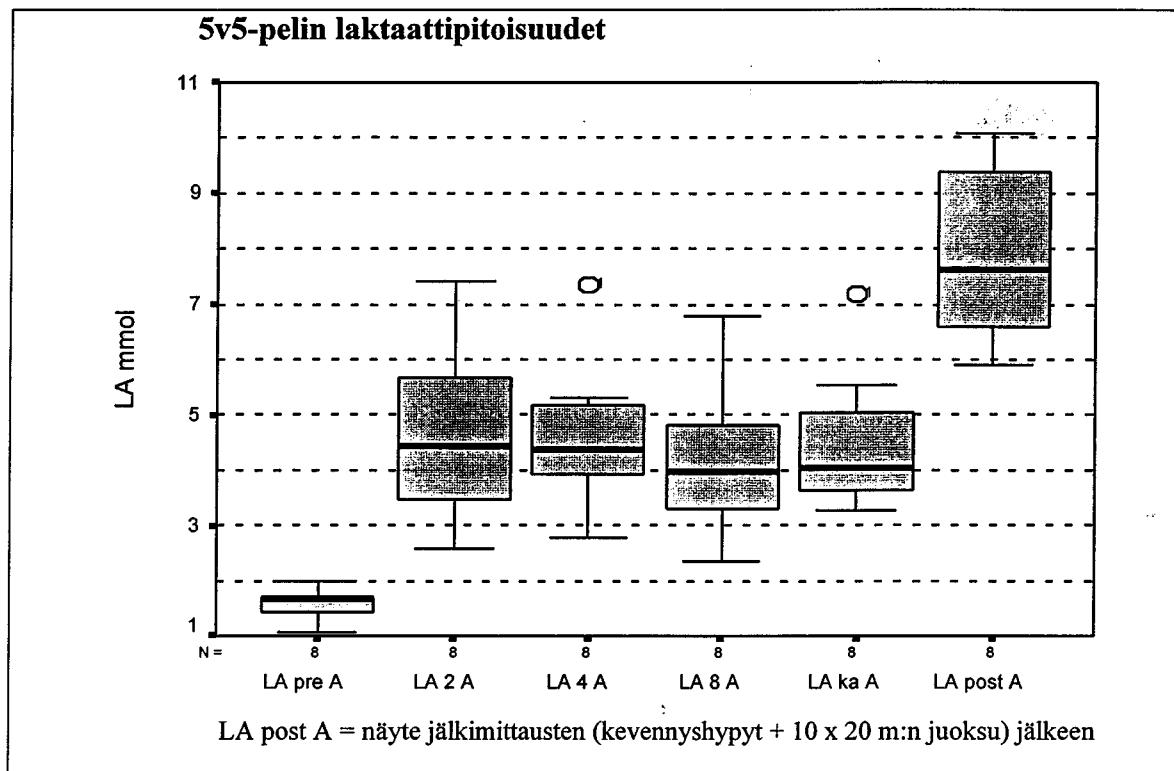
Kuvio 11. 5v5-pelin syketaajuudet (HR), (n=8). Laatikossa 50 % arvoista, keskilukuna mediaani (vaakaviiva), laatikon ulkona minimi ja maksimi.

Toisen minuutin keskiarvosyke on viisi lyöntiä korkeampi kuin mediaani. Kuviossa 12 on koko harjoituksesta ryhmätason sykeprofiili, joka on piirretty yhdistämällä keskiarvopisteet toisiinsa 30 sekunnin välein. Pareittain testattuna ensimmäisen jakson keskimääräinen loppusyke oli merkitsevästi alhaisempi kuin jaksoissa 4, 5, 6, 8 ja 9. Lisäksi neljäs jakso poikkesi jaksoista 7 ja 9 (liite 9). Jaksojen 1-9 loppusykeiden keskiarvo oli 172 ± 4 ja variaatiokerroin 2,3 %.



Kuvio 12. 5v5-pelin keskimääräinen sykeprofiili (2 min työ, 1 min palautus).

Korkein laktaatti saavutettiin ensimmäisellä mittauskerralla (kuvio 13). Pelijaksojen keskiarvolaktaatti korreloi aiemmin mainittujen sykeyhteyksien lisäksi myös juoksumatolla arvioidun anaerobisen kynnyslaktaatin kanssa ($r=.77$, $p=.026$) (liite 8). Eri jaksojen laktaattien välillä ei ollut merkitsevää eroa. Niiden tilastollisia yhteyksiä fysiologisiin muuttujiin on koottu liitteeseen 10.



Kuvio 13. 5v5-pelin laktaattipitoisuudet (LA), (n=8). Laatikossa 50 % arvoista, keskilukuna mediaani (vaakaviiva), laatikon ulkona minimi ja maksimi sekä ympyrällä merkitty äärihavainto.

8.2.2 Liikkuminen 5v5-pelissä

Pelaajien liikkuma jaksojen keskimääräinen kokonaismatka oli 309 ± 38 m. Siitä suurin osa oli luokiteltu intensiteetiltään hölkäksi sekä matkassa että ajassa mitattuna (taulukko 9 s. 42, kuvio 14 s. 43). Etenemisnopeus intensiteettiluokkien välillä nousi tasaisesti. Variaatiokertoimet matkan, ajan ja nopeuden osalta on koottu taulukkoon 10 (s. 42).

Taulukko 9. Liikkuminen ja sen jakautuminen 5v5-pelissä kahden minuutin jakson aikana (n=8)

| 5v5-pelissä liikkuminen (2 min) | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|----|---------|----------|-----|---------|--------------|------|
| | matka (m) | | | aika (s) | | | nopeus (m/s) | |
| | ka | SD | osuus | ka | SD | osuus | ka | SD |
| paikallaan | | | | 11,9 | 5,7 | 9,9 % | | |
| kävely | 68 | 11 | 22,0 % | 36,2 | 6,7 | 30,2 % | 1,86 | 0,14 |
| hölkkä | 151 | 35 | 48,8 % | 51,9 | 9,9 | 43,2 % | 2,89 | 0,32 |
| juoksu | 61 | 20 | 19,9 % | 14,6 | 4,5 | 12,2 % | 4,14 | 0,35 |
| spurtti | 29 | 10 | 9,3 % | 5,4 | 2,0 | 4,5 % | 5,45 | 0,25 |
| yht. | 309 | 38 | 100,0 % | 120,0 | | 100,0 % | | |

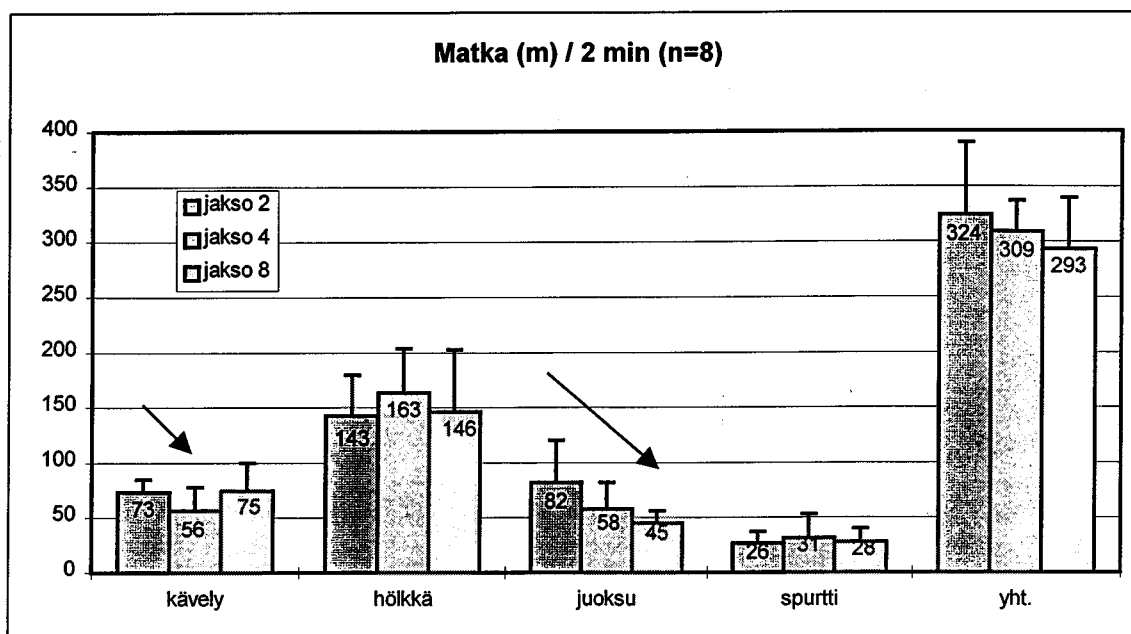
ka=keskiarvo, SD=keskihajonta

Jaksojen keskimääräisistä arvoista kokonaismatka oli merkitsevässä yhteydessä hölkkätyyn matkaan ($r=.85$, $p=.008$) ja taustamuuttujista siihen vaikutti anaerobisen kynnyksen juoksunopeus ($r=.81$, $p=.016$) sekä negatiivisesti kehon rasvaprosentti ($r=-.73$, $p=.039$). Kävelymatka korreloi taustamuuttujista sekä pelaajan painoon ($r=.87$, $p=.005$) että kehon rasvaprosenttiin ($r=.72$, $p=.043$). Hölkkämatkalla oli merkitsevä yhteys taustamuuttujista anaerobisen kynnyksen juoksunopeuteen ($r=.86$, $p=.007$) sekä negatiivisesti rasvaprosenttiin ($r=-.85$, $p=.008$). Juoksumatkan ja esimitauksen kahden minuutin maksimaalisen juoksumatkan välillä oli yhteys ($r=.72$, $p=.046$). Spurttimatkan osalta ei merkitseviä yhteyksiä löytynyt (liitteet 12 ja 13). Myös jaksokohtaiset korrelaatiot on koottu liitteisiin 12 ja 13.

Taulukko 10. Pelaajien väliset variaatiokertoimet 5v5-pelissä (n=8)

| Variaatiokertoimet (%) | | | |
|------------------------|-------|------|--------|
| Intensiteetti | Matka | Aika | Nopeus |
| Kävely | 16,2 | 18,5 | 7,5 |
| Hölkkä | 23,2 | 19,1 | 11,1 |
| Juoksu | 33,3 | 30,8 | 8,5 |
| Spurtti | 34,5 | 37,0 | 4,6 |

Kuviossa 14 (s. 43) on esitetty jakson aikana edetyn matkan jakauma intensiteettiluokkiin sekä niiden muutokset pelijaksojen välillä. Muutokset olivat merkitseviä kävelyssä jaksojen 2 ja 4 välillä ($p=.035$) sekä juoksussa jaksojen 2 ja 8 välillä ($p=.030$).

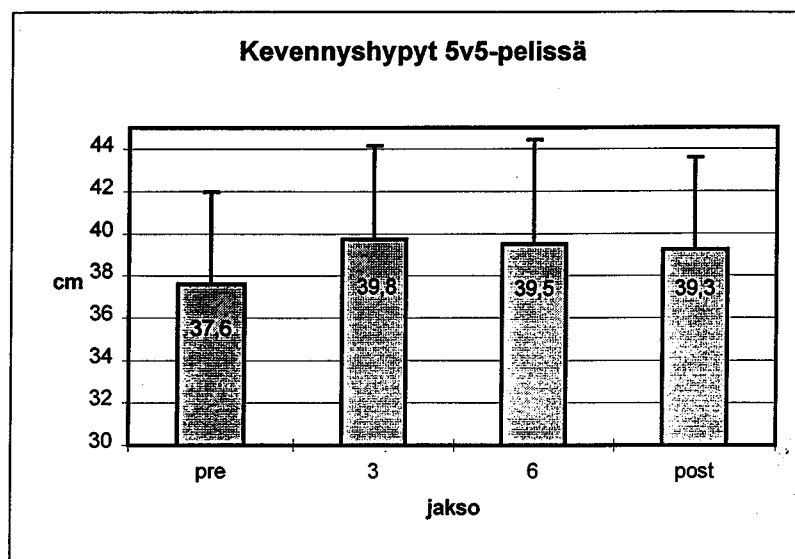


Kuvio 14. 5v5-pelin matkan jakauma intensiteettiiluokkiin ja muutokset jaksojen välillä. Keskiarvot ja -hajonnat, ► = merkitsevä ero.

8.2.3 Suorituskykymuuttujat 5v5-pelissä

Kevennyshyppyjen keskiarvot asettuivat pelikuormituksen aikana ja jälkeen välille 39,3-39,8 cm (kuvio 15 s. 44). Kevennyshyppyt eivät olleet tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä taustamuuttujiin eikä pelissä mitattuihin muuttujiin. Eri hyppykertojen tulokset eivät myöskään poikenneet merkitsevästi toisistaan.

Nopeuskestävyydestin ajat ja niiden muutokset on esitetty taulukossa 11 (s. 44). Juoksun kokonaisajalla oli yhteys pelaajan paikallaan olon suhteelliseen osuuteen pelissä ($r=.709$, $p=.049$). Muutosprosentteissa juoksujen 1-4 ja 1-10 välillä oli negatiivinen korrelaatio ($r=-.753$, $p=.031$). Laktaattiarvoihin (kuvio 13 s. 41) ei merkitsevää yhteyttä ilmennyt.



Kuvio 15. Kevennyshyppy 5v5-pelissä ennen, aikana ja jälkeen pelin (keskiarvot- ja hajonnat, n=8).

Taulukko 11. Pelikuormituksen jälkeisen nopeuskestävyydestin 10 x 20 m ajat (s) ja niiden muutokset (n=8)

| | Keskiarvo | Keskihajonta |
|------------------------|-----------|--------------|
| Juoksu 1 | 4,04 | ,06 |
| 10 x 20 m kokonaisaika | 45,58 | ,70 |
| Muutos-% 1>4 | 9,52 | 2,67 |
| Muutos-% 1>7 | 16,35 | 3,37 |
| Muutos-% 1>10 | 22,85 | 3,37 |

8.3 5v5-peli (enintään 2 pallokosketusta)

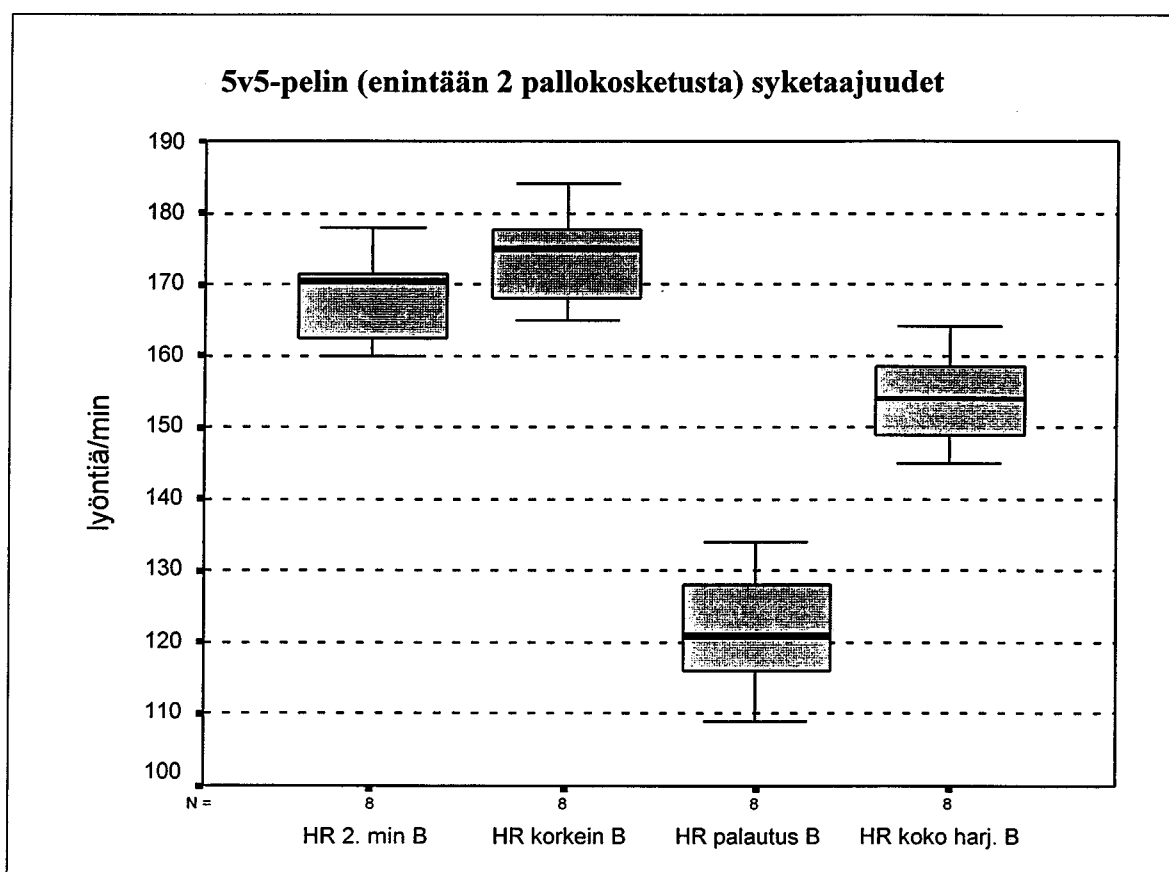
Kahden kosketuksen pelissä jaksojen toisen minuutin sykkeen keskiarvo oli 168 ± 6 lyöntiä minuutissa, joka oli $86,0 \pm 3,2$ % maksimisykkeestä (taulukko 12 s. 45). Sykkeitä havainnollistetaan mediaania keskilukuna käyttäen kuviossa 16 (s. 45). Jaksojen toisen minuutin mediaanisyyke oli kolme lyöntiä keskiarvoa korkeampi.

Taulukko 12. 5v5-pelin (enintään 2 pallokosketusta) syketaajuudet (HR), (n=8).

| | Minimi | Maksimi | Keskiarvo | Keskihajonta |
|-----------------------|--------|---------|-----------|--------------|
| HR 2. min B | 160 | 178 | 168 | 6 |
| HR 2. min % / max B | 82,1 | 91,4 | 86,0 | 3,2 |
| HR korkein B | 165 | 184 | 174 | 6 |
| HR palautus B | 109 | 134 | 122 | 9 |
| HR palautus % / max B | 55,9 | 70,6 | 62,1 | 4,3 |
| HR koko harj. B | 145 | 164 | 154 | 6 |

Pelissä B oli kuormitusjaksojen toisen minuutin suhteellisella sykkeellä negatiivinen yhteys maksimaaliseen hapenotto-kykyyn ($r=-.777$, $p=.023$, liite 14). Variaatiokertoimet olivat seuraavat:

| | |
|------------------------|--------|
| HR 2. min | 3,6 % |
| HR 2. min suhteellinen | 3,7 % |
| HR palautus | 7,4 %. |

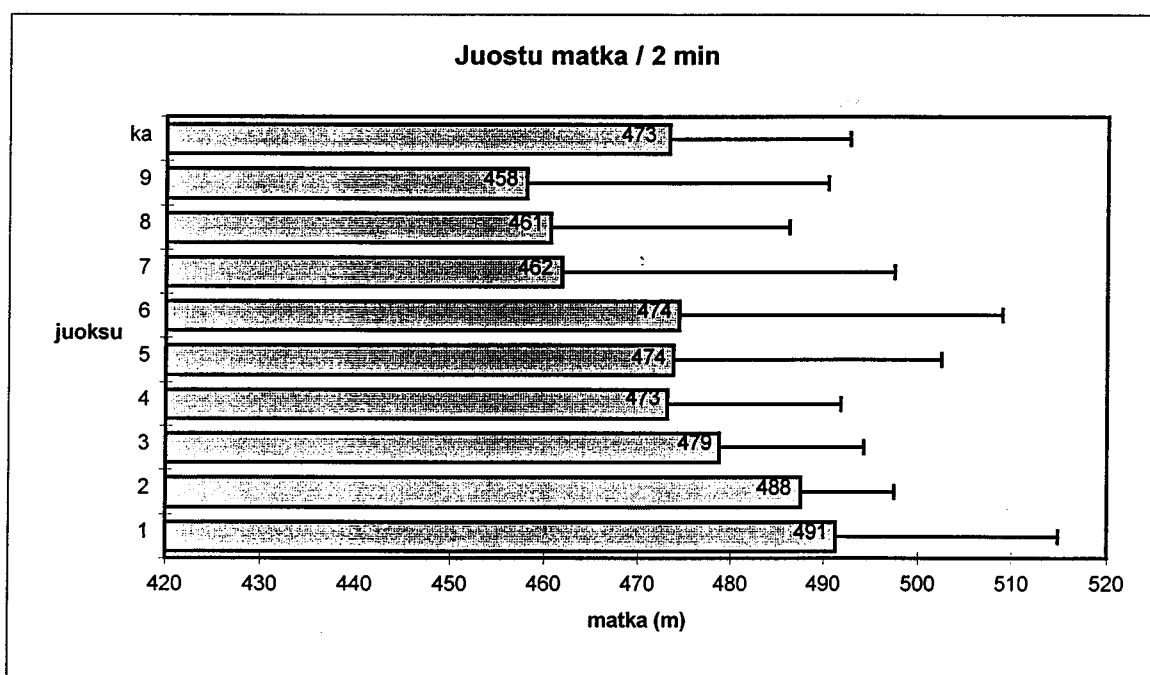


Kuvio 16. 5v5-pelin (enintään 2 kosketusta) syketaajuudet (HR), (n=8).
Laatikossa 50 % arvoista, keskilukuna mediaani (vaakaviiva),
laatikon ulkona minimi ja maksimi.

8.4 Juoksukuormitus

8.4.1 Juoksumatka

Pelaajat juoksivat kahden minuutin jakson aikana keskimäärin 473 ± 19 metriä (kuvio 17), joka oli 79,0 % esimitäuksessa saavutetusta maksimimatkasta. Juoksumatkojen avulla lasketut keskimääräiset juoksunopeudet vaihtelivat jaksoittain välillä $4,09 \pm 0,20$ m/s (jakso 1) ja $3,82 \pm 0,27$ m/s (jakso 9). Keskinopeus koko juoksukuormituksen osalta oli $3,94 \pm 0,16$ m/s. Jaksojen väliset erot matkassa ja nopeudessa eivät olleet merkitseviä, eivät myöskään niiden yhteydet fysiologisiin muuttujiin (liite 15). Juoksun intensiteetti oli syketaajuuden avulla ennalta määrätty (ks. menetelmät s. 33), joten matkan ja nopeuden yhteyttä taustamuuttujiin ei selvitetty.



Kuvio 17. Juoksumatkat jaksoittain (keskiarvot- ja hajonnat, ka = jaksojen keskiarvo, n=8).

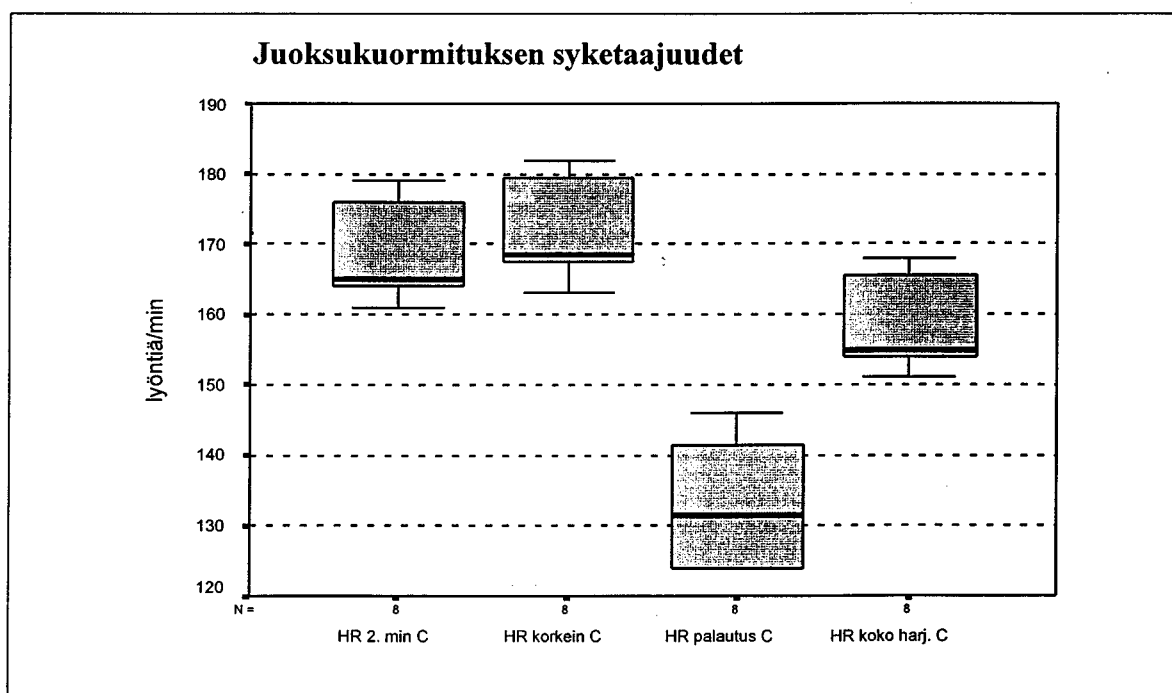
8.4.2 Fysiologiset muuttujat juoksukuormituksessa

Juoksukuormituksessa syketaajuuden keskiarvo oli 169 ± 7 lyöntiä minuutissa ja veren laktaattipitoisuus $3,8 \pm 1,1$ mM (taulukko 13 s. 47).

Taulukko 13. Juoksukuormituksen (9 x 2 min) sydämen syketaajuudet (HR) ja veren laktaattipitoisuudet (LA), (n=8)

| | Minimi | Maksimi | Keskiarvo | Keskihajonta |
|---------------------|--------|---------|-----------|--------------|
| HR 2. min | 161 | 179 | 169 | 7 |
| HR 2. min % / max | 83,2 | 90,7 | 86,1 | 2,3 |
| HR palautus | 124 | 146 | 133 | 9 |
| HR palautus % / max | 62,9 | 72,3 | 67,8 | 3,3 |
| HR koko harj. | 151 | 168 | 159 | 7 |
| LA pre | ,97 | 1,73 | 1,36 | ,24 |
| LA 2 | 2,91 | 5,89 | 4,19 | ,98 |
| LA 4 | 2,29 | 4,69 | 3,59 | ,87 |
| LA 8 | 1,91 | 6,85 | 3,56 | 1,93 |
| LA ka | 2,47 | 5,48 | 3,78 | 1,06 |

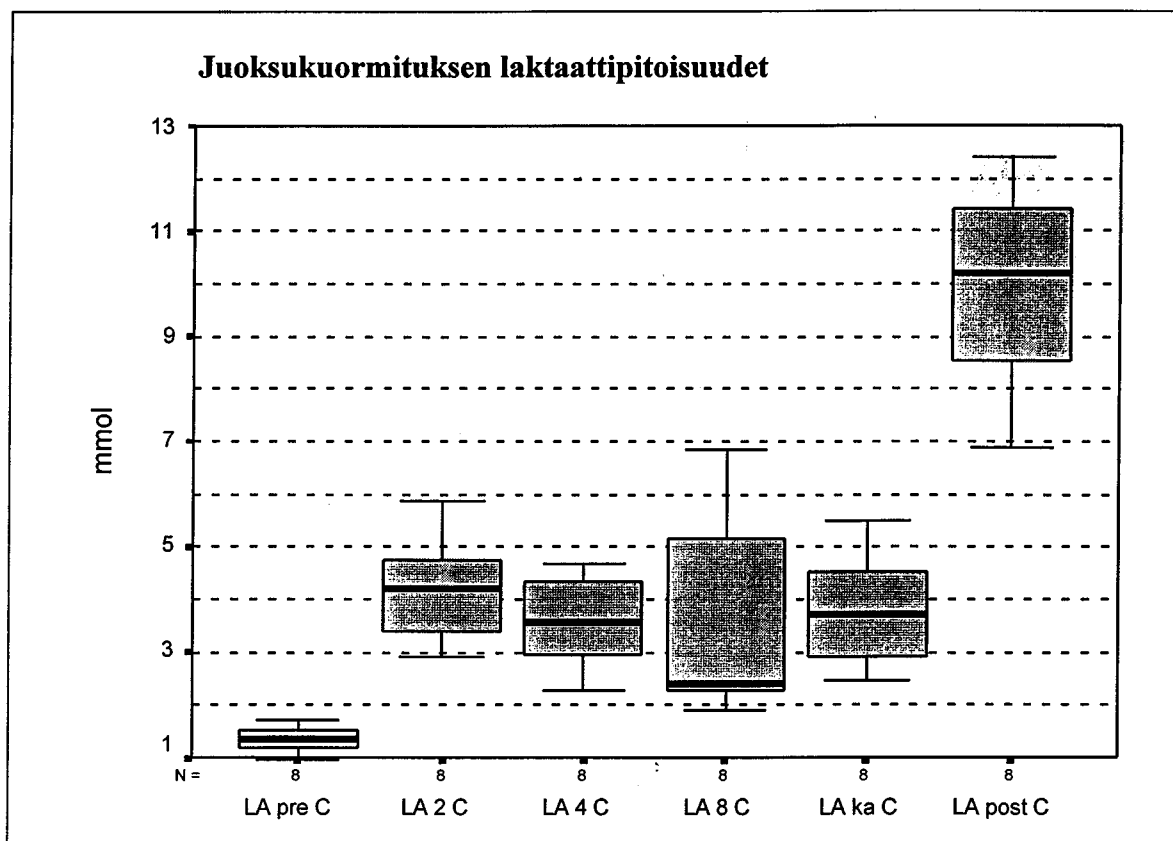
Jakson toisen minuutin sykkeen keskilukuna mediaani oli neljä lyöntiä keskiarvoa alhaisempi (kuvio 18).



Kuvio 18. Juoksukuormituksen syketaajuudet (HR), (n=8). Laatikossa 50 % arvoista, keskilukuna mediaani (vaakaviiva), laatikon ulkona minimi ja maksimi.

Jaksojen toisen minuutin keskisykkeen suhteellinen taso oli yhteydessä laktaattikeskiarvon kanssa ($r=.82$, $p=.012$, liite 15).

Veren laktaattipitoisuuden keskilukuna mediaani erosi keskiarvosta selvimmin jakson 8 kohdalla, jolloin se oli 32 % alhaisempi (kuvio 19). Jaksojen 4 ja 8 laktaatit korreloivat keskenään ($r=0.864$, $p=0.006$), mutta eivät jakson 2 kanssa (liite 16). Jaksojen laktaattiarvot eivät eronneet merkitsevästi toisistaan.



Kuvio 19. Juoksukuormituksen laktaattipitoisuudet (LA), (n=8). Laatikossa 50 % arvoista, keskilukuna mediaani (vaakaviiva), laatikon ulkona minimi ja maksimi.

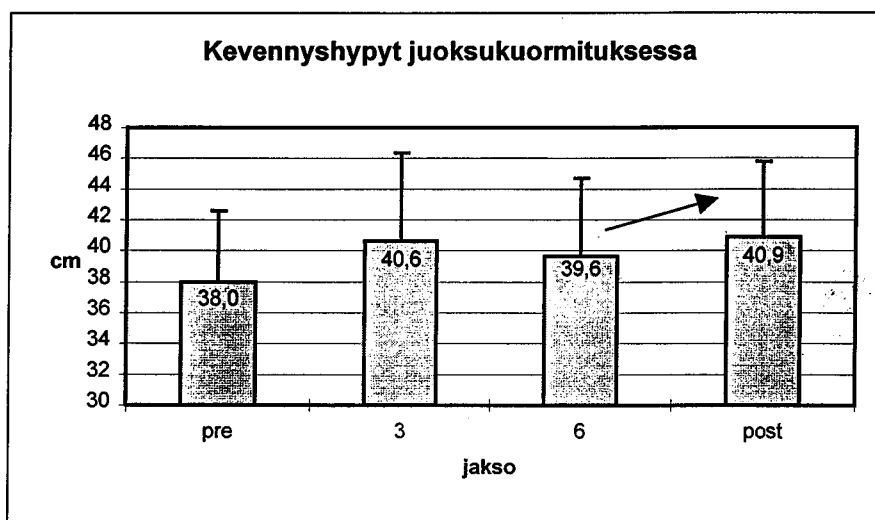
Variaatiokertoimet olivat seuraavat:

| | |
|-------------------------|---------|
| HR 2. min. | 4,1 % |
| HR 2. min. suhteellinen | 2,7 % |
| HR palautus | 6,8 % |
| LA keskiarvo | 28,0 %. |

8.4.3 Suorituskykymuuttujat juoksukuormituksessa

Kevennyshyppyjen keskiarvot asettuivat juoksukuormituksessa välille 39,6-40,9 cm (kuvio 20 s. 49). Kevennyshyppyt eivät olleet tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä

kuormitusmuuttujiin eivätkä taustamuuttujiin. Kahden viimeisen hyppykerran tulokset poikkesivat toisistaan merkitsevästi ($p=.041$).



Kuvio 20. Kevennyshyppyt ennen, aikana ja jälkeen juoksukuormituksen (keskiarvot- ja hajonnat, ► = merkitsevä ero, $n=8$).

Nopeuskestävyydestin ajat ja niiden muutokset on esitetty taulukossa 14. Testin kokonaisaika oli merkitsevässä yhteydessä kaikkiin muutosprosentteihin (liite 17). Juoksujen 1-10 muutosprosentti korreloi molempiin aiempiin muutoksiin. Fysiologisiin muuttujiin ei havaittu yhteyksiä.

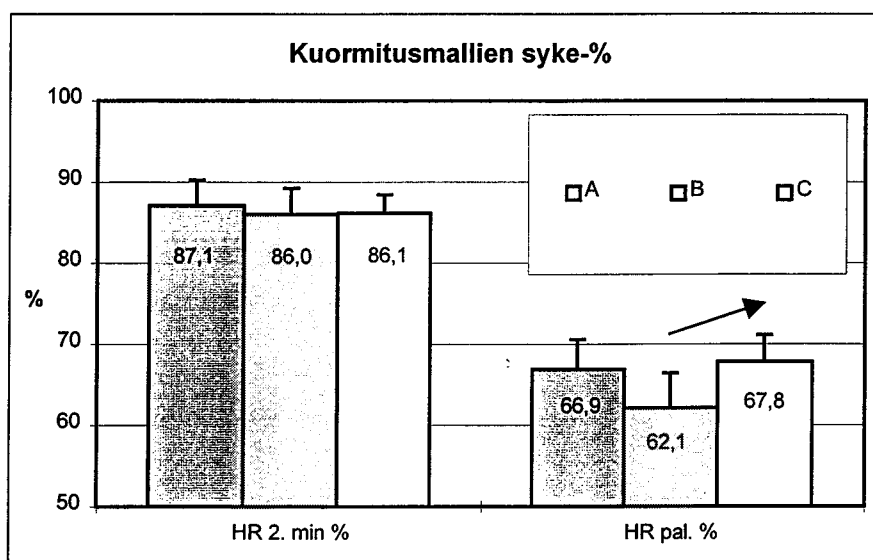
Taulukko 14. Juoksukuormituksen jälkeisen nopeuskestävyydestin 10 x 20 m ajat (s) ja niiden muutokset, ($n=5$)

| | Keskiarvo | Keskihajonta |
|------------------------|-----------|--------------|
| Juoksu 1 | 4,11 | ,04 |
| 10 x 20 m kokonaisaika | 44,64 | ,65 |
| Muutos-% 1>4 | 6,2 | 1,3 |
| Muutos-% 1>7 | 12,6 | 3,8 |
| Muutos-% 1>10 | 14,0 | 5,2 |

8.5 Kuormitusmallien vertailu

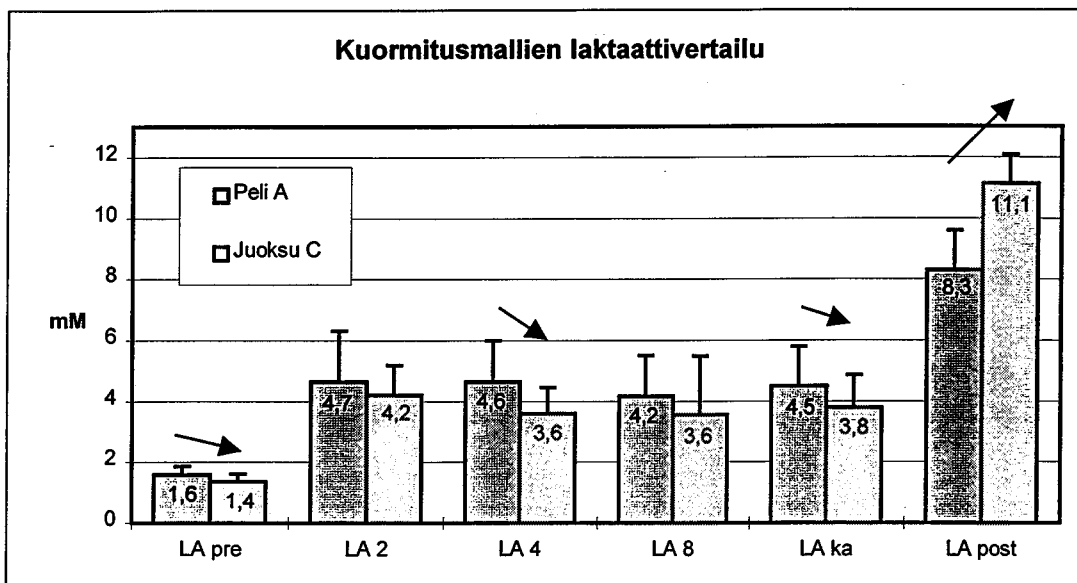
8.5.1 Fysiologiset muuttujat

Kuormitusjaksojen jälkimmäisen minuutin suhteelliset syketasot eivät eronneet toisistaan (kuvio 21). Sydämen keskimääräinen syketaajuus jäi juoksukuormituksessa kaksi lyöntiä alle tavoitesykkeen, joka määriteltiin pelaajakohtaisesti pelin A (vapaa peli) perusteella (ks. menetelmät s. 33). Palautussykkeiden osalta merkitsevä ero löytyi kahden kosketuksen pelin (B) ja juoksun (C) väliltä ($p=.036$, liite 18). Koko kuormitusjakson keskisykkeet eivät poikenneet merkitsevästi toisistaan.



Kuvio 21. Eri kuormitusmallien suhteelliset syketasot (HR), ($n=8$). A = vapaa peli, B = 2 kosketuksen peli, C = juoksu (keskiarvot- ja hajonnat, ► = merkitsevä ero).

Laktaattipitoisuuksissa oli merkitsevä ero vapaan pelin ja juoksukuormituksen välillä sekä keskiarvossa ($p=.050$) että jakson 4 näytteessä ($p=.028$). Myös kuormitusta edeltävät ($p=.036$) sekä nopeuskestävyydestin jälkeiset ($p=.043$) pitoisuudet poikkesivat toisistaan (kuvio 22 s. 51, liite 18). Eri kuormitusmallien variaatiokertoimet on koottu taulukkoon 15 (s. 51).



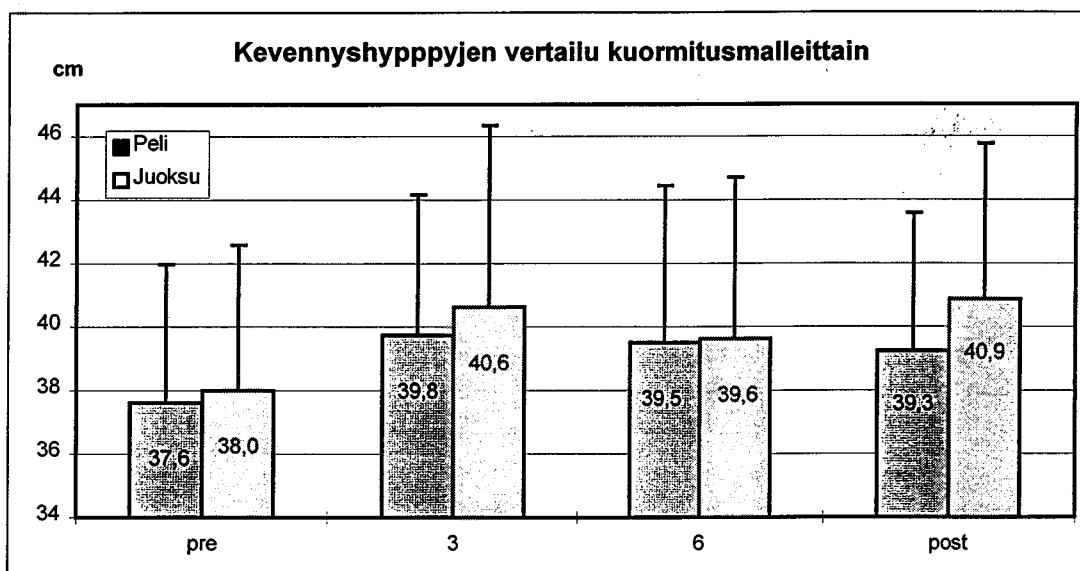
Kuvio 22. Eri kuormitusmallien laktaattipitoisuudet (LA), (n=8). (Pre = ennen kuormitusta, post = nopeuskestävyydestin jälkeen, ka = jaksojen keskiarvo, keskiarvot- ja hajonnat, ► = merkitsevä ero, LA post n=5).

Taulukko 15. Eri kuormitusmallien variaatiokertoimet (HR = syketaajuus, LA = laktaattipitoisuus, A = vapaa peli, B = 2 kosketuksen peli, n=8)

| Variaatiokertoimet (%) | Peli A | Peli B | Juoksukuormitus |
|------------------------|--------|--------|-----------------|
| HR 2. min. | 5,8 | 3,6 | 4,1 |
| HR 2. min. % / max | 3,6 | 3,7 | 2,7 |
| HR palautus | 8,4 | 7,4 | 6,8 |
| LA keskiarvo | 29,0 | | 28,0 |

8.5.2 Suorituskyky muuttujat

Kuormitusmallien välillä ei ollut merkitsevää eroa kevennyshyppyjen tuloksissa (kuvio 23).



Kuvio 23. Kevennyshyppyt kuormitusmalleittain (n=8). Keskiarvot- ja hajonnat.

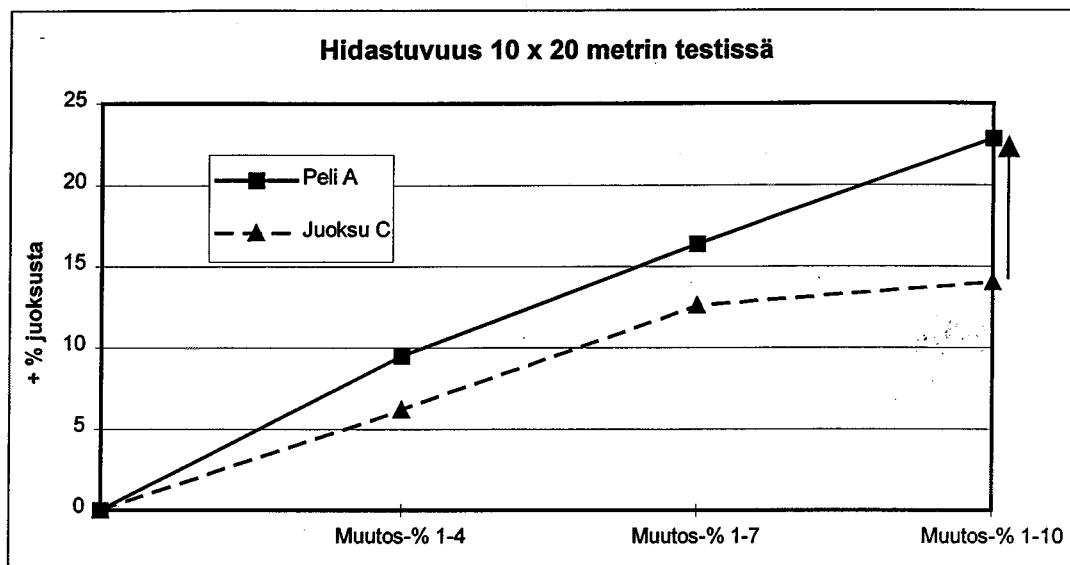
Nopeuskestävyysradan ensimmäinen osio (20 m) suoritettiin myös ennen kuormitusta. Esimittauksen tulos poikkesi merkitsevästi sekä ennen peliä ($p=.017$) että ennen juoksua ($p=.025$) saaduista arvoista (taulukko 15).

Taulukko 15. Nopeuskestävyydestin 1. juoksu (20 m) ennen kuormitusta (n=8)

| | Keskiarvo | Keskihajonta |
|----------------|-------------------|--------------|
| Juoksu 1 pre E | 3,99 ^a | ,04 |
| Juoksu 1 pre A | 4,09 | ,08 |
| Juoksu 1 pre C | 4,12 | ,11 |

a. merkitsevä ero muihin

Nopeuskestävyydestin (10 x 20 m) kokonaisaika pelin A jälkeen oli merkitsevästi hitaampi kuin esimittauksessa ($p=.012$) ja juokskuormituksen jälkeen ($p=.043$). Nopeuskestävyydestin osa-ajat heikkenivät vähemmän juokskuormituksen kuin pelikuormituksen jälkeen (kuvio 24). Hidastuvuusprosentit kymmenennen juoksun kohdalla poikkesivat merkitsevästi toisistaan ($p=.043$).



Kuvio 24. Nopeuskestävyydestin aikojen muutokset eri kuormitusmalleilla (▶ = merkitsevä ero, n=8).

9 POHDINTA

Tämän tutkimuksen päätuloksena voidaan pitää sitä, että 5v5-pelissä kahden minuutin jakson jälkimmäisen minuutin keskimääräinen syketaajuus oli 171 lyöntiä minuutissa. Se vastasi 87,1 %:n tasoa pelaajien maksimisykkeestä. Veren laktaattipitoisuus oli näytteiden keskiarvona 4,5 mM. Juoksukuormituksessa kaksi lyöntiä alhaisemmalla syketaajuudella matkaa kertyi kahdessa minuutissa 473 metriä (3,94 m/s). Laktaattipitoisuus jäi tuolloin 3,8 mM:iin.

Tutkimuksen koeasetelma muotoiltiin suomalaisille liigajoukkueiden päävalmentajille maaliskuussa vuonna 2000 suunnatun kyselyn pohjalta. Kyselystä selvisi, että kaikissa liigajoukkueissa käytettiin pienpelejä myös fyysisenä harjoitusmuotona. Niiden painotus ajoittui maaliskuulle, jolloin ne olivat viikko-ohjelmassa noin neljä kertaa. Vastaavaa suuntausta tukee esimerkki Norjasta, jossa maan moninkertainen mestarijoukkue Rosenborg on viime vuosina hoitanut kestävyysharjoittelunsa pelkästään erilaisia pelimuotoja käyttäen (Wisloff ym. 1998). Joukkueen tulokset ovat olleet vakuuttavia sekä pelillisen menestyksen että kehitettävän fyysisen ominaisuuden osalta (kaudella 1996 joukkuekeskiarvo $VO_2\max$ 67,6 ml/kg/min on korkeimpia koskaan ammattilaisjoukkueelta raportoituja tuloksia).

Niin sanottuja vauhtikestävyysjuoksujia, jokseenkin samoilla kuormitus- ja palautusajoilla pienpeleihin verrattuna, käytti puolet suomalaisjoukkueista. Niiden painotus ajoittui helmi-maaliskuulle, jolloin kertoja oli kaksi viikossa. Valmentajat perustelivat niiden käyttöä riittävän suoritustehon saavuttamisella ja tehon kontrolloinnin helppoudella. Ne valmentajat, jotka eivät vauhtikestävyysjuoksujia käyttäneet, pyrkivät välttämään päällekkäisyyttä sekä pienpelien työjaksojen ajallisen keston että niiden oletetun tehon kanssa. Tuolloin suosittiin joko selvästi lyhyempiä tai pitempiä juoksuharjoitteita.

9.1 Menetelmät

Sydämen syketaajuuden ja veren laktaattipitoisuuden käyttö fyysisen kuormituksen mittarina on yleistä ja perusteltua, kunhan muistetaan niihin liittyvät epätarkkuudet

(Brooks 1987; Reilly 1990; Tumilty 1993; Bangsbo 1997). Syketaajuuksien tulkintaa helpottaa niiden suhteuttaminen maksimaaliseen sykkeeseen. Tämän tutkimuksen maksimisykkeet saatiin juoksumatolla uupumukseen johtaneessa maksimaalisen hapenoton testissä, jotka tehtiin juuri mittausten alkuvaiheessa, joten siltä osin suhteellisia syketuloksia voidaan pitää erittäin luotettavina.

Laktaattipitoisuuden osalta sen nousuprofiili kuormituksen alkuvaiheessa jäi näkemättä, koska korkeimmat arvot saatiin jo ensimmäisessä näytteenotossa, kuormitusjakson 2 jälkeen. Näytteenotokertoja ei kuitenkaan olisi voinut lisätä ilman näytteenottajien lisäystä, mikä olisi mahdollisesti heikentänyt toimenpiteen yhteneväisyyttä. Jos ensimmäinen näyte olisi kuitenkin otettu jakson 2 sijasta jo jakso 1:n jälkeen, olisi laktaatin nousuprofiili mahdollisesti ollut havaittavissa.

Koehenkilöiden keskiarvot antropometrisissa ja fyysistä profiilia kuvaavissa muuttujissa osuvat hyvin kappaleessa 3 esitettyihin tasoihin. Keskeisimpänä muuttujana HR_{max} 196 lyöntiä minuutissa asettuu melko korkealle raportoitujen joukkuekeskiarvojen suhteen (179-198, tarkemmin s. 12). Koeryhmän arvioitu anaerobisen kynnyksen suhteellinen syketaso 92 % ylittää vertailuarvot (84-87 %, tarkemmin s. 14).

Tuloksia analysoitaessa ja tulkittaessa tulee huomioida myös mahdollinen olosuhteiden vaikutus niihin. Nopeuskestävyydestissä toistuvat jyrkät käännökset, jolloin juoksu-alustan kitkalla on vaikutusta suoritukseen. Tässä tutkimuksessa ei samaa suoritusalustaa voitu kuitenkaan käyttää sekä peleissä että juoksukuormituksessa, koska keinonurmimatto poistettiin hallista (muun käytön vuoksi) pian pelimittausten jälkeen. Normaalien urheilukentän juoksuradan voisi olettaa keinonurmea nopeammaksi alustaksi myös kyseisessä testissä, mutta ennen kuormitusta tehdyissä yksittäisessä pyrähdyksessä (20 m = 10 m + käännös + 10 m) saatiin keinonurmella nopeammat ajat (taulukko 15 s. 52).

Nopeuskestävyydestin hidastuvuusindeksi lasketaan ensimmäisen pyrähdyn aikaan suhteuttaen, joten on erityisen tärkeää saada vertailuajaksi todellinen maksimisuoritus. Yksittäinen räjähtävä suoritus on kuitenkin melko herkkä vaihtelulle. Tulosten luotettavuutta voisi lisätä, jos vertailuaika olisi esimerkiksi kahden tai kolmen ensimmäisen juoksun keskiarvo. Nyt jouduttiin hylkäämään juoksukuormituksen jälkeisistä tuloksista

kolmen pelaajan ensimmäisten pyrähdysten ajat käännöksessä liukastumisen tai voimakkaan horjahtamisen takia.

Tuloksiin voi vaikuttaa osaltaan se, että juoksukuormitusmittaukset suoritettiin kahdeksan viikkoa ensimmäisten pelimittausten jälkeen. Pelaajien fyysinen suorituskyky voi muuttua kahdeksassa viikossa. Merkittävät muutokset kestävyysominaisuuksissa ovat kuitenkin melko epätodennäköisiä, koska fyysinen kuormitus mittauksia edeltävänä aikana säilyi lähes samanlaisena, kun otteluiden tuoma lisäkuorma oli kompensoitu harjoittelun vähentämisellä. Anaerobisen suorituskyvyn paraneminen oli kuitenkin mahdollista nopeusharjoittelun lisääntyessä ennen sarjakauden alkua ja sen alussa (Nevill ym. 1989).

Tilastollisena keskilukuna keskiarvo osoitti vaihteluherkkyytensä suhteessa toiseen keskilukuun, mediaaniin. Suppeasta havaintoaineistosta ja joskus sen hajanaisuudesta johtuen, erot näiden kahden keskiluvun välillä vaikuttivat ajoittain yllättäviltä.

9.2 5v5-peli

5v5-pelissä yllettiin reilusti aiemmissä tutkimuksissa normaalikentän otteluissa saatuihin syketaajuuksiin (154-171 lyöntiä minuutissa, tarkemmin s. 7). Nyt saadut sykkeet vastasivat melko tarkasti Van Goolin ym. (1988) tuloksia ottelun ensimmäiseltä pelijaksoilta (169 lyöntiä minuutissa, 86,7 % HRmax). Myös aiemmat pienpelitutkimukset ja tässä esitetyt tulokset tukevat erittäin vahvasti toisiaan. Balsom (1998) pääsi 3v3-pelissä ilman maalivahteja kaikilla aikavariaatioilla yli 85 %:n HRmax tason, samoin Mäkelän (1999) esittämä 2v2-pelin kolmen minuutin syke osui täsmälleen tämän tutkimuksen päätulokseen. MacLarenin ym. (1988) tulokset syketaajuuden (172 lyöntiä minuutissa) sekä laktaattipitoisuuden (4,5-5,9 mM) osalta tukevat nyt saatuja arvoja.

Vapaan pelin toisen minuutin syketaajuuden keskiarvo poikkesi viisi lyöntiä mediaanin yläpuolelle. Tämä johtui lähinnä pienen koeryhmän herkkyydestä poikkeaville havaintoarvoille; kaksi pelaajaa erottuivat selvästi muusta ryhmästä 185 lyönnin keskiarvoillaan (noin 90 % HRmax). Kahden kosketuksen pelissä jäi sykekeskiarvo kolme lyöntiä alle vapaan pelin, mutta mediaani sitä vastoin kohosi vapaan pelin keskiarvoon eli sen

mediaania viisi lyöntiä korkeammalle. Myös jaksojen keskihajonta ja vaihteluväli osoittivat tällä kertaa kahden kosketuksen pelin olleen sykekuormitukseltaan tasaisempaa, kun aiemmin mainitut kaksi pelaajaa olivat lähempänä muuta ryhmää.

Pelimuotojen välillä ei siis ollut eroa fyysisessä kuormittavuudessa, vaikka pallokosketuksia vähentämällä voisi odottaa pelin tempon lisääntyvän (Balsom 1998). Tämä oletus perustuu lähinnä siihen, että hyökkäävän joukkueen pallottomien pelaajien olisi liikuttava aktiivisemmin ja luotava näin syöttömahdollisuuksia pallolliselle pelaajalle, joka ei voi turvautua pallon kuljetteluun kosketuksia rajoitettaessa. Pallottomien hyökkääjien lisääntynyt liike aktivoisi tällöin myös puolustavan joukkueen pelaajia. Kuitenkin vain kaksi pelaajaa ylsi kahden kosketuksen pelissä korkeampaan syketaajuuteen kuin vapaassa pelissä.

Yhtenä selityksenä sille, ettei kahden kosketuksen pelissä ylletty vapaata peliä korkeammalle syketasolle, on todennäköisesti sen yhdeksän lyöntiä alhaisempi palautussyketaso. Se johtui ainakin osaksi siitä, että pelaajat pystyivät palautumaan rennommin, koska palautusjaksojen aikana ei tehty kevennyshyppymittauksia eikä otettu verinäytteitä. Vapaassa pelissä eri jaksojen keskimääräiset palautussykkeet vaihtelivat melko voimakkaasti (120-139), korkeimpien lukemien osuessa niihin taukoihin, jolloin kevennyshyppy suoritettiin (kuvio 12 s. 40). Kahden kosketuksen pelissä palautussykkeet nousivat jakso jaksolta melko tasaisesti (112 →130) laskematta kertaakaan.

Vaikkei pelimuotojen välinen ero palautussykkeissä ollut tilastollisesti merkitsevä, oli sen vaikutus tuntuva. Kahden kosketuksen pelissä sykkeen nousu oli palautuksesta kuormitusjakson toisen minuutin keskiarvoon mitattuna kuusi lyöntiä suurempi kuin vapaassa pelissä. Se, olisiko tuo nousuero säilynyt mikäli lähtötasot olisivat olleet samat, jäi tässä tutkimuksessa selvittämättä. Toisaalta, vaikkei toisen minuutin sykkeen melko tasaista vaihetta olisikaan pystytty kohottamaan, olisi se luultavasti saavutettu aiemmin, jolloin keskisyke olisi hieman noussut (työjakson puolivälissä minuutin kohdalla oltiin kahden lyönnin päässä seuraavan minuutin keskiarvosta). Totuus olisi lienee löytynyt näiden kahden vaihtoehdon väliltä eli vapaan pelin kanssa samalta palautussyketasolta lähdettäessä olisi kahden kosketuksen pelissä ylletty 2-6 lyöntiä nyt saatua keskiarvoa (168) korkeammalle.

Vertailtaessa jakson korkeimpien sykelukemien erotusta palautussykkeisiin, oli se vapaassa pelissä 45 ja kahden kosketuksen pelissä 52 lyöntiä minuutissa. Ne jäivät hie-
man vajaaksi Saksassa 1930-luvulla kehitellystä ”intervalliharjoittelusta”, jossa opti-
maalinen vaihtelu kuormitus- ja palautussykkeen välillä tulisi olla noin 60 lyöntiä mi-
nuutissa (esim. 180-120), jolloin sydänlihas saa voimakkaita kasvuärsykeitä (Reilly &
Bangsbo 1998). Intervalliharjoittelu on tehokkaampaa kuin submaksimaalinen jatkuva-
kestoinen kuormitus, mikäli halutaan kehittää maksimaalista hapenottokykyä (Rusko
1987). Tässä tutkimuksessa pelaajien $VO_2\max$ heijastui käänteisesti kahden kosketuk-
sen pelin suhteelliseen syketasoon, eli mitä korkeampi hapenottokyky pelaajalla oli, sitä
alhaisemmaksi suhteellinen syke jäi. Näin hyväkuntoisella pelaajalla jäi enemmän ha-
penkuljetuskapasiteettia ”reserviin”.

Vaikka molempien pelimuotojen, vapaan pelin ja kahden kosketuksen pelin, suhteelli-
sessa sykkeessä ilmeni yksilötasolla vaihtelua noin yhdeksän prosenttiyksikön verran,
jäi kummankin variaatiokerroin alle neljän prosentin. 5v5-pelin kuormitusvaste sykkeen
osalta oli näin ollen melko yhtenäinen. Kaikki pelaajat työskentelivät kehittäväällä aero-
bisen harjoittelun tasolla (>80 % HRmax, Luhtanen 1996).

5v5-pelissä mitattu veren laktaattipitoisuus kuvasi hyvin normaalia jalkapallo-ottelua
niin tason (2,4-9,5 mM) kuin yksilöllisen vaihtelunkin suhteen (tarkemmin s. 7-8). Nyt
saadut tulokset osuivat sykkeiden lisäksi myös laktaattien osalta hämmästyttävän tar-
kasti MacLarenin ym. (1988) raportoimiin arvoihin, joskin suora vertailu on epätarkkaa,
koska tuolloin pitoisuus määritettiin plasmasta. Heillä kolmen eri pelaajan kolmessa eri
ottelussa mitatut laktaattiarvot vaihtelivat välillä 3,1-7,3 mM, kun tässä tutkimuksessa
vastaava vaihteluväli verestä mitattuna oli 3,3-7,2 mM (vrt. erot s. 8). Näihin yksilöllii-
siin vaihteluihin ja tämän tutkimuksen suureen variaatiokertoimeen (29 %) viitaten voi-
daan todeta, ettei laktaattipitoisuus ole jalkapallon pienpelien kuormitusvasteena kovin
yhtenäinen fysiologinen muuttuja.

Kolmen mittauskohdan välillä ei ollut mainittavaa eroa laktaattipitoisuudessa. Laktaatti
oli yhteydessä kuormitusjakson toisen minuutin suhteelliseen syketasoon. Se ei kuiten-
kaan noussut esimerkiksi jaksojen 2 ja 4 välillä, vaikka sykkeessä nousu oli selkeästi
havaittavissa (170 → 176, kuvio 12 s. 40). Tämä johtunee ainakin osittain siitä, että
syke voi nousta sydämen mukautuessa kuormitukseen, vaikka kuormitus pysyisi enti-

sellään (Reilly 1990). Näin aerobisen energian suhteellinen osuus tarvittavasta kokonaisenergiämäärästä lisääntyy ja anaerobista energiantuottoa heijastava laktaattipitoisuus voi jopa laskea. Luonnollisesti myös kuormituksen intensiteetti vaikuttaa osaltaan laktaattiin. Pelaajien juoksumatka lyheni asteittain jaksojen 2, 4 ja 8 välillä, mikä saattoi olla osasyynä lievään laktaatin alenemiseen.

5v5-pelissä pelaajien liikkuma kokonaismatka vaikuttaa vähäiseltä (309 m / 2 min). Tasaaisesti liikkuttuna se vastaa nopeutta 2,6 m/s. Normaaliin otteluaikaan suhteutettuna ilman palautusminuutteja liikkuminen vastaisi lähes 14 kilometrin etenemistä, mikä on enemmän kuin useimmissa tutkimuksissa on raportoitu (9-14 km, tarkemmin s. 4). Palautusminuutit mukaan lukien taituisi 90 minuutin aikana noin 9,3 kilometriä, mitä voi pitää melko tyypillisenä matkana ottelussa, ja jos oletetaan pelaajan kävelevän palautuksen aikana samalla nopeudella kuin pelin aikana (1,9 m/s), pitenisi kokonaismatka vielä 3,3 km:llä. Näin laskettuna pelaajien olisi pitänyt jatkaa vähintään yhtä liikkuvaa peliä vielä 21 lisäjaksoa (välissä 15 minuutin tauko).

Lähes puolet matkasta oli hölkkää. Se oli yhteydessä anaerobisen kynnyksen juoksunopeuteen, jota käytetään usein aerobisen suorituskyvyn mittarina. Näin on selvää, että kestävyysominaisuuksiltaan hyväkuntoiselle pelaajalle kertyy matkaa enemmän. Taus-tamuuttujista tuli liikkumisen suhteen selvimmin esille kehon rasvaprosentti. Mitä suurempi se oli, sitä enemmän pelaaja käveli ja sitä vähemmän kertyi kokonaismatkaa. Intensiteetti-luokissa pelaajien väliset erot variaatiokertoimella mitattuna pysyttelivät alle 10 %:ssa hölkkää lukuun ottamatta.

9.3 Juoksukuormitus

Juoksukuormituksessa toteutunut keskinopeus 3,9 m/s antaa kuvan siitä, ettei pienpelien eikä yleensä jalkapallon fyysistä kuormittavuutta voi kovin suurelta osin perustella pelikästään juoksun määrällä. Nytkin pelin keskimääräinen juoksunopeus (2,6 m/s) oli selvästi hitaampi kuin vauhtikestävyysjuoksuissa, mutta fyysinen kuormittavuus oli sekä sykkeellä että laktaatilla mitaten korkeampi. Lisärasitukseen voi vaikuttaa lajinomaisten aktiviteettien lisäksi myös jalkapalloilijoille melko tyypillinen juoksun epätaloudellisuus.

Suuri osa koehenkilöistä kykeni säännöstelemään vauhtiaan tarkasti ja osui syketavoit-teeseensa erinomaisesti. Palautussyke jäi melko korkeaksi pääasiassa kevennyshyppyjen ja verinäytteiden oton vuoksi.

Jaksojen 2, 4 ja 8 laktaatit eivät poikenneet suuresti toisistaan, mutta laskeva trendi etenkin kahden ensimmäisen näytekerran välillä oli selkeä. Mielenkiintoinen ilmiö ta-pahtui viimeisellä näytekerralla, jolloin pitoisuuksien vaihteluvälin yläpää nousi huo-mattavasti (kuvio 19 s. 48), kun kahden pelaajan arvot, vastoin muuta ryhmää, nousivat loppua kohti. Kyseisten pelaajien juoksumatkat olivat kyllä ryhmän pisimmät, mutta suuria vaihteluita ei heidän omien jaksomatkojensa välillä ollut kuitenkaan nähtävissä. Myös sykekäyrät olivat säännöllisiä. Mahdollinen selitys poikkeaville laktaattivasteille on se, että he olivat ainoat pelaajat, joiden juoksunopeus ylitti heidän juoksumatolla määritellyn anaerobisen kynnyksen juoksunopeutensa. Tällöin nopeuden saavuttaminen ja ylläpito vaatii lisääntyvää nopeiden lihassolujen rekrytointia ja sen seurauksena anae-robisen energiantuoton osuus kasvaa. Glykolyysin tehostumisen seurauksena myös lak-taattia kertyy yhä enemmän (Bangsbo 1994e).

Juoksunopeuden osalta on kuitenkin huomioitava mahdollinen juoksumaton ja normaali radan välinen ero sekä toisaalta radalla tehtyjen käännosten vaikutus kuormittavuuteen. Käänöksillä näyttäisi olevan selvä kuormitusta lisäävä vaikutus, koska radalla juosten vain edellä mainitut kaksi pelaajaa ylittivät oman anaerobisen kynnyksen juoksunopeutensa, mutta neljä pelaajaa heidän lisäksi ylitti oman laktaattikynnyk-sensä ilman riittävää juoksunopeutta. Pelaajat toistivat jaksossa yleensä neljä vauhdin jarruttamista ja uudelleen kiihdytystä.

9.4 Suorituskykymuuttujat

Kimmoisuusominaisuuksia kuvaavassa kevennyshypyssä ei tapahtunut muutoksia kummankaan kuormitusmallin seurauksena. Siitä voi päätellä, ettei neuromuskulaarista väsymistä 26 minuutin jaksottaisen submaksimaalisen kuormituksen jälkeen ollut ha-vaittavissa. Päin vastoin näytti siltä, että rasitus herkisti räjähtävää suoritusta, koska hyppytulokset paranivat kuormituksen alettua. Se voi olla seurausta lihaksen lämpötilan nousun edesauttamasta hermoimpulssien paremmasta johtumisnopeudesta. Tasoltaan

ryhmän keskiarvotulokset, noin 40 cm, sijoittuvat vastaavan ikäluokan suomalaistulosten keskikastiin.

Myös nopeuskestävyystestin ensimmäisen pyrähdyn (20 m) ajat tukevat edellä mainittua päätelmää. Kummankin kuormitusmallin jälkeen testin ns. ykkösaika oli nopeampi kuin ennen kuormitusta suoritettussa pyrähdyksessä, joskaan erot eivät olleet suuria. Voidaan kuitenkin väittää, ettei kuormitusmalleilla ollut hidastavaa vaikutusta lajinomaiseen lähtönopeuteen.

Nopeuskestävyystestin kokonaisajoissa pelikuormituksen jälkeinen tulos jäi noin sekunnin huonommaksi kuin ilman kuormitusta ja juoksukuormituksen jälkeen. Ensimmäisenä selityksenä nousee esiin se, että pelaajilla veren laktaattipitoisuus testin alkaessa oli oletettavasti korkein juuri pelikuormituksen jälkeen. Kuitenkaan näillä laktaattiarvoilla ei ollut yhteyttä nopeuskestävyystestien kokonaisaikoihin eikä nopeuden hidastuvuutta kuvaaviin muutosprosentteihin. Koeryhmän kokonaisajat olivat ikäluokansa keskitasoa.

Ero pelikuormituksen ja vuorokautta aiemmin tehdyn esimittauksen välillä voi olla seurausta pelikuormituksen aiheuttamasta väsymisestä, vaikkakaan se ei ollut laktaattipitoisuudesta nähtävissä. Toisaalta syynä voi olla juoksualusta, vaikka se olikin molemmilla mittauskerroilla sama. Keinonurmi on alustana melko liukas ja se saattaa väsyneenä aiheuttaa varovaisuutta terävissä käänöksissä. Siitä voi seurata se, että jarrutuksessa ennen käännöstä reisilihasten eksentrisen eli jarruttavan lihassupistusvaiheen osuus kasvaa, jolloin askeleen kontaktiaika alustaan pitenee ja vaikuttaa näin juoksunopeuteen hidastavasti.

Vastaava sekunnin ero peli- ja juoksukuormitusten välillä johtunee osaltaan jälkimmäisten mittausten viivästyneestä ajoituksesta. Pelaajien anaerobinen suorituskyky on todennäköisesti parantunut harjoittelun painotusten muututtua. Siihen viittaa laktista tehoa kuvaavan viimeisen juoksun hidastuvuusindeksin erittäin selvä parannus (23 → 14 %). Myös testin jälkeen otetun verinäytteen reilusti korkeampi laktaattipitoisuus (11,1 → 8,3 mM) on osoituksena tehostuneesta anaerobisesta energiantuotannosta. Koeryhmän hidastuvuusindeksit kaikilla seurantaväleillä olivat parantuneet heikosta keskitasoon.

Se, olisiko nyt esille tulleet kuormitusmallien väliset erot toteutuneet, mikäli mahdolliset erilaisen alustan ja kahdeksan viikon harjoitusvasteiden vaikutukset olisi pystytty eliminoimaan, jäi tässä tutkimuksessa osoittamatta. Koska fyysistä kuormittumista heijastava laktaatti ei kuitenkaan vaikuttanut nopeuskestävyystestin tuloksiin, antaa se aiheen olettaa, ettei eroa kuormitusmallien vaikutusten välillä olisi ollut havaittavissa.

9.5 Johtopäätökset

- Jalkapallossa 5v5-pelillä voidaan suomalaisella liigatasolla päästä normaalin ottelun kuormitustasolle syketajuuden ja veren laktaattipitoisuuden perusteella. Vertailu perustuu aiempiin tutkimustuloksiin, koska tämän tutkimuksen pelaajien kuormittumista ei normaalissa ottelussa mitattu.
- Pelivariaatioiden välillä ei ollut kuormittavuuseroa. Kahden kosketuksen pelissä sykevasteet olivat variaatiokertoimen perusteella yhtenäisempiä.
- Kuormituksen sykevasteita ryhmän sisällä voidaan pitää yhtenäisinä, mikäli variaatiokertoimen 10 %:n raja hyväksytään yksilöllisen vaihtelun ylärajaksi. Laktaattiarvoissa yksilölliset vaihtelut olivat suuria.
- Pienpelin sykkeen mukaan määritellyllä vauhtikestävyysjuoksun intensiteetillä yllettiin juoksumatolla arvioidun laktaattikynnyksen yläpuolelle.
- Pelikuormituksella ja tasavauhtisella submaksimaalisella juoksukuormituksella ei ollut vaikutusta neuromuskulaariseen suorituskykyyn. Kuormitusmallien vaikutusten ero laktiseen suorituskykyyn jäi todistamatta, mutta oletettavasti merkittävää eroa ei vertailukelpoisellakaan asetelmalla saataisi näkyviin.

Tulevaisuudessa vertaileva pitkittäistutkimus vauhtikestävyysjuoksua ja pienpelejä kestävyysharjoitteina käyttävistä ryhmistä antaisi lisätietoa harjoitusmuotojen tehokkuudesta ja mahdollisista eroista. Toisaalta myös erilaisten lajinomaisten kiertoarjoitteiden kuormitusvasteita ei ole liiemmin selvitetty.

LÄHTEET

- Aagaard, P., Trolle, M., Simonsen, E.B., Klausen, K. & Bangsbo, J. (1993). High speed knee extension capacity of soccer players after different kinds of strength training. Teoksessa Reilly, T., Clarys, J. & Stibbe, A. (toim.) Science and Football II. Lontoo: E & FN Spon. 92-94.
- Ali, A. & Farrelly, M. (1991). Recording soccer players' heart rates during matches. Journal of Sport Sciences, 9, 183-189.
- Anderson, B., Grönhagen, A., Lindholm, H., Ohlsson, K. & Ekblom, B. (1983). Jämförande studier över fysisk prestation och fysiologisk reaktion vid fotbollspel. GIH, Fysiologiska Institutionen III, Karolinska Institutet, Tukholma. Viitattu kirjassa Bangsbo (1994e).
- Apor, P. (1988). Successful formulae for fitness training. Teoksessa Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W.J. (toim.) Science and Football. Lontoo: E & FN Spon. 95-107.
- Balsom, P. (1994). Evaluation of physical performance. Teoksessa Ekblom, B. (toim.) Handbook of sports medicine and science. Football (soccer). Glasgow: IOC/Blackwell. 102-123.
- Balsom, P. (1998). Kunnon jalkapallokirja. Suomentanut Kilpa- ja Huippu-urheilun Tutkimuskeskus alkuperäisteoksesta Precision Football (Soccer): Football specific endurance training. Iisalmi: Suomen Palloliitto.
- Balsom, P., Seger, J., Sjödin, B. & Ekblom, B. (1991). A physiological evaluation of high intensity intermittent exercise. Abstract from the 2nd World Congress on Science and Football, Veldhoven, Hollanti. Viitattu kirjassa Bangsbo (1994e).
- Bangsbo, J. (1992). Metabolism in soccer. Abstract from the European Congress of Football Medicine, Tukholma. Viitattu kirjassa Bangsbo (1994e).

- Bangsbo, J. (1994a). Energy demands in competitive soccer. *Journal of Sport Sciences*, 12, S5-S12. Review.
- Bangsbo, J. (1994b). Fitness training in football - a scientific approach. Kööpenhamina: HO+Storm.
- Bangsbo, J. (1994c). Physical conditioning. Teoksessa Ekblom, B. (toim.) *Handbook of sports medicine and science. Football (soccer)*. Glasgow: IOC/Blackwell. 124-138.
- Bangsbo, J. (1994d). Physiological demands. Teoksessa Ekblom, B. (toim.) *Handbook of sports medicine and science. Football (soccer)*. Glasgow: IOC/Blackwell. 43-58.
- Bangsbo, J. (1994e). The physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise (väitöskirja). Kööpenhamina: HO+Storm.
- Bangsbo, J. (1997). The physiology of intermittent activity in football. Teoksessa Reilly, T., Bangsbo, J. & Hughes, M. (toim.) *Science and Football III*. Lontoo: E & FN Spon. 43-53.
- Bangsbo, J. & Lindquist, F. (1992). Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *International Journal of Sports Medicine*, 13, 125-132.
- Bangsbo, J. & Mizuno, M. (1988). Morphological and metabolic alterations in soccer players with detraining and their relation to performance. Teoksessa Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W.J. (toim.) *Science and Football*. Lontoo: E & FN Spon. 114-124.
- Bangsbo, J., Nørregaard, L. & Thorsöe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 16, 110-116.

- Bangsbo, J., Nørregaard, L. & Thorsøe, F. (1992). The effect of carbohydrate diet on intermittent exercise performance. *International Journal of Sports Medicine*, 13, 152-157.
- Bangsbo, J., Petersen, A. & Michalsik, L. (1993). Accumulated O₂ deficit during intense exercise and muscle characteristics of elite athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 14, 207-213.
- Bar-Or, O. (1981). The Wingate anaerobic test; characteristics and applications. *Symbioses*, III, 157-172. Viitattu artikkelissa Reilly & Bangsbo (1998).
- Bergh, U., Sjödin, B., Forsberg, A. & Svedenhag, J. (1991). The relation between body mass and oxygen uptake during running in humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 205-211. Viitattu artikkelissa Wislöff ym. (1998).
- Boobis, L.H. (1987). Metabolic aspects of fatigue during sprinting. Teoksessa Macleod, D., Maughan, R., Nimmo, M., Reilly, T. & Williams, T.C. (toim.) *Exercise: Benefits, Limits, Adaptations*. Lontoo/New York: E & FN Spon. 116-143.
- Bosco, C. (1990). Strength elasticity in football. Teoksessa Santilli, G. (toim.) *Sport medicine applied to football*. Rooma: CONI. 66-70.
- Brewer, J. (1994). Nutritional aspects of women's soccer. *Journal of Sport Sciences*, 12, S35-S38. Review.
- Brooks, G.A. (1987). Lactate production during exercise: oxidizable substrate versus fatigue agent. Teoksessa Macleod, D., Maughan, R., Nimmo, M., Reilly, T. & Williams, T.C. (toim.) *Exercise: Benefits, Limits, Adaptations*. Lontoo/New York: E & FN Spon. 144-158.
- Cabri, J., De Proft, E., Dufour, W & Clarys, J.P. (1988). The relation between muscular strength and kick performance. Teoksessa Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W.J. (toim.) *Science and Football*. Lontoo: E & FN Spon. 186-193.

- Davis, J.A., Brewer, J. & Atkin, D. (1992). Pre-season physiological characteristics of English first and second division players. *Journal of Sports Sciences*, 10, 541-547.
- De Proft, E., Cabri, J., Dufour, W & Clarys, J.P. (1988). Strength training and kick performance in soccer players. Teoksessa Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W.J. (toim.) *Science and Football*. Lontoo: E & FN Spon. 108-113.
- Dickhuth, H.H., Simon, G., Bachl, N., Lehman, M. & Keul, J. (1981). Zur Hochst- und Dauerleistungsfähigkeit von Bundesligafussballspielern. *Leistungssport*, 11, 148-152. Viitattu artikkelissa Reilly (1994b).
- Di Salvo, V. & Pigozzi, F. (1998). Physical training of football players based on their positional roles in the team: effects on performance-related factors. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 38, 294-297.
- Drust, B., Reilly, T. & Rienzi, E. (1998). Analysis of work rate in soccer. *Sports Exercise and Injury*, 4, 151-155. Viitattu artikkelissa Reilly ym. (2000).
- Durnin, J.V. & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness. *British Journal of Nutrition*, 32 (1), 77-97.
- Ekblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Medicine*, 3, 50-60.
- Faina, M., Gallozzi, C., Lupo, S., Colli, R., Sassi, R. & Marini, C. (1988). Definition of the physiological profile of the soccer player. Teoksessa Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W.J. (toim.) *Science and Football*. Lontoo: E & FN Spon. 158-163.
- Gerisch, G., Rutenmüller, E. & Weber, K. (1988). Sports medical measurements of performance in soccer. Teoksessa Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W.J. (toim.) *Science and Football*. Lontoo: E & FN Spon. 60-67.

- Guyton, A.C. & Hall, J.E. (toim.) (1996). Textbook of medical physiology. 9th ed. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Hirsjärvi, S., Liikanen, P., Remes, P. & Sajavaara, P. (1986). Tutkimus ja sen raportointi. 4. uud. painos. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Kollath, E. & Quade, K. (1993). Experimental measurement of the professional and amateur soccer player's sprinting speed. Teoksessa Reilly, T., Clarys, J. & Stibbe, A. (toim.) Science and Football II. Lontoo: E & FN Spon. 31-36.
- 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 (2), 99-102.
- Luhtanen, P. (1987). Jalkapallon lajiansalyysi. Teoksessa Luhtanen, P. & Miettinen, P. Jalkapallovalmentajan käsikirja 1. Hanko: Suomen Palloliitto. 7-40.
- Luhtanen, P. & Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus (1996). Jalkapallovalmennus. Forssa: Suomen Palloliitto.
- Luhtanen, P. & Miettinen, P. (1987). Jalkapalloilijan kestävyysvalmennus. Teoksessa Luhtanen, P. & Miettinen, P. Jalkapallovalmentajan käsikirja 1. Hanko: Suomen Palloliitto. 73-85.
- MacLaren, D., Davids, K., Isokawa, M., Mellor, S. & Reilly, T. (1988). Physiological strain in 4-a-side soccer. Teoksessa Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W.J. (toim.) Science and Football. Lontoo: E & FN Spon. 76-80.
- Margaria, R., Aghemo, P & Rovelli, E. (1966). Measurement of muscular power (anaerobic) in man. Journal of Applied Physiology, 21, 1661-1664. Viitattu artikkelissa Reilly ym. (2000).

- Margaria, R., Oliva, R.D., Di Prampero, P.E. & Cerretelli, P. (1969). Energy utilization in intermittent exercise of supramaximal intensity. *Journal of Applied Physiology*, 26, 752-756. Viitattu artikkelissa Reilly & Bangsbo (1998).
- Mayhew, S.R. & Wenger, H.A. (1985). Time and motion analysis of professional soccer. *Journal of Human Movement Studies*, 11, 49-52. Viitattu artikkelissa Smith ym. (1993).
- Mäkelä, I. (1999). Pienpeliharjoitteiden fyysinen kuormittavuus jalkapallossa. Julkaisematon kandidaatintutkielma. Jyväskylän yliopisto, Liikuntabiologian laitos.
- Nevill, M.E., Boobis, L.H., Brooks, S. & Williams, C. (1989). Effect of training on muscle metabolism during treadmill sprinting. *Journal of Applied Physiology*, 67, 2376-2382.
- Nowacki, P.E., Cai, D.Y., Buhl, C. & Krümmelbein, U. (1988). Biological performance of German soccer players (professionals and juniors) tested by special ergometry and treadmill methods. Teoksessa Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W.J. (toim.) *Science and Football*. Lontoo: E & FN Spon. 145-157.
- Ohashi, J., Isokawa, M., Nagahama, H. & Ogushi, T. (1993). The ratio of physiological intensity of movements during soccer match-play. Teoksessa Reilly, T., Clarys, J. & Stibbe, A. (toim.) *Science and Football II*. Lontoo: E & FN Spon. 124-128.
- Ohashi, J., Togari, H., Isokawa, M. & Suzuki, S. (1988). Measuring movement speeds and distances covered during soccer match-play. Teoksessa Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W.J. (toim.) *Science and Football*. Lontoo: E & FN Spon. 329-333.
- Puga, N., Ramos, J., Agostinho, J., Lamba, I., Costa, O. & Ohashi, J. (1993). Physical profile of a first division portuguese professional soccer team. Teoksessa Reilly, T., Clarys, J. & Stibbe, A. (toim.) *Science and Football II*. Lontoo: E & FN Spon. 40-42.

- Rahkila, P. & Luhtanen, P. (1991). Physical fitness profile of Finnish national teams candidates. *Science and Football*, 5, 30-33. Viitattu kirjassa Luhtanen (1996).
- Reilly, T. (1979). *What Research Tells the Coach about Soccer*. Washington: AAHPERD. Viitattu artikkelissa Reilly ym. (2000).
- Reilly, T. (1986). Fundamental studies on soccer. Teoksessa Andresen, R. (toim.) *Sportwissenschaft und Sportpraxis*. Hampuri: Ingrid Czwalina Verlag. 114-121. Viitattu kirjassa Bangsbo (1994e).
- Reilly, T. (1990). Football. Teoksessa Reilly, T., Secher, N., Snell, P. & Williams, C. (toim.) *Physiology of Sports*. Lontoo/New York: E & FN Spon. 371-426.
- Reilly, T. (1994a). Motion characteristics. Teoksessa Ekblom, B. (toim.) *Handbook of sports medicine and science. Football (soccer)*. Glasgow: IOC/Blackwell. 31-42.
- Reilly, T. (1994b). Physiological profile of the player. Teoksessa Ekblom, B. (toim.) *Handbook of sports medicine and science. Football (soccer)*. Glasgow: IOC/Blackwell. 78-94.
- Reilly, T. & Ball, D. (1984). The net physiological cost of dribbling a soccer ball. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. Vol. 55 (3), 267-271.
- Reilly, T. & Bangsbo, J. (1998). Anaerobic and aerobic training. Teoksessa Elliot, B. (toim.) *Training in Sport: Applying Sport Science*. Chichester: Wiley. 351-409.
- Reilly, T., Bangsbo, J. & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sport Sciences*, 18, 669-683. Review.
- Reilly, T. & Bowen, T. (1984). Exertional costs of changes in directional modes of running. *Perceptual and Motor Skills*, 58, 149-150. Viitattu kirjassa Bangsbo (1994e).

- Reilly, T. & Secher, N. (1990). *Physiology of sports: an overview*. Teoksessa Reilly, T., Secher, N., Snell, P. & Willams, C. (toim.) *Physiology of Sports*. Lontoo/New York: E & FN Spon. 465-485.
- Rienzi, E., Mazza, J.C., Carter, J.E.L. & Reilly, T. (1998). *Futbolista Sudamericano de Elite: Morfologia, Analisis del Juego y Performance*. Rosario: Biosystem Servicio Educativo. Viitattu artikkelissa Reilly ym. (2000).
- Rohde, H.C. & Espersen, T. (1988). Work intensity during soccer training and match-play. Teoksessa Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W.J. (toim.) *Science and Football*. Lontoo: E & FN Spon. 68-75.
- Rusko, H. (1987). The effect of training on aerobic power characteristics of young cross-country skiers. *Journal of Sports Sciences*, 5, 273-286. Viitattu artikkelissa Reilly & Bangsbo (1998).
- Saltin, B. & Essén, B. (1971). Muscle glycogen, lactate, ATP and CP in intermittent exercise. Teoksessa Saltin, B. & Pernow, B. (toim.) *Muscle Metabolism During Exercise: Advances in Experimental Medicine and Biology*. Vol. II. New York: Plenum Press. 419-424. Viitattu kirjassa Bangsbo (1994e).
- Smith, M., Clarke, G., Hale, T. & McMorris, T. (1993). Blood lactate levels in college soccer players during match-play. Teoksessa Reilly, T., Clarys, J. & Stibbe, A. (toim.) *Science and Football II*. Lontoo: E & FN Spon. 129-134.
- Småroos, G. (1980). Energy usage during football match. Teoksessa Vecchiet, L. (toim.) *Proceedings of the 1st International Congress on Sports Medicine Applied to Football*. Rooma: D. Guanello. 11, 795-801. Viitattu kirjassa Bangsbo (1994e).
- Thomas, V. & Reilly, T. (1976). Application of motion analysis to assess performance on competitive football. *Ergonomics*, 19, 530. Viitattu artikkelissa Bangsbo (1997).

- Togari, H., Ohashi, J. & Ohgushi, T. (1988). Isokinetic muscle strength of soccer players. Teoksessa Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W.J. (toim.) Science and Football. Lontoo: E & FN Spon. 181-185.
- Tumilty, D. (1993). Physiological characteristics of elite soccer players. Sports Medicine, 16 (2), 80-96. Review.
- Van Gool, D. (1987). De fysieke belasting tijdens een voetbalwedstrijd: Studie van afgelegde afstand, hartfrequentie, energieverbruik en lactaatbepalingen (väitöskirja). University of Leuven, Belgia. Viitattu kirjassa Bangsbo (1994e).
- Van Gool, D., Van Gerven, D. & Boutmans, J. (1988). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. Teoksessa Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W.J. (toim.) Science and Football. Lontoo: E & FN Spon. 51-59.
- White, J.E., Emery, T.M., Kane, J.L., Groves, R. & Risman, A.B. (1988). Pre-season fitness profiles of professional soccer players. Teoksessa Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W.J. (toim.) Science and Football. Lontoo: E & FN Spon. 164-171.
- Vilkki, J. (1998). Kuntotestauksen perusteet. Lajikohtaiset sovellukset. Jalkapallo. LIITE ry. 191-195.
- Winkler, W. (1985). Fussball analysiert: Hamburger SV gegen Inter Mailand. Spielanalyse im Leistungsfussball mit Hilfe von Video-Aufzeichnungen. Fussballtraining 12, 19-22.
- Wislöff, U., Helgerud, J. & Hoff, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. Medicine and Science in Sports and Exercise, 30, 462-467.
- Withers, R.T., Maricic, Z., Wasilewski, S. & Kelly, L. (1982). Match analysis of Australian professional soccer players. Journal of Human Movement Studies, 8, 159-176. Viitattu kirjassa Bangsbo (1994e).

Wittich, A., Mautalen, C.A., Oliveri, M.B., Bagur, A., Somoza, F. & Rotemberg, E. (1998). Professional football (soccer) players have a markedly greater skeletal mineral content, density and size than age- and BMI-matched controls. *Calcified Tissue International*, 63, 112-117.

Öberg, B., Möller, M., Gillquist, J. & Ekstrand, J. (1986). Isokinetic torque levels in soccer players. *International Journal of Sport Medicine*, 7, 50-53

Liite 1.

Kysely suomalaisseurojen valmentajille (Liiga)

Tarkoituksena selvittää pienpelien sekä vauhtikestävyysjuoksujen käyttöä fyysisinä harjoitteina suomalaisessa huippujalkapalloilussa.

A. Pienpelit

1. a) Käytättekö pienpelejä fyysisenä harjoitusmuotona?
b) Mihin ajankohtaan tyypillisimpien pienpelien painopiste sijoittuu?
c) Kuinka usein niitä tuolloin käytetään viikoittain?
2. a) Monta pelaajaa / joukkue useimmiten käytätte? (oletus: pelaajien lkm ei rajoita.)
b) Ovatko maalivahdit mukana? (isot / pienet maalit)
c) Mikä on kentän koko?
3. Millaisin säännöin pelaatte? (kosketukset, maalinteko, pelinavaus, paitsiot, erikoistilanteet)
4. a) Kuinka pitkiä ovat työskentelyjaksot?
b) Entä palautukset? (aktiivinen / passiivinen)
c) Monta jaksoa harjoitekokonaisuus sisältää? (kokonaiskesto)
5. Muuta huomioitavaa pienpeleistä.

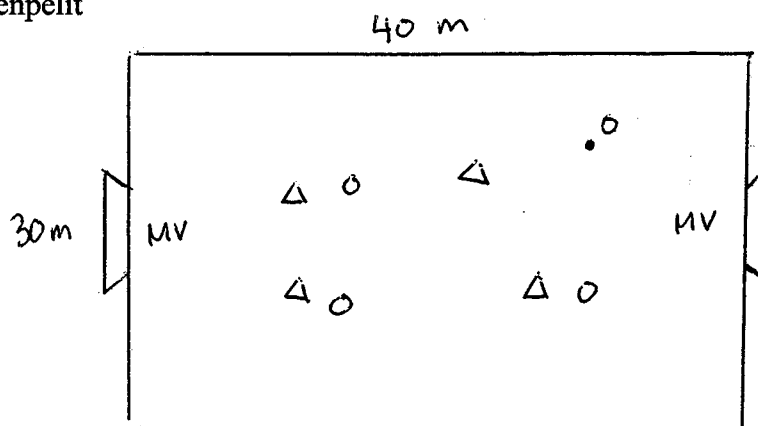
B. Vauhtikestävyysjuoksut

6. a) Teettekö juoksuharjoitteita, joissa rasitus- ja palautusjaksojen kestot ovat likimain samat kuin em. pienpeleissä?
b) Pyrittekö tuolloin tietoisesti samanlaisiin fysiologisiin harjoitusvaikutuksiin?
c) Kuinka tyypillisiä em. juoksuharjoitteet ovat harjoitusohjelmassanne? (1-5)
7. a) Mihin ajankohtaan kaudesta em. juoksuharjoitteet pääasiallisesti painottuvat?
b) Kuinka usein niitä käytetään tuolloin viikoittain?
8. a) Millaisia em. juoksuharjoitteet tyypillisimmin ovat?
- ympyrä- / käänösjuoksut
- rasituksen kesto (aika vai matka)
- palautuksen kesto (aktiivinen vai passiivinen)
- intensiteetin määrittäminen (suhteellinen juoksunopeus / syketaajuus, kynnykset)
- suoritusten määrä (kokonaiskesto)
b) Kuinka yksilöllisesti intensiteetti määritellään? (yksilö, ryhmä, joukkue)
c) Mihin intensiteetin määrittäminen perustuu? (testit: matto, matka, aika)
9. Muuta huomioitavaa juoksuharjoittelusta.

Liite 2.

Koecasetelmat

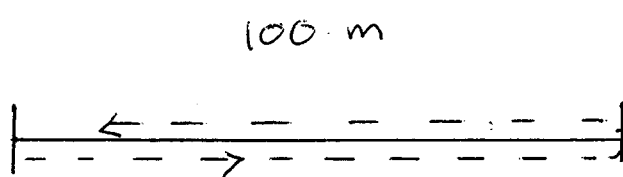
Pienpelit



9 x 2 min
palautus 1 min

○ = joukkue A
Δ = joukkue B

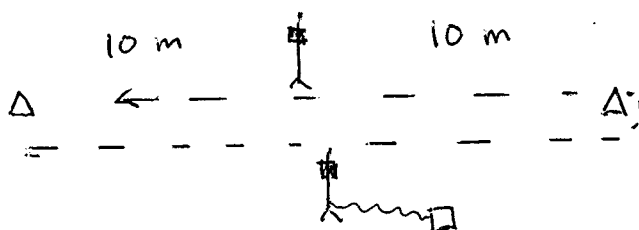
Juoksurata



9 x 2 min
palautus 1 min

intensiteetti sykkeen
mukaan

Nopeuskestävyydestä 10 x 20 m



Kevennyshyppy



Liite 3.

Pro Gradu-tutkimus

Jyväskylän yliopisto, Liikuntabiologian laitos

Ilkka Mäkelä

Työn ohjaaja: professori Keijo Häkkinen

Jalkapallon pienpelien fysiologinen kuormittavuus

1. Tutkimuksen tarkoitus

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on osaltaan selvittää samoihin fysiologisiin harjoitusvaikutuksiin tähtäävien pienpelien ja juoksuharjoitteiden kuormittavuuseroja samoja rasitus- ja palautuskestoja käyttäen.

2. Koeasetelmat

Suomen liigavalmentajille suunnatulla *kyselyllä* (n=12) selvitettiin pienpeleihin sekä vauhtikestävyysharjoitteluun liittyviä seikkoja. Saatujen tietojen perusteella on *tutkimuksen protokollaksi* muotoiltu yleisimmin käytettyjä harjoitteita soveltuvin osin. Mittattavina harjoitteina käytetään 5v5-pienpelejä sekä vauhtikestävyysjuoksuja suoralla radalla. Mittaukset suoritetaan maaliskuuhuhtikuussa 2000 Lahden Suurhallissa sekä Lahden Stadionin juoksusuoralla.

3. Mitattavat muuttujat

Mitattavina muuttujina ovat sydämen syketaajuus ja veren laktaattipitoisuus. Koehenkilöt käyttävät koodattuja sykemittareita, joiden tallentamat tiedot puretaan tietokoneelle Polar-sykeanalysointiohjelmaan. Kapillaariverinäytteet otetaan sormen päästä ennen kuormitusta, kuormitusjaksojen (3 näytettä) sekä jälkimittausten jälkeen. Lisäksi mitataan kuormituksen aiheuttamia neuromuskulaarisen suorituskyvyn muutoksia sekä alaktisesti (kevennyshyppy kontaktimatolla ennen, välillä ja jälkeen kuormituksen) että laktisesti (nopeuskestävyydesti 10 x 20 m jälkeen kuormituksen). Jälkimittaukset suoritetaan mainitussa järjestyksessä välittömästi viimeisen kuormitusjakson jälkeen.

Esimittauksissa suoritetaan em. nopeuskestävyydesti sekä mitataan maksimaalinen kahden minuutin juoksumatka.

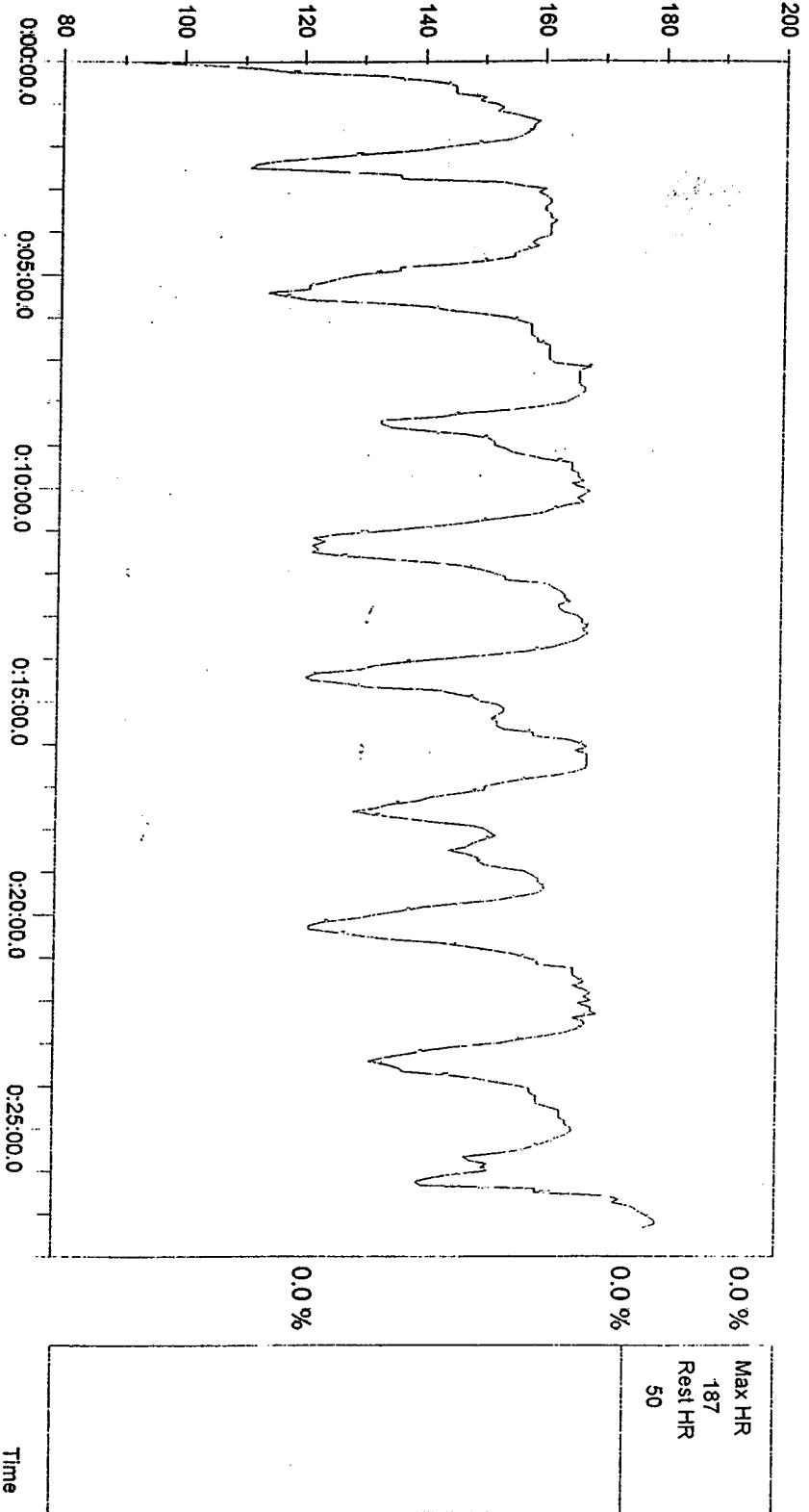
Koehenkilön suostumus

Olen tietoinen tutkimuksen sisällöstä ja osallistun siihen vapaaehtoisesti.

Nimi: _____

Syntymäaika: _____

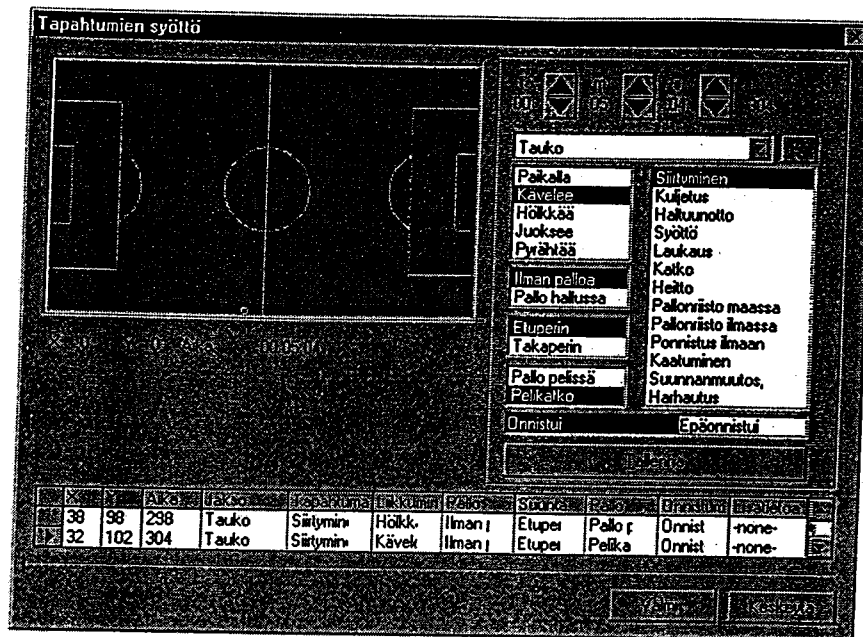
Allekirjoitus: _____



HR: 92 bpm
Time: 0:00:00.0

| | | | | | | |
|----------|--------------|------|------------|-----------------------|-----------|----------|
| Person | Joe Average | Date | 23.03.2000 | Average | 152 bpm | Recovery |
| Exercise | | Time | 8:55:00.0 | Duration of exercise: | 0:27:20.9 | |
| Note | 5v5 vapaa OL | | | | | |

Liite 6.



Yllä: Tapahtumien syöttö –ruutu Event Entry-sovelluksessa

Alla: Numeerinen tuloste Keskiarvoanalyysistä Analyser-sovelluksessa

Average Analysis

SAGE
GameManager for
SoccerAnalyser

Player TH
 Tourname gradu
 nt
 Date 23.3.00
 Match 2

| Movement | Time In Seconds. | Total Movement m | Average Speed m/s | Count Of Events |
|------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| Stationary | 8 | 0 | 0,00 | 9 |
| Walking | 31 | 65 | 2,10 | 19 |
| Jogging | 46 | 133 | 2,89 | 37 |
| Running | 29 | 115 | 3,97 | 24 |
| Sprinting | 5 | 35 | 7,00 | 8 |
| Yht. | 119 | 348 | | |

Liite 7.
Esimitausten korrelaatioita

| | Muutos-% 1>4 E | Muutos-% 1>7 E | Muutos-% 1>10 E | VO2max (ml/kg/min) | Paino (kg) | Laktaatti max | Juoksunop. / anakyynys |
|----------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|---------------------------|
| 10 x 20 m Kok.aika E | ,527 | ,799* | ,515 | -,423 | -,013 | -,100 | -,525 |
| Sig. (2-tailed) | ,179 | ,017 | ,192 | ,297 | ,976 | ,815 | ,181 |
| N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

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

| | Muutos-% 1>7 E | Muutos-% 1>10 E | Paino (kg) | Juoksu 1E |
|-----------------|-------------------|--------------------|------------|-----------|
| Muutos-% 1>4 E | ,594 | -,092 | ,464 | -,721* |
| Sig. (2-tailed) | ,121 | ,828 | ,247 | ,044 |
| N | 8 | 8 | 8 | 8 |

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

| | Muutos-% 1>10 E | Paino (kg) | Juoksu 1E |
|-----------------|--------------------|------------|-----------|
| Muutos-% 1>7 E | ,519 | -,061 | -,787* |
| Sig. (2-tailed) | ,187 | ,886 | ,020 |
| N | 8 | 8 | 8 |

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

| | Paino (kg) | Juoksu 1E |
|-----------------|------------|-----------|
| Muutos-% 1>10 E | -,745* | -,246 |
| Sig. (2-tailed) | ,034 | ,556 |
| N | 8 | 8 |

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

| | VO2max (ml/kg/min) | Rasva-% | Juoksunop. / anakyynys | LA 2 min juoksun jälkeen |
|-------------------|-----------------------|---------|---------------------------|--------------------------------|
| Juoksumatka 2 min | ,566 | -,594 | ,240 | ,545 |
| Sig. (2-tailed) | ,143 | ,120 | ,567 | ,163 |
| N | 8 | 8 | 8 | 8 |

Muutos-% 1>4 = (juoksun 4 aika / juoksun 1 aika -1) jne., E = esimitaus.

5v5-pelin fysiologisten muuttujien korrelaatioita

| | HR 2. min A | HR 2. min % / max A | HR koko harj. A | HR palautus A | HR palautus % / max A | LA ka A | LA / anakyynys | VO2max (ml/kg/min) |
|-----------------------|---|---------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| HR 2. min A | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | 1,000 8 | ,571 ,139 8 | ,899** ,002 8 | ,678 ,065 8 | ,484 ,225 8 | ,209 ,620 8 | ,427 ,292 8 |
| HR 2. min % / max A | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | 1,000 8 | ,555 ,153 8 | ,957** ,000 8 | ,693 ,057 8 | ,786* ,021 8 | ,728* ,040 8 | ,091 ,830 8 |
| HR koko harj. A | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,977** ,000 8 | 1,000 ,153 8 | ,957** ,000 8 | ,776* ,024 8 | ,519 ,188 8 | ,269 ,519 8 | ,528 ,179 8 |
| HR palautus A | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,899** ,002 8 | ,431 ,286 8 | 1,000 ,000 8 | ,842** ,009 8 | ,447 ,267 8 | ,171 ,685 8 | ,681 ,063 8 |
| HR palautus % / max A | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,678 ,065 8 | ,693 ,057 8 | ,842** ,009 8 | 1,000 ,000 8 | ,671 ,069 8 | ,509 ,197 8 | ,642 ,086 8 |
| LA ka A | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,484 ,225 8 | ,786* ,021 8 | ,519 ,188 8 | 1,000 ,000 8 | ,770* ,026 8 | ,770* ,026 8 | ,211 ,616 8 |
| LA / anakyynys | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,209 ,620 8 | ,728* ,040 8 | ,269 ,519 8 | ,509 ,197 8 | 1,000 ,026 8 | 1,000 ,603 8 | ,219 ,603 8 |
| VO2max (ml/kg/min) | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,427 ,292 8 | ,091 ,830 8 | ,528 ,179 8 | ,642 ,086 8 | ,211 ,616 8 | ,219 ,603 8 | 1,000 ,000 8 |

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

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

Pelijaksojen loppusykeiden keskinäiset erot c

| | | | | | | | |
|------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Z | HR jakso 4a loppu - HR jakso 1a loppu | HR jakso 5a loppu - HR jakso 1a loppu | HR jakso 6a loppu - HR jakso 1a loppu | HR jakso 8a loppu - HR jakso 1a loppu | HR jakso 9a loppu - HR jakso 1a loppu | HR jakso 7a loppu - HR jakso 4a loppu | HR jakso 9a loppu - HR jakso 4a loppu |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | -2,384 ^a ,017 | -2,207 ^a ,027 | -2,521 ^a ,012 | -1,963 ^a ,050 | -2,106 ^a ,035 | -2,371 ^b ,018 | -1,963 ^b ,050 |

- a. Based on negative ranks.
- b. Based on positive ranks.
- c. Wilcoxon Signed Ranks Test

Liite 10.

5v5-pelin loppukorrelaatiot jaksoittain

| | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------|---------|-------------|---------------------|-------------------|--------------------------|
| | LA 4 A | LA 8 A | LA ka A | HR 2. min A | HR 2. min % / max A | HR jakso 2a loppu | Jakso 2a loppuHR-% / max |
| LA 2 A Pearson Correlation | ,792* | ,629 | ,913** | ,178 | ,736* | ,171 | ,520 |
| Sig. (2-tailed) | ,019 | ,095 | ,002 | ,674 | ,037 | ,685 | ,186 |
| N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

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

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

| | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------|-------------|---------------------|-------------------|--------------------------|
| | LA 8 A | LA ka A | HR 2. min A | HR 2. min % / max A | HR jakso 4a loppu | Jakso 4a loppuHR-% / max |
| LA 4 A Pearson Correlation | ,709* | ,925** | ,467 | ,585 | ,571 | ,722* |
| Sig. (2-tailed) | ,049 | ,001 | ,244 | ,127 | ,139 | ,043 |
| N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

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

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

| | | | | | |
|----------------------------|---------|-------------|---------------------|-------------------|--------------------------|
| | LA ka A | HR 2. min A | HR 2. min % / max A | HR jakso 8a loppu | Jakso 8a loppuHR-% / max |
| LA 8 A Pearson Correlation | ,855** | ,721* | ,792* | ,129 | -,133 |
| Sig. (2-tailed) | ,007 | ,043 | ,019 | ,761 | ,753 |
| N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

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

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

Liite 11.

5v5-pelin (jakso 2) edetyn matkan korrelaatiot

| | | Jakso 2 kävelymatka | Jakso 2 hölkämatka | Jakso 2 juoksumatka | Jakso 2 spurttimatka | Jakso 2 matka yht. | Jakso 2 loppuHR -%/max | aktaatti 2 |
|----------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|------------|
| Jakso 2 kävelymatka | Pearson Correla | 1,000 | -,391 | -,699 | -,608 | -,544 | -,568 | -,731* |
| | Sig. (2-tailed) | , | ,338 | ,054 | ,110 | ,163 | ,142 | ,039 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 2 hölkämatka | Pearson Correla | -,391 | 1,000 | ,546 | ,497 | ,897* | ,573 | ,452 |
| | Sig. (2-tailed) | ,338 | , | ,161 | ,211 | ,003 | ,138 | ,261 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 2 juoksumatka | Pearson Correla | -,699 | ,546 | 1,000 | ,463 | ,840* | ,834* | ,566 |
| | Sig. (2-tailed) | ,054 | ,161 | , | ,248 | ,009 | ,010 | ,144 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 2 spurttimatka | Pearson Correla | -,608 | ,497 | ,463 | 1,000 | ,607 | ,718* | ,725* |
| | Sig. (2-tailed) | ,110 | ,211 | ,248 | , | ,110 | ,045 | ,042 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 2 matka yht. | Pearson Correla | -,544 | ,897* | ,840* | ,607 | 1,000 | ,828* | ,571 |
| | Sig. (2-tailed) | ,163 | ,003 | ,009 | ,110 | , | ,011 | ,140 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 2 loppuHR-% | Pearson Correla | -,568 | ,573 | ,834* | ,718* | ,828* | 1,000 | ,520 |
| | Sig. (2-tailed) | ,142 | ,138 | ,010 | ,045 | ,011 | , | ,186 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Laktaatti 2 | Pearson Correla | -,731* | ,452 | ,566 | ,725* | ,571 | ,520 | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,039 | ,261 | ,144 | ,042 | ,140 | ,186 | , |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

*merkitsevä tasolla .05 (2-suunt.)

**merkitsevä tasolla .01 (2-suunt.)

5v5-pelin (jakso 4) edetyn matkan korrelaatiot

| | | Jakso 4 kävelymatka | Jakso 4 hölkämatka | Jakso 4 juoksumatka | Jakso 4 spurttimatka | Jakso 4 matka yht. | Jakso 4 loppuHR -%/max | aktaatti 4 |
|----------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|------------|
| Jakso 4 kävelymatka | Pearson Correla | 1,000 | -,446 | -,663 | ,365 | -,181 | -,136 | -,331 |
| | Sig. (2-tailed) | , | ,269 | ,073 | ,374 | ,669 | ,748 | ,423 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 4 hölkämatka | Pearson Correla | -,446 | 1,000 | -,049 | -,799* | ,446 | -,487 | -,231 |
| | Sig. (2-tailed) | ,269 | , | ,907 | ,017 | ,269 | ,221 | ,583 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 4 juoksumatka | Pearson Correla | -,663 | -,049 | 1,000 | ,230 | ,475 | ,242 | ,591 |
| | Sig. (2-tailed) | ,073 | ,907 | , | ,584 | ,235 | ,563 | ,123 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 4 spurttimatka | Pearson Correla | ,365 | -,799* | ,230 | 1,000 | ,100 | ,601 | ,636 |
| | Sig. (2-tailed) | ,374 | ,017 | ,584 | , | ,814 | ,115 | ,090 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 4 matka yht. | Pearson Correla | -,181 | ,446 | ,475 | ,100 | 1,000 | -,126 | ,431 |
| | Sig. (2-tailed) | ,669 | ,269 | ,235 | ,814 | , | ,766 | ,287 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 4 loppuHR-% | Pearson Correla | -,136 | -,487 | ,242 | ,601 | -,126 | 1,000 | ,722* |
| | Sig. (2-tailed) | ,748 | ,221 | ,563 | ,115 | ,766 | , | ,043 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Laktaatti 4 | Pearson Correla | -,331 | -,231 | ,591 | ,636 | ,431 | ,722* | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,423 | ,583 | ,123 | ,090 | ,287 | ,043 | , |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

*merkitsevä tasolla .05 (2-suunt.)

Liite 12.

5v5-pelin (jakso 8) edetyn matkan korrelaatiot

| | | Jakso 8 kävelymatka | Jakso 8 hölkkämatka | Jakso 8 juoksumatka | Jakso 8 spurttimatka | Jakso 8 matka yht. | Jakso 8 loppuHR -%/max | Laktaatti 8 |
|----------------------|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------|
| Jakso 8 kävelymatka | Pearson Correlati | 1,000 | -,867* | -,366 | -,427 | -,718* | -,721* | ,483 |
| | Sig. (2-tailed) | , | ,005 | ,372 | ,292 | ,045 | ,043 | ,225 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 8 hölkkämatka | Pearson Correlati | -,867* | 1,000 | ,440 | ,365 | ,958* | ,657 | -,411 |
| | Sig. (2-tailed) | ,005 | , | ,275 | ,374 | ,000 | ,077 | ,311 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 8 juoksumatka | Pearson Correlati | -,366 | ,440 | 1,000 | -,399 | ,482 | ,532 | ,048 |
| | Sig. (2-tailed) | ,372 | ,275 | , | ,328 | ,226 | ,174 | ,910 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 8 spurttimatka | Pearson Correlati | -,427 | ,365 | -,399 | 1,000 | ,372 | ,405 | -,029 |
| | Sig. (2-tailed) | ,292 | ,374 | ,328 | , | ,364 | ,320 | ,945 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 8 matka yht. | Pearson Correlati | -,718* | ,958* | ,482 | ,372 | 1,000 | ,645 | -,240 |
| | Sig. (2-tailed) | ,045 | ,000 | ,226 | ,364 | , | ,084 | ,567 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Jakso 8 loppuHR-%/ | Pearson Correlati | -,721* | ,657 | ,532 | ,405 | ,645 | 1,000 | -,133 |
| | Sig. (2-tailed) | ,043 | ,077 | ,174 | ,320 | ,084 | , | ,753 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Laktaatti 8 | Pearson Correlati | ,483 | -,411 | ,048 | -,029 | -,240 | -,133 | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,225 | ,311 | ,910 | ,945 | ,567 | ,753 | , |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

**merkitsevä tasolla .01 (2-suunt.)

*merkitsevä tasolla .05 (2-suunt.)

5v5-pelin edetyn matkan (ka) korrelaatiot

| | | Kävelymatka ka | Hölkämatka ka | Juoksumatka ka | Spurttimatkat ka | Kokonais matka ka | HR 2. min %/max | Laktaatti ka |
|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| Kävelymatka k | Pearson Correlati | 1,000 | -,511 | -,637 | ,553 | -,359 | -,287 | -,004 |
| | Sig. (2-tailed) | , | ,195 | ,089 | ,155 | ,383 | ,490 | ,993 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Hölkämatka k | Pearson Correlati | -,511 | 1,000 | ,348 | -,341 | ,848* | ,057 | -,302 |
| | Sig. (2-tailed) | ,195 | , | ,399 | ,408 | ,008 | ,893 | ,467 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Juoksumatka k | Pearson Correlati | -,637 | ,348 | 1,000 | -,086 | ,620 | ,597 | ,590 |
| | Sig. (2-tailed) | ,089 | ,399 | , | ,839 | ,101 | ,118 | ,124 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Spurttimatkat k | Pearson Correlati | ,553 | -,341 | -,086 | 1,000 | ,070 | ,411 | ,558 |
| | Sig. (2-tailed) | ,155 | ,408 | ,839 | , | ,870 | ,312 | ,150 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Kokonaismatka | Pearson Correlati | -,359 | ,848* | ,620 | ,070 | 1,000 | ,384 | ,174 |
| | Sig. (2-tailed) | ,383 | ,008 | ,101 | ,870 | , | ,347 | ,680 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| HR 2. min %/m | Pearson Correlati | -,287 | ,057 | ,597 | ,411 | ,384 | 1,000 | ,786* |
| | Sig. (2-tailed) | ,490 | ,893 | ,118 | ,312 | ,347 | , | ,021 |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Laktaatti ka | Pearson Correlati | -,004 | -,302 | ,590 | ,558 | ,174 | ,786* | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,993 | ,467 | ,124 | ,150 | ,680 | ,021 | , |
| | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

**merkitsevä tasolla .01 (2-suunt.)

*merkitsevä tasolla .05 (2-suunt.)

Liite 13.

5v5-pelissä edettyjen matkojen korrelaatiot taustamuuttujiin

| | Paino (kg) | Rasva-% | Juoksunop. / anakynnys | Juoksumatka 2 min |
|--|------------|---------|---------------------------|----------------------|
| Kävelymatka ka (m) Pearson Correlation | ,874** | ,722* | -,439 | -,586 |
| Sig. (2-tailed) | ,005 | ,043 | ,277 | ,127 |
| N | 8 | 8 | 8 | 8 |

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

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

| | Paino (kg) | Rasva-% | Juoksunop. / anakynnys | Juoksumatka 2 min |
|---------------------------------------|------------|---------|---------------------------|----------------------|
| Hölkämatka ka (m) Pearson Correlation | -,444 | -,848** | ,856** | ,471 |
| Sig. (2-tailed) | ,271 | ,008 | ,007 | ,239 |
| N | 8 | 8 | 8 | 8 |

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

| | Paino (kg) | Rasva-% | Juoksunop. / anakynnys | Juoksumatka 2 min |
|--|------------|---------|---------------------------|----------------------|
| Juoksumatka ka (m) Pearson Correlation | -,478 | -,608 | ,410 | ,715* |
| Sig. (2-tailed) | ,231 | ,110 | ,313 | ,046 |
| N | 8 | 8 | 8 | 8 |

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

| | Paino (kg) | Rasva-% | Juoksunop. / anakynnys | Juoksumatka 2 min |
|----------------------------------|------------|---------|---------------------------|----------------------|
| Matka ka (m) Pearson Correlation | -,252 | -,733* | ,807* | ,507 |
| Sig. (2-tailed) | ,547 | ,039 | ,016 | ,200 |
| N | 8 | 8 | 8 | 8 |

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

Liite 14.

5v-5-pelin (enintään 2 pallokosketusta) sykkeiden korrelaatiot

| | HR koko haj. B | HR 2. min B | HR 2. min % / max B | HR korkein B | HR palautus B | HR palautus % / max B | VO2max (ml/kg/min) | HR max: juoksumatolla |
|-----------------------|---|----------------------|------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| HR koko haj. B | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | 1,000 ,936** 8 | ,936** ,001 8 | ,298 ,473 8 | ,897** ,003 8 | ,493 ,214 8 | -,294 ,480 8 | ,514 ,192 8 |
| HR 2. min B | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,936** ,001 8 | 1,000 ,218 8 | ,218 ,603 8 | ,576 ,135 8 | ,175 ,678 8 | -,209 ,619 8 | ,629 ,094 8 |
| HR 2. min % / max B | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,218 ,603 8 | 1,000 ,603 8 | ,061 ,886 8 | ,137 ,746 8 | ,557 ,151 8 | -,777* ,023 8 | -,621 ,101 8 |
| HR korkein B | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,897** ,003 8 | ,983** ,000 8 | 1,000 ,886 8 | ,537 ,170 8 | ,060 ,888 8 | -,132 ,756 8 | ,740* ,036 8 |
| HR palautus B | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,814** ,014 8 | ,576 ,135 8 | ,137 ,746 8 | 1,000 ,170 8 | ,783* ,021 8 | -,137 ,746 8 | ,355 ,388 8 |
| HR palautus % / max B | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,493 ,214 8 | ,175 ,678 8 | ,557 ,151 8 | 1,000 ,170 8 | ,060 ,888 8 | -,447 ,267 8 | -,302 ,467 8 |
| VO2max (ml/kg/min) | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | -,294 ,480 8 | -,209 ,619 8 | -,777* ,023 8 | -,137 ,746 8 | -,447 ,267 8 | 1,000 ,267 8 | ,456 ,256 8 |
| HR max juoksumatolla | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,514 ,192 8 | ,629 ,094 8 | -,621 ,101 8 | ,355 ,388 8 | -,302 ,467 8 | ,456 ,256 8 | 1,000 ,8 8 |

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

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

Liite 15.

Juoksukorvituksen sykkeiden korrelaatioita

| | | | | | | | | |
|-----------------------|---|---------------------------|--|--|--|---|---|--|
| HR 2. min C | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | HR 2. min C 1,000 8 | HR 2. min %/ max C .129 .762 8 | HR palautus C .803* .016 8 | HR palautus %/ max C .379 .355 8 | HR koko harj. C .977** .000 8 | HR max juoksumatolla .833* .010 8 | HR / anakymys .716* .046 8 |
| HR 2. min % / max C | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | .129 .762 8 | 1,000 8 | -.008 .985 8 | .413 .310 8 | .119 .779 8 | -.441 .274 8 | -.507 .200 8 |
| HR palautus C | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | .803* .016 8 | -.008 .985 8 | 1,000 8 | .760* .029 8 | .877** .004 8 | .731* .039 8 | .618 .103 8 |
| HR palautus % / max C | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | .379 .355 8 | .413 .310 8 | 1,000 8 | .760* .029 8 | .499 .208 8 | .112 .792 8 | .010 .982 8 |
| HR koko harj. C | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | .977** .000 8 | .119 .779 8 | .877** .004 8 | .499 .208 8 | 1,000 8 | .818* .013 8 | .739* .036 8 |
| HR max juoksumatolla | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | .833* .010 8 | -.441 .274 8 | .731* .039 8 | .112 .792 8 | 1,000 8 | .818* .013 8 | .934** .001 8 |
| HR / anakymys | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | .716* .046 8 | -.507 .200 8 | .618 .103 8 | .010 .982 8 | .739* .036 8 | .934** .001 8 | 1,000 8 |

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

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

Liite 16.

Juoksuuormituksen laktatienkorrelaatioita

| | | LA ka C | LA 2 C | LA 4 C | LA 8 C | Juoksumatka ka (m) | Juoksu 2c (m) | Juoksu 4c (m) | Juoksu 8c (m) |
|--------------------|---|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| LA ka C | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | 1,000 , 8 | ,608 ,110 8 | ,975** ,000 8 | ,909** ,002 8 | ,498 ,209 8 | ,145 ,731 8 | ,150 ,723 8 | ,523 ,184 8 |
| LA 2 C | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,608 ,110 8 | 1,000 , 8 | ,591 ,123 8 | ,230 ,583 8 | ,113 ,790 8 | ,223 ,595 8 | -,210 ,618 8 | ,052 ,903 8 |
| LA 4 C | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,975** ,000 8 | ,591 ,123 8 | 1,000 , 8 | ,864** ,006 8 | ,459 ,253 8 | ,212 ,615 8 | ,184 ,663 8 | ,475 ,235 8 |
| LA 8 C | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,909** ,002 8 | ,230 ,583 8 | ,864** ,006 8 | 1,000 , 8 | ,565 ,144 8 | ,036 ,933 8 | ,278 ,505 8 | ,630 ,094 8 |
| Juoksumatka ka (m) | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,498 ,209 8 | ,113 ,790 8 | ,459 ,253 8 | ,565 ,144 8 | 1,000 , 8 | ,603 ,114 8 | ,748* ,033 8 | ,958** ,000 8 |
| Juoksu 2c (m) | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,145 ,731 8 | ,223 ,595 8 | ,212 ,615 8 | ,036 ,933 8 | ,603 ,114 8 | 1,000 , 8 | ,659 ,075 8 | ,552 ,156 8 |
| Juoksu 4c (m) | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,150 ,723 8 | -,210 ,618 8 | ,184 ,663 8 | ,278 ,505 8 | ,748* ,033 8 | ,659 ,075 8 | 1,000 , 8 | ,698 ,054 8 |
| Juoksu 8c (m) | Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N | ,523 ,184 8 | ,052 ,903 8 | ,475 ,235 8 | ,630 ,094 8 | ,958** ,000 8 | ,552 ,156 8 | ,698 ,054 8 | 1,000 , 8 |

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

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

Liite 17.

Juoksu- ja keuhkokuorman jälkeen nopeuskestävyydestä (10 x 20 m) korrelaatiot

| | | 10 x 20 m kok.aika C | Muutos-% 1>4 C | Muutos-% 1>7 C | Muutos-% 1>10 C | HR 2. min % / max C | LA 8 C | LA post C |
|----------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------|-----------|-----------|
| 10 x 20 m kok.aika C | Pearson Correlation | 1,000 | | | | | | |
| | Sig. (2-tailed) | | ,888* | ,918* | ,950* | -,071 | -,347 | -,438 |
| | N | 5 | ,044 5 | ,028 5 | ,013 5 | ,909 5 | ,567 5 | ,460 5 |
| Muutos-% 1>4 C | Pearson Correlation | ,888* | 1,000 | ,644 | ,864** | ,387 | -,148 | -,173 |
| | Sig. (2-tailed) | ,044 | | ,085 | ,006 | ,344 | ,727 | ,683 |
| | N | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Muutos-% 1>7 C | Pearson Correlation | ,918* | ,644 | 1,000 | ,914** | ,286 | -,138 | ,386 |
| | Sig. (2-tailed) | ,028 | ,085 | | ,002 | ,493 | ,745 | ,346 |
| | N | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Muutos-% 1>10 C | Pearson Correlation | ,950* | ,864** | ,914** | 1,000 | ,330 | -,190 | -,190 |
| | Sig. (2-tailed) | ,013 | ,006 | ,002 | | ,425 | ,653 | ,799 |
| | N | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| HR 2. min % / max C | Pearson Correlation | -,071 | ,387 | ,286 | ,330 | 1,000 | ,753* | ,373 |
| | Sig. (2-tailed) | ,909 | ,344 | ,493 | ,425 | | ,031 | ,363 |
| | N | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| LA 8 C | Pearson Correlation | -,347 | -,148 | -,138 | -,190 | ,753* | 1,000 | ,538 |
| | Sig. (2-tailed) | ,567 | ,727 | ,745 | ,653 | ,031 | | ,169 |
| | N | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| LA post C | Pearson Correlation | -,438 | -,173 | ,386 | ,108 | ,373 | ,538 | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,460 | ,683 | ,346 | ,799 | ,363 | ,169 | |
| | N | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

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

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

Kuormitusmallien suhteellisten syketasojen erot ^c

| Z | HR 2. min % / max B - HR 2. min % / max A | HR 2. min % / max C - HR 2. min % / max A | HR 2. min % / max C - HR 2. min % / max B | HR palautus % / max B - HR palautus % / max A | HR palautus % / max C - HR palautus % / max A | HR palautus % / max C - HR palautus % / max B |
|------------------------|---|---|---|--|--|--|
| Z | -.845 ^a | -1,859 ^a | -,169 ^b | -1,823 ^a | -,700 ^b | -2,100 ^b |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,398 | ,063 | ,866 | ,068 | ,484 | ,036 |

- a. Based on positive ranks.
 b. Based on negative ranks.
 c. Wilcoxon Signed Ranks Test

Laktaattipitoisuuksien erot kuormitusmallien välillä ^c

| Z | LA pre C - LA pre A | LA 2 C - LA 2 A | LA 4 C - LA 4 A | LA 8 C - LA 8 A | LA ka C - LA ka A | LA post C - LA post A |
|------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|
| Z | -2,100 ^a | -,840 ^a | -2,197 ^a | -1,260 ^a | -1,960 ^a | -2,023 ^b |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,036 | ,401 | ,028 | ,208 | ,050 | ,043 |

- a. Based on positive ranks.
 b. Based on negative ranks.
 c. Wilcoxon Signed Ranks Test