

## KÄRKIETENIJÄN SISÄPELIANALYYSI PESÄPALLOSSA

Jonna Ahlqvist

VTE.210 Johdatus omatoimiseen  
tutkimukseen

Kevät 2004

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Ohjaaja: Heikki Kyröläinen

## TIIVISTELMÄ

**Jonna Ahlqvist. 2004. Kärkietenijän sisäpelianalyysi pesäpallossa. Valmennus- ja testausopin Cum Laude –tutkielma. Liikuntabiologian laitos. Jyväskylän yliopisto.**

Pesäpallo ja sen pelaajat ovat lajin elinvuosien aikana kehittyneet jatkuvasti ja laji on roolituksen myötä muuttunut aggressiivisemmaksi ja anaerobisemmaksi. Samalla joukkueiden harjoitusmäärät ovat lisääntyneet. Lajista ei kuitenkaan ole tehty kattavaa lajiansalyysiä, joka ohjaisi harjoittelua. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää pelin kuormittavuutta kärkietenijän kohdalla.

Tutkimuksessa mitattiin kärkietenijöiden ( $n = 12$ ) etenemismääriä ja –laatua, pesilläoloaikoja, sykettä ja laktaattiarvoja kahdessa helmikuussa 2004 pelatussa halli-SM:n alkuturnauksessa. Koehenkilöiden keskimääräinen ( $\pm$  keskihajonta) ikä oli  $24 \pm 5$  vuotta, pituus  $176,1 \pm 5,5$  cm, paino  $74,8 \pm 5,5$  kg ja rasvaprosentti  $11,2 \pm 2,0$ .

Koehenkilöt etenivät ottelussa keskimäärin ( $\pm$  keskihajonta)  $379 \pm 139$  metriä pesälläoloaikojen ollessa keskimäärin  $19 \pm 14$  sekuntia ykköspesällä,  $39 \pm 19$  sekuntia kakkospesällä ja  $74 \pm 71$  sekuntia kolmospesällä. Ottelunaikainen keskimääräinen syke oli  $145 (\pm 7)$  lyöntiä minuutissa. Sisäpelissä mitattujen laktaattinäytteiden keskiarvoksi saatiin  $9,4 (\pm 4,1)$  mmol / l ja ulkovuorojen jälkeen mitattujen näytteiden keskiarvoksi  $6,1 (\pm 3,6)$  mmol / l.

Laktaattiarvot nousivat odotetusti sitä enemmän, mitä pidemmälle etenijä eteni, mutta arvot eivät korreloineet merkitsevästi sykkeen tai pesälläoloaikojen kanssa. Tässä tutkimuksessa mitatut veren laktaattipitoisuudet olivat niin suuria, että anaerobisella energiantuotolla voidaan katsoa olevan suuri osuus etenijän energianmuodostuksessa.

Pesäpallo on joukkuelajina ja monia muuttujia omaavana lajina vaikea tutkimuksen kohde, mutta kaippaa jatkuvasti kehittyessään lajiansalyysiä ohjaamaan harjoittelua. Luotettavan tutkimustiedon saamiseksi tämä vaatii suurta määrää ja suurten otosten tutkimuksia tulevaisuudessa.

**Avainsanat:** Pesäpallo, pelianalyysi, fysiologinen kuormittavuus, laktaatti, syke

# SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	PESÄPALLON LAJIANALYYSI	6
2.1	Pelianalyysi	7
2.1.1	Ulkopeli	8
2.1.2	Sisäpeli	9
2.2	Pelin kuormittavuus	9
2.3	Pelaaja-analyysi	11
2.3.1	Huippupelaajan fyysiset ominaisuudet	11
2.3.2	Kärkietelijän profiili	14
3	NOPEUS	16
3.1	Nopeuden lajit	16
3.1.1	Reaktionopeus	16
3.1.2	Räjähävä nopeus	16
3.1.3	Liikenopeus	17
3.2	Nopeuteen vaikuttavia tekijöitä	17
4	NOPEUSKESTÄVYYS	19
4.1	Maitohapollinen nopeuskestävyys	19
4.2	Maitohapoton nopeuskestävyys	20
5	ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA	21
5.1	Aerobinen energiantuotto	22
5.2	Anaerobinen energiantuotto	23
5.2.1	Anaerobinen glykolyysi	23
5.2.2	Veren laktaatti	24
6	KUORMITTAVUUSARVOJA MUISTA LAJEISTA	26
7	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT	28

8	MENETELMÄT .....	29
8.1	Koehenkilöt.....	29
8.2	Mittaukset ja mittausvälineet .....	30
8.3	Mittausten reliabiliteetti ja validiteetti .....	31
8.4	Tilastollinen analysointi.....	33
9	TULOKSET .....	34
9.1	Etenemismäärät ja -tavat .....	34
9.2	Pesälläoloajat.....	36
9.3	Laktaatti.....	36
9.4	Syke.....	37
9.5	Sykkeen, pesälläoloaikojen ja laktaattiarvojen välinen korrelaatio etenemisen aikana .....	38
10	POHDINTA .....	41
10.1	Veren laktaatti .....	41
10.2	Etenemismäärät, -tavat ja pesälläoloajat .....	43
10.3	Syke.....	45
10.4	Etenijän ominaisuudet.....	46
10.5	Käytännön sovellutukset .....	46
10.6	Tutkimuksen ongelmat ja virhelähteet.....	47
10.7	Johtopäätökset.....	49
11	LÄHTEET.....	51

# 1 JOHDANTO

Pesäpallo on kansallispeleimme, jonka juuret ovat 1900-luvun alkupuolella ja lajin ”isä” on Lauri ”Tahko” Pihkala. Lajia on pelattu virallisina säännöin vuodesta 1921 ja tänä päivänä pesäpalloa pelataan sekä naisissa että miehissä viidellä sarjatasolla korkeimman sarjatason ollessa Superpesis. Miesten Superpesiksessä pelaa 12 ja naisten Superpesiksessä 10 joukkuetta kaudella 2004. Kansainvälistä suosiota laji ei juurikaan ole saanut, vaikka vuosittain pelataankin Maailman Cup ja muutamassa maassa pyörii jopa pesäpallon mestaruussarja.

Laji ja sen pelaajat ovat kehittyneet viime vuosikymmeninä huimaa vauhtia ja pelaajien harjoitusmäärät ovat kasvaneet. Lajista ei kuitenkaan ole tehty kattavaa lajiansalyysiä, joka on huippu-urheilun kehittämisessä ja harjoittelun oikeaan suuntaan ohjaamisessa oleellinen osatekijä valmennusta. Joitakin lajin parissa tehtyjä tutkimuksia on tehty, mutta nämä ovat jääneet yleensä yksittäisiksi mittauksiksi ja näin pesäpallon tutkimuskenttä kovin sirpaleiseksi. Uusi valmentajakoulutusjärjestelmä ja eritoten Pesäpallon Lajivalmentajatutkinto PLVT on vienyt lajia eteenpäin tässäkin suhteessa ja joitakin lajinkehittämistöitä on jo tehty lajin eteenpäin viemiseksi.

Pesäpallon luonne on viime vuosina muuttunut roolituksen ja aggressiivisen ulkopelin myötä eikä lajia voida pitää enää täysin maitohapottomana. Peruskestävyyden lisäksi pesäpalloilija tarvitsee myös nopeuskestävyyttä. Nopeuskestävyyden muoto riippuu pelaajan roolista – onko tarvittava nopeuskestävyys maitohapotonta vai maitohapollista.

On todettu, että miesten huipulla pelaajat ovat tänä päivänä todella tarkkaan roolitettuja sisäpelissä. Joukkueen pääetenijä eli yleensä numerolla 1 pelaava omaa nopeuden lisäksi hyvän pelinlukutaidon, kärkkymis- ja syöksymistaidon sekä oikeanlaisen asenteen ja sitoutuneisuuden omaan rooliinsa. Menestyvillä joukkueilla on hyviä etenijöitä myös ykköskärjen takana. Aikaisempien tutkimusten mukaan miesten huippuetenijä etenee yhden ottelun aikana yli 400 metriä siten, että eteneminen on täysivauhtista alusta loppuun ja yhteensä etenemistä ottelussa kerääntyy 600-700 metriä.

Harjoittelun tulisi olla roolin mukaista ja nopeuskestävyysharjoittelun tulee tapahtua pelissä tapahtuvan rasituksen tasolla. Joitakin mittaustuloksia edettävistä matkoista ja pesilläoloajoista ottelutilanteessa on saatu, mutta pelin kuormittavuudesta ei luotettavaa tutkimusaineistoa ole tehty. Jotta harjoittelu voitaisiin tehdä oikeilla kuormitustasoilla, vaaditaan tietoa pelin kuormittavuudesta.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää sisäpelin kuormittavuutta miesten huipulla kärkevien pelaajien osalta. Kuormittavuutta mitattiin pelaajien ottelunaikaisen syketa-son sekä laktaattipitoisuuksien avulla. Lisäksi tavoitteena oli määrittää ns. kärkevien pelaajien profiili miesten pesäpallossa. Tämä tutkimus tehtiin halliolosuhteissa ja on pesäpallon jaksopelin aikana tehtynä ensimmäinen laatuaan. Yleensä pesäpalloa pidetään hyvin vähän kuormittavana lajina, mutta tämän tutkimuksen hypoteesina oli, että laji vaatii nopeuskestävyysominaisuuksia ja täten kuormittavaa anaerobista energiantuottoa ainakin etenijöiden osalta.

## 2 PESÄPALLON LAJIANALYYSI

Lajianalyysi on yksi tärkeimpiä lähtökohtia nykyaikaisessa urheiluvalmennuksessa. Analyysillä pyritään selvittämään lajin kilpailullinen sisältö, valmennuksellinen sisältö, urheilijan perusominaisuudet sekä lajin sisällön ja urheilijan perusominaisuuksien suhde yhdessä kilpailutapahtumassa, eri harjoituskausilla ja koko valmennuskaudella. Näiden kokonaisuuksien tunteminen auttaa urheilijalahjakkuuksien valinnassa sekä valmennusohjelman laadinnassa. (Luhtanen 1989.) Laajasti ymmärrettynä lajianalyysi on tiedon keruuta ja jäsentämistä lajisuorituksesta tai kilpailutapahtumasta sekä lajin huippu-urheilijasta. Erilaisilla mittauksilla saadaan käsitys siitä, millaisia fyysisiä, psyykkisiä, teknisiä ja taktisia ominaisuuksia laji vaatii. Lajin huippuja mittaamalla saadaan tietoa siitä, millaisilla ominaisuuksilla urheilijat ovat päässeet huipulle. (Viitasalo 1993.)

Harjoittelua pystytään ohjaamaan oikeaan suuntaan myös testaustoiminnalla, jossa mitataan urheilijan ominaisuuksia – eli tehdään samalla myös urheilija-analyysiä. Testien tärkeänä lähtökohtana on selvittää, mitkä ovat urheilijan heikot ja vahvat ominaisuudet. Monissa lajeissa on jo lajinomaisia testejä, mikä tekee testeistä valmentajille tärkeän apuvälineen. (Nummela ym. 1997, 292.)

Pesäpallon lajianalyysillä pyritään selvittämään, mitä teknisiä, taktisia, fysiologisia, fyysisiä ja psyykkisiä ominaisuuksia laji vaatii ja missä keskinäisissä suhteissa ne lajisuorituksessa ilmenevät. Pesäpallon lajianalyysin tekemiseen käytetään apuna kirjallisuutta, tilastoja, pelianalyysijä, testauksia ja tutkimuksia. (Pesäpallovalmennuksen ohjelmointi.) Pesäpallon lajivalmentajatutkinnon koulutusmateriaalin (Viljaranta 2001) mukaan pesäpallon lajianalyysi voidaan jakaa seuraaviin osa-alueisiin:

1. Pelitapahtumien analysointi
2. Pelin kuormittavuuden analysointi
3. Pelin biomekaaninen analysointi
4. Pelaajien ominaisuudet
5. Harjoite- ja harjoitteluanalyysi

Pelitapahtumien analysointiin kuuluu pelitapahtumien lukumäärät, frekvenssit, kestot sekä kasautumat pelipaikka- ja roolikohtaisesti. Analysointiin käytetään videoanalyysiä ja siihen tarvitaan riittävän suuri otos tapahtumia ja joukkueita. Pelitapahtumien analysointi antaa pohjaa myös taktiselle analysoinnille. (Viljaranta 2001.)

Pelin kuormittavuuden analysoinnissa mitataan pelaajien tapahtumakohtaisia syke- ja maitohappoarvoja sekä mahdollisesti myös hapenkulutusta. Biomekaanisessa analysoinnissa keskitytään mm. pelaajien pelin aikaisiin juoksu-, lyönti- ja heitonopeuksiin. Pelaajien ominaisuudet jaetaan fysiologisiin, biomekaanisiin ja psykologisiin. Fysiologisia ominaisuuksia ovat mm. hapenottokyky, kynnysarvot (aerobinen ja anaerobinen) ja veriarvot. Biomekaanisiin ominaisuuksiin katsotaan kuuluvan mm. maksimaalinen juoksu-, heitto- ja lyöntinopeus. Psykologisia ominaisuuksia voidaan arvioida psyykkisen profiilin, ns. huippupelaajan mallin avulla. (Viljaranta 2001.)

Harjoite- ja harjoitteluanalyysillä tarkoitetaan lajin vaatimusten siirtämistä pesäpalloilijan harjoitteluun, jossa on fysiologinen, biomekaaninen ja psyykinen ulottuvuus. Harjoittelulla valmentaudutaan huippupelaajaksi. (Viljaranta 2001.)

Yksinkertaistetusti pesäpallon lajianalyysi voidaan esittää myös seuraavalla tavalla (Mero ym. 1990, 381):

Taito	40 %
Taktiikka/peliäly	30 %
Nopeus	15 %
Voima	10 %
Kestävyys	5 %

## 2.1 Pelianalyysi

Pelien kehittymistä edistää joukkuepelien analyttinen, etenkin tietokonepohjainen, tutkimus. Tutkimuksen tekee vaikeaksi se, että tutkittavana on aina useita eri joukkueiden pelaajia eivätkä tilanteet täten toistu peleissä koskaan samanlaisina. Lisäksi pelaa-



jien henkilökohtaiset taidot, motorinen, psyykinen, ja fyysinen kunto vaihtelevat. (Luhtanen ym. 1986.)

Pesäpallo on joukkuepeli, jossa sekä hyökätään (sisäpeli) että puolustetaan (ulkopeli). Pelaajien eri tehtävät ovat eriytyneet niin sisä- kuin ulkopelissäkin. Täten myös pelin vaatimat fyysiset ja taito-ominaisuudet eroavat jonkin verran pelaajan roolin mukaan. Yleisistä pallopeleistä pesäpallo on juoksuvoittoisin puhtaana, suoran juoksunopeuden suhteen. Koska juoksun osuus pelissä on merkittävä, ei hyvään joukkueeseen yleensä useaa hidasta pelaajaa mahdu. Lajissa tarvitaan myös muista pallopeleistä tuttuja sivuttaislähtöjä, pysähdyksiä ja suunnanmuutoksia. (Honkalehto.)

Joukkueen muodostavat enintään kaksi pelinjohtajaa ja enintään 12 pelaajaa, joista samassa ulkovuorossa aktiiviseen pelitoimintaan voi osallistua yhdeksän pelaajaa. Samassa sisävuorossa aktiiviseen pelitoimintaan voi osallistua yhdeksän pelaajaa sekä erilliset jokeripelaajat. Joukkue voi käyttää kolmea eri jokeripelaajaa jokaisessa sisävuorossa. Jokeripelaaja ei vie kenenkään lyöntivuoroa. (Pesäpallon säännöt 2003.)

Aikuisten pesäpallo-ottelun kesto on 4 + 4 + 1 vuoroparia (kaksi neljän vuoroparin jaksoa). Jakso lopetetaan heti, kun tappiolla olevalla joukkueella ei ole käytössään sisävuoroa. Jos jaksovoitot ovat kahden pelatun jakson jälkeen tasan, ratkaistaan ottelun voittaja supervuoroparilla. Jos ottelu on supervuoroparin jälkeen edelleen tasan, pelataan kotiutuslyöntikilpailu (Pesäpallon säännöt 2003.)

### **2.1.1 Ulkopeli**

Ulkopelitaitojen osa-alueita ovat lukkaripeli, kiinniotto-heitto-peli, heittovoima, liikkuminen sekä taktiikka. Ulkopelissä rooli vaihtuu pelipaikan mukaan ja vaadittavat ominaisuudet eroavat sen mukaan, pelaako pelaaja taka-, keski- vai etukentällä. Niin kuin baseballissakin, pesäpallossa monet tekijät vaikuttavat joukkueen menestymiseen, mutta parhaille joukkueille yhteistä on hyvä puolustuspele. Ulkopelivirheet johtuvat usein henkisen kantin tai keskittymisen pettämisestä. Lisäksi ulkopelissä on ns. pelisilmällä suuri vaikutus. (Honkalehto.)

## 2.1.2 Sisäpeli

Pesäpallon sisäpelitaitoihin kuuluvat eteneminen ja pallon lyönti. Pelaajat jakautuvat yleisesti etenijöihin, vaihtajiin ja kotiuttajiin. Etenemisessä tarvittavia ominaisuuksia ovat nopeus ja sen eri vaiheet, kärkkymiskyky, pesältä lähtö, kärkietenijän seuraaminen, pesälle syöksyminen sekä pallon ja merkin seuraaminen. Lyöntiin liitettäviä ominaisuuksia ovat voima ja nopeus, lyöntiliikkeen tekniikka ja säätely, lyöntipelin monipuolisuus ja kentän hallinta, tilannekohtaiset ratkaisut sekä keskittymiskyky. (Honkalehto.)

Edettävät matkat miesten pesäpallokentällä ovat seuraavat: kotipesästä ykköspesälle 20 m, ykköspesältä kakkospesälle 32 m, kakkospesältä kolmospesälle 36 m ja kolmospesältä kotipesään 41 m (Kuva 1). Kotipesästä takaisin kotipesään kiertämällä kaikki kenttäpesät matkaa kertyy siis 131 m. Kunniajuoksulla edettävä matka on 88 m. Etenijä pyrkii kärkkymisellä lyhentämään edettävää matkaa. Kärkkymisen kuormittavuus riippuu paljon etenijän tavasta kärkkyä sekä ulkopelaajien ja varsinkin lukkarin toiminnasta. Kärkkymisellä etenijä pystyy lyhentämään edettäviä matkoja ykköseltä kakkoselle 2-4 m ja kakkoselta kolmoselle 3-6 m. (Karjanlahti 2003.)

## 2.2 Pelin kuormittavuus

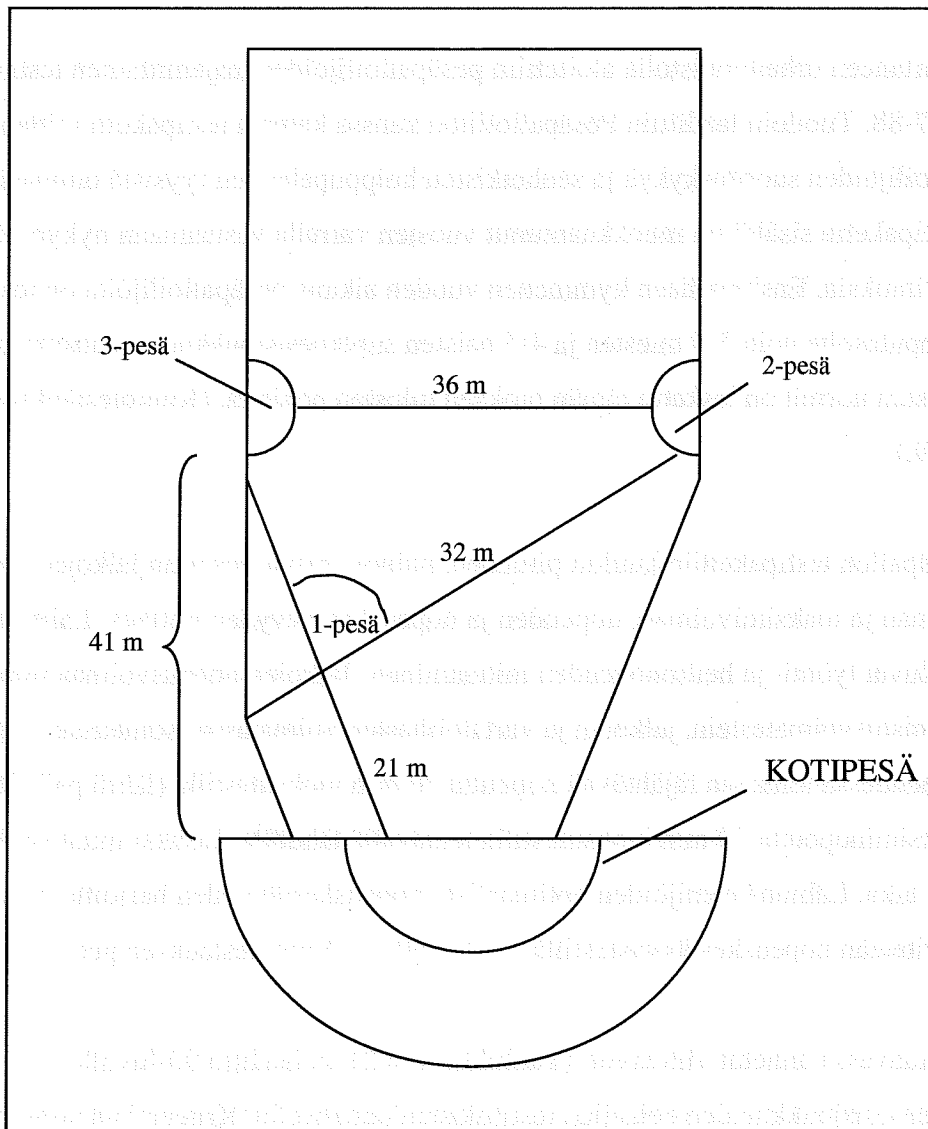
Nykyisen jaksopeli-systeemin aikana on tehty yksi tutkimus, jossa on mitattu pelaajien syke- ja laktaattiarvoja. Rajahalme mittasi vuonna 1997 juuri ennen kauden alkua pelatessa miesten superpesisjoukkueiden harjoitusottelussa kuuden eri pelaajan arvoja. Laktaattinäytteitä otettiin yhteensä 51 ja sykettä seurattiin koko ottelun ajan. (Viljaranta 2001.)

Saatujen laktaattiarvojen kaikkien pelaajien keskiarvo ulkovuoropareissa oli 3,11 mmol/l, kun se sisävuorojen aikana mitattuna oli 5,56 mmol/l. Pelaajien laktaattiarvojen keskiarvot olivat ulkovuorojen aikana mitattuna välillä 1,70 - 5,16 mmol / l. Matalimman keskiarvon saanut pelaaja pelasi jokerina ja korkeimman arvon saanut etenijänä sisäpelissä ja ulkopelissä kopparina. Sisävuorojen aikana vastaava vaihtelu oli 4,11 –

6,68 mmol / l matalimman arvon ollessa etenijä-vaihtajalla ja korkein etenijällä.

Kaikista mitatuista näytteistä korkein arvo – 8,61 – mitattiin etenijä-vaihtajan ja kakkosvahdin roolissa pelanneelta toisen jakson kolmannessa vuoroparissa eli ottelun loppuvaiheessa. (Viljaranta 2001.)

Suurimmalla osalla pelaajista syke vaihteli välillä 100 – 190 lyöntiä minuutissa siten, että suurimman osan ajasta sykearvot pysyivät välillä 120-140. Kuitenkin kaikilla kenttäpelaajilla ottelun ajasta 14 – 22 % syke oli yli 160. Korkeimmat sykearvot mitattiin lukkarilta. (Viljaranta 2001.)



KUVA 1. Pesäpallokenttä.

Lajissa tapahtuneen roolituksen sekä aggressiivisen ulkopelin myötä ei lajia voida pitää täysin maitohapottomana. Peruskestävyyden rinnalla pesäpalloilija tarvitsee myös nopeuskestävyyttä. Nopeuskestävyyden muoto riippuu roolista – onko tarvittava nopeuskestävyys maitohapotonta vai maitohapollista. Ottelussa esiintyvän kuormittumisen tasoa voidaan mitata laktaattitesteillä, sykejakautumilla, palautumisajoilla sekä etenemismatkoilla. (Kuosmanen 2001.)

## **2.3 Pelaaja-analyysi**

### **2.3.1 Huippupelaajan fyysiset ominaisuudet**

Kuortaneen urheiluopistolla aloitettiin pesäpalloilijoiden laajamittainen testaus vuosina 1987-88. Tuolloin laadittiin Pesäpalloliiton kanssa kattava testipaketti mittaamaan pesäpalloilijoiden suorituskykyä ja senhetkisten huippupelaajien fyysisiä ominaisuuksia. Testipaketin sisältö on muokkaantunut vuosien varrella vastaamaan nykypesäpallon vaatimuksia. Ensimmäisen kymmenen vuoden aikana pesäpalloilijoita on testattu huipputasolta noin 5-8 miesten ja 4-5 naisten superperesisjoukkuetta vuosittain. Testitulosten normit on laskettu tämän otoksen tulosten pohjalta. (Kuntotestauksen perusteet 1999.)

Pesäpallon testipakettiin kuuluu pituuden, painon, rasvaprosentin jalkojen nopeusvoiman ja maksimivoiman, nopeuden ja nopeuskestävyyden mittaaminen. Lajitesteihin kuuluvat lyönti- ja heitonnopeuden mittaaminen. Jalkojen nopeusvoimaa mitataan ponnistusvoimatestein, jalkojen ja vartalolihasvoimatasoa isometrisin laittein. Nopeudessa mitataan räjähtävää nopeutta 20 m:n juoksutestillä (lähtö paikaltaan) ja maksiminopeutta 20 m:n juoksutestillä lentävällä lähdöllä. Lisäksi mitataan koko 40 m:n aika. Lähinnä etenijöiden optimaalista nopeuskestävyyden harjoittelutasoa selvitetään nopeuskestävyydestillä 3 x 4 x 60 m. (Kuntotestauksen perusteet 1999.)

Seuraavassa annetut viitearvot (Taulukko 1 ja 2) on laadittu 90-luvulla testattujen superperesisjoukkueiden pelaajien testitulosten perusteella. Kriteereistä numero 3 kuvaa noin joukon keskiarvoa ja hajontavälit alas- ja ylöspäin numeroita 2 ja 4. Minimiraja 1

ja maksimiraja 5 ovat testaajan henkilökohtaisen asiantuntemuksen perusteella luotuja. (Kuntotestauksen perusteet 1999.) Luvun 2003 alla on esitetty keskiarvot testituloksista, jotka on saatu Kuortaneen urheiluopistolla vuosina 1997-2002 testatuista Ykkös- ja Superpesiksen etelä-pohjanmaalaisten joukkueiden pelaajista. Kaikkiaan tuolloin testattuja pelaajia on ollut 442, miehiä 250 ja naisia 192. (Linja 2003.)

TAULUKKO 1. Miespesäpallolijoiden viitearvot saaduista testituloksista (Kuntotestauksen perusteet 1999 ja Linja 2003).

	1	2	3	4	5	2003
<b>Antropometria</b>						
Pituus / ka.			179			180
Paino / ka.			77			78
Rasva%	19	15	13	10	7	14
<b>Nopeusvoima</b>						
Staattinen hyppy	34,0	38,9	43,2	47,5	53,0	43,1
Kevennyshyppy	34,6	40,6	45,7	50,8	58,0	45,0
Elastisuus %	1,0	2,5	4,5	8,0	11,0	4,5
<b>Reaktiivisuus / pohjehyppely</b>						
Teho (W / kg)	32,6	41,1	48,9	56,8	66,4	48,6
Nousukorkeus	30,6	37,7	43,6	49,5	56,8	43,2
Kontaktiaika	229	195	176	158	136	177
Lentoaika	502	554	595	636	682	593
<b>Maksimivoima</b>						
Reidet 90°	169	206	235	265	313	211
Reidet / paino	2,4	2,8	3,1	3,4	4,0	2,7
Vatsa	60	79	97	115	134	88
Selkä	95,9	121,0	140,2	159,3	189,3	131,9
<b>Nopeus</b>						
Nopeus 20 m	3,13	3,03	2,94	2,85	2,74	2,98
Nopeus 20 m / lent.	2,52	2,41	2,31	2,21	2,11	2,33
Nopeus 40 m	5,63	5,45	5,28	5,10	4,93	5,31
<b>Lajivoima</b>						
Pesäp. lyönti km / h	139,0	147,4	154,7	161,9	172,0	149,7
Pesäp. heitto km / h	96,4	109,4	117,1	124,7	135,1	116,3

Pikajuoksijoiden viitearvot 20 m:n lentävällä lähdöllä ovat seuraavat, jossa luokka 5 on Suomen parhaiden pikajuoksijoiden keskiarvo (Kuntotestauksen perusteet 1999):

**Miehet:**

1	2	3	4	5
2,50	2,35	2,20	2,05	1,90

**Naiset:**

1	2	3	4	5
2,70	2,55	2,40	2,25	2,10

TAULUKKO 2. Naispesäpalloilijoiden viitearvot saaduista testituloksista (Kuntotestauksen perusteet 1999 ja Linja 2003).

	1	2	3	4	5	2003
<b>Antropometria</b>						
Pituus / ka.			168			167
Paino / ka.			62			64
Rasva%	29	26	23	20	14	22
<b>Nopeusvoima</b>						
Staattinen hyppy	25,4	29,3	32,6	35,8	40,1	33,0
Kevennyshyppy	25,8	29,9	33,6	37,2	42,5	33,8
Elastisuus %	1,0	2,5	3,0	8,0	11,0	2,4
<b>Reaktiivisuus / pohjehyppely</b>						
Teho (W/kg)	26,4	33,3	40,6	47,9	56,3	42,2
Nousukorkeus	26,1	29,5	34,4	39,3	47,9	33,8
Kontaktiaika	208	187	168	150	133	159
Lentoaika	465	492	529	565	625	524
<b>Maksimivoima</b>						
Vatsa	42	57	69	80	94	64
Selkä	70,7	85,2	97,9	110,7	130,7	97,1
<b>Nopeus</b>						
Nopeus 20m	3,64	3,45	3,30	3,16	2,97	3,31
Nopeus 20m / lent.	3,06	2,82	2,68	2,54	2,37	2,68
Nopeus 40m	6,69	6,26	5,99	5,71	5,40	5,99
<b>Lajivoima</b>						
Pesäp. lyönti km/h	113,4	119,5	126,4	132,8	141,8	122,6
Pesäp. heitto km/h	84,24	91,8	99,7	107,3	115,6	97,1

Vertailuna toiseen palloilulajiin seuraavassa (Taulukko 3) mieskoripalloilijoiden testeihin asetettuja viitearvoja (Kuntotestauksen perusteet 1999):

TAULUKKO 3. Mieskoripalloilijoiden viitearvoja (Kuntotestauksen perusteet 1999).

	1	2	3	4	5
Nopeus 20 m (paikalta)	>3,30	3,15	3,00	2,65	<2,65
Staattinen hyppy	35	38	43	47	52
Kevennyshyppy	38	43	47	52	56
Reaktiivisuus / teho	39	45	52	60	68
Elastisuus%	<3	3-6	6-9	9-12	>12

### 2.3.2 Kärkietenijän profiili

Pitkäsen (2002) tutkimus antaa viitteitä miesten sisäpeliroolien välisistä eroista mm. siten, että palautumisajat ykkös- ja kakkospesällä kasvavat lyöntinumeron kasvaessa ja siten, että numero 1 etenee hieman enemmän ja syöksyy huomattavasti enemmän kuin numerolla 2 ja 3 pelanneet. Seuraavissa taulukoissa (Taulukko 4 ja 5) on tutkimuksessa yhteenlaskettu etenemisten ja syöksyjen määrä viidessä ottelussa sekä pesilläoloaikojen keskiarvot pelinumeron mukaan:

TAULUKKO 4. Etenemismäärät ja syöksyt (kerta) viidessä ottelussa yhteensä pelinumeron mukaan (Pitkänen 2002).

Nro	Eteneminen	Syöksy
1	107	47
2	96	27
3	69	11

TAULUKKO 5. Pesilläoloaikojen keskiarvot (sekuntia) viidestä ottelusta pelinumeron mukaan (Pitkänen 2002).

Nro	1-pesällä	2-pesällä	3-pesällä
1	16	26	61
2	25	46	56
3	26	51	54

Karjanlahti (2003) tutki miesten etenemistä roolin mukaan. Tutkimuksessa eteneminen jaettiin seuraavasti kolmeen eri kategoriaan: ”Siirtyminen” tarkoittaa etenemistä, joka on tapahtunut kokonaan tai lähes kokonaan hölkäten tai kävellen (esim. vapaalla ken-

tälle pääsy). ”Eteneminen” on etenemistä, joka on yleensä alkanut kuin kärkieteneminen, mutta lopussa pelaaja pystyy löysäämään vauhtiaan. Osa edetystä matkasta on edetty täysivauhtisesti. ”Kärkieteneminen” on täysivauhtisesti alusta loppuun tapahtunut etenemistä. Kärkieteneminen päättyy yleensä syöksyyn ja tiukkaan pesäkilpaan.

Tämän tutkimuksen mukaan parhaiden kärkietenijöiden ”kärkietenemisen” määrä ottelussa on yli 400 m, kun yhteensä etenemistä kertyy heillä 600-750 m. Menestyvillä joukkueilla on myös kärjen takana tehokkaasti eteneviä pelaajia. Miesten huippuetenijälle ei enää riitä, että on nopea ja omaa yhden hyvän kentällemenolyönnin. Etenijän tulee hallita myös pelinluku, tilanteisiin reagoiminen, kärkeäminen, syöksyminen, eteneminen sekä oikeanlainen asenne ja sitoutuminen omaan rooliin.

Naisten pesäpallossa roolitus ei ole niin vahvaa kuin miesten pesäpallossa, mutta etenijöiden työskentely kuitenkin poikkeaa muiden roolien pelaamisesta. Etenijöiden kärkietenemisen osuus kaikesta etenemisestä on noin 60 % ja etenijöiden etenemismatkat ovat huomattavasti suurempia kuin muissa rooleissa pelaavilla. Etenijän roolissa olevat etenevät noin 400 m yhden ottelun aikana naisten pesäpallossa. (Ahola 2003.)

Naisten kärkietenijä (yleensä numero 1) toimii usein ns. tien raivaajana ja numero 2 selviää useammin kolmospesälle kuin numero 1. Etenemisen määrässä numero 2 ohittaa numeron 1 kolmospesällä, mutta numeron 1 eteneminen on pääsääntöisesti kärkietenemistä 0-1 -väliä lukuun ottamatta, kun taas numero 2 pääsee useimmiten etenemään kärjen takana (voi löysätä lopussa). (Ahola 2003.)

Etenijöiden pesilläoloajat ovat yleisesti pienempiä kuin muissa rooleissa pelaavilla. Erot ovat selvimpiä ykkösesillä, jossa etenijät viipyvät noin 20 s muiden pelaajien viipyessä noin viisi sekuntia pidempään. Numeron 1 pesilläoloaika ykkösellä on huomattavan pieni; noin 12 s. Kakkospesällä keskimääräinen pesilläoloaika naispelaajilla on noin 30 s, kun se kolmospesällä on etenijöillä noin 50 s ja muilla pelaajilla yli minuutin. (Ahola 2003.)



## **3 NOPEUS**

### **3.1 Nopeuden lajit**

Monessa lajissa nopeus on tärkeää, vaikka se ilmenee hyvin eri tavoin esim. nopeus- ja kestävyyslajeissa. Nopeuden lajeja on määritelty hyvinkin tarkasti suomalaisessa valmennusopissa. (Mero 1997, 167.) Yleisesti nopeus jaetaan perusnopeuteen ja lajikohtaiseen nopeuteen, jossa lajikohtainen nopeus jaetaan reaktionopeuteen, räjähtävään nopeuteen, liikenopeuteen ja nopeustaitavuuteen (Mero ym. 1987, 17).

#### **3.1.1 Reaktionsopeus**

Reaktionsopeus on kykyä reagoida nopeasti ärsykkeeseen ja sitä mitataan reaktioajalla, jolla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu ärsykkeestä toiminnan alkamiseen (Mero 1997, 168). Siihen vaikuttaa suuresti se, onko reaktion aikaansaama käyttäytyminen synnynnäistä vai opittua (Helin ym. 1982). Reaktioaika voidaan jakaa esimotoriseen ja motoriseen osaan. Esimotorisella reaktioajalla tarkoitetaan ärsykkeestä sähköisen lihasaktiivisuuden (EMG) alkamiseen kulunutta aikaa, kun taas motorinen aika tarkoittaa aikaa, joka kuluu lihasaktiivisuuden alusta toiminnan alkuun. Reaktio ärsykkeeseen voi olla joko yksinkertainen (esim. pikajuoksun lähtö) tai valintareaktio (esim. useat palloilulajit). (Mero ym. 1987, 17-18.) Valintareaktiota voidaan kehittää jatkuvasti säännöllisen harjoittelun avulla ja yleensäkin reagointiin liittyviä harjoituksia jatkettaessa reaktionsopeus ei heikkene iän myötä. Reaktioaika on normaalia pidempi, jos urheilija ei ole harjoitellut pitkään aikaan tai hän on esim. väsynyt tai hermostunut. (Helin ym. 1982.)

#### **3.1.2 Räjähtävä nopeus**

Räjähtävällä nopeudella tarkoitetaan lyhytaikaista, asyklistä ja mahdollisimman nopeaa liikesuoritusta. Se on erittäin riippuvainen nopeusvoimasta. (Mero 1997, 168.) Räjähtävää nopeutta tarvitaan mm. iskuissa, heitoissa, laukauksissa, potkuissa ja lyönneissä.

Lihassoiman lisäksi koordinaatiolla on oleellista merkitystä räjähtävän nopeuden lajeissa ja heikko koordinaatio altistaa loukkaantumisille räjähtävissä nopeusliikkeissä. (Helin ym. 1982.)

### 3.1.3 Liikenopeus

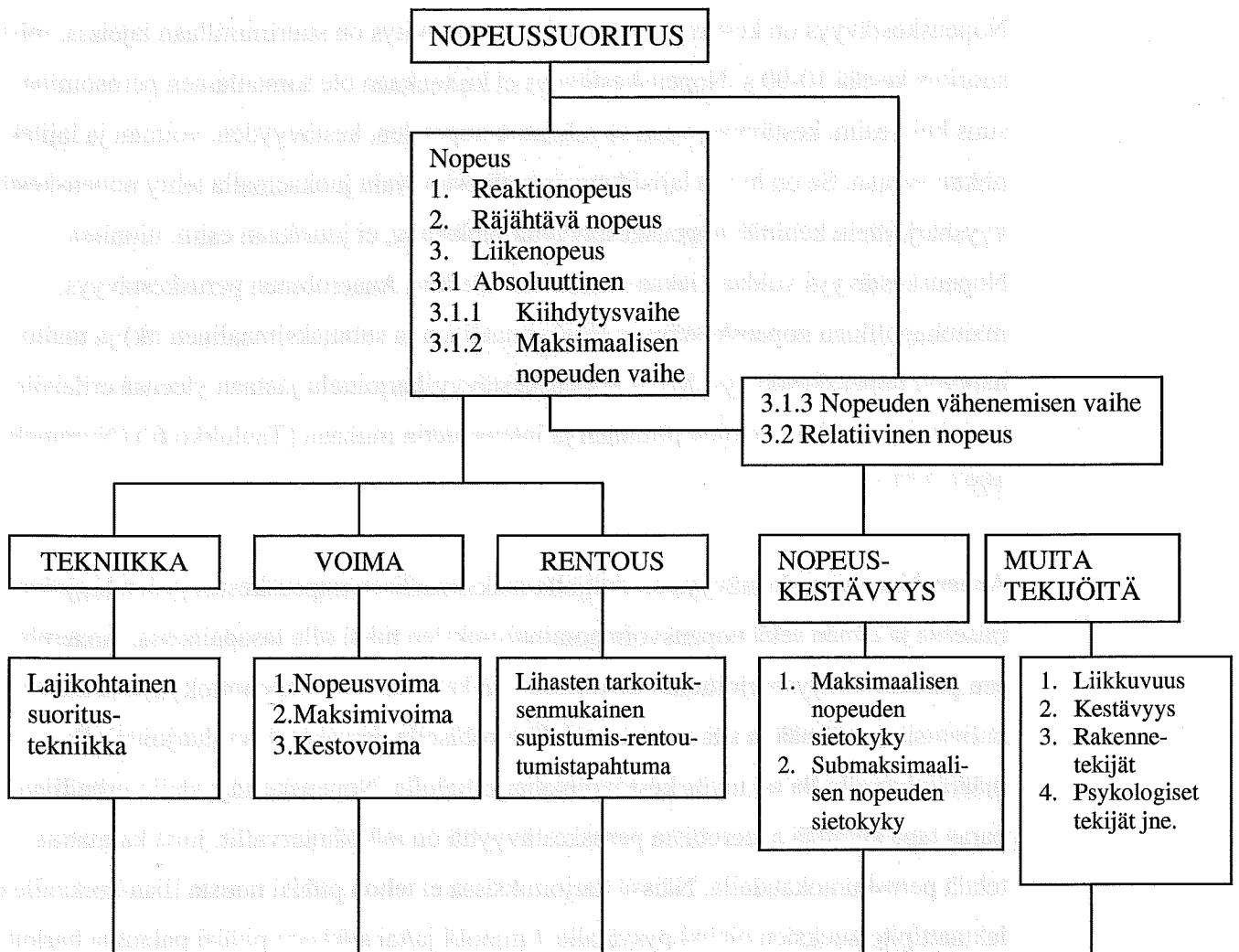
Liikenopeus on nopeaa liikkumista paikasta toiseen ja sillä voidaan tarkoittaa nopeutta kiihdytysvaiheessa, vakionopeuden vaiheessa tai nopeuden vähenemisen vaiheessa. Liikenopeus voidaan jakaa maksimaaliseen ja submaksimaaliseen. Supramaksimaalinen nopeus saadaan aikaiseksi esim. avustetussa juoksussa. (Mero 1997, 168.) Liikenopeuteen vaikuttavat koordinaatiokyky, nopeusvoima, liikkuvuus, lihasten rentoutumiskyky, tahdonvoima ja biokemialliset mekanismit (Helin ym. 1982).

Kun hermolihasjärjestelmä kykenee hyödyntämään liikenopeutta taitolajeissa tarkoituksenmukaisella ja tehokkaalla tavalla, kutsutaan tätä nopeustaitavuudeksi. Nopeustaitavuutta vaaditaan mm. jalkapallossa, jääkiekossa, koripallossa ja käsipallossa. (Helin ym. 1982.)

## 3.2 Nopeuteen vaikuttavia tekijöitä

Nopeusharjoittelussa joudutaan käytännössä harjoittelemaan useita suorituskyvyn osatekijöitä, jotka vaikuttavat nopeuden kehittymiseen. Hermoston ja lihaksiston yhteistoiminta on merkittävää ja voiman osuus usein suuri nopeussuorituksissa. Syklisissä liikkeissä nopeusvoiman ja rentoutumisen vuorovaikutuksella on tärkeä rooli ja hyötysuhdetta saadaan nostettua hyvän lajitekniikan avulla. Kaikkien osatekijöiden optimaalinen yhteisvaikutus mahdollistaa hyvän nopeussuorituksen, joka on nopea, mutta myös taidokas ja korkean hyötysuhteen omaava. (Mero ym. 1987, 18)

Nopeussuoritukseen vaikuttavat tekijät on koottu seuraavasti (Kuva 2.) (Mero ym. 1987, 19).



KUVA 2. Nopeussuoritukseen vaikuttavia tekijöitä (Mero ym 1987, 19).

Lisäksi nopeuteen vaikuttaa erilaiset biologiset tekijät, kuten hermolihasjärjestelmän toiminta ja energiantuotto sekä psykologiset tekijät (Mero ym. 1987, 19-20).

Psykologisia nopeussuoritukseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. tahdonvoima, rentous, stressinsietokyky, motivaatio, keskittyminen ja erilaiset ympäristötekijät (Helin ym. 1982).

## 4 NOPEUSKESTÄVYYS

Nopeuskestävyys on kestävyuden alalaji. Sen merkitys on suurimmillaan lajeissa, joissa suoritus kestää 10-90 s. Nopeuskestävyys ei kuitenkaan ole samanlainen perusominaisuus kuin esim. kestävyys, vaan se rakentuu nopeuden, kestävyuden, voiman ja lajitekniikan varaan. Se on hyvin lajisidonnaista eli esim. vain juoksemalla tehty nopeuskestävyysharjoittelu kehittää nopeuskestävyyttä juoksussa, ei juurikaan esim. uinnissa.

Nopeuskestävyys voidaan jakaa seuraaviin lajeihin: Anaerobinen peruskestävyys, maitohapollinen nopeuskestävyys (maksimaalinen ja submaksimaalinen nk) ja maitohapoton nopeuskestävyys. Myös nopeuskestävyysharjoittelu jaetaan yleensä erilaisiin harjoitustyyppeihin vetojen pituuden ja intensiteetin mukaan (Taulukko 6.) (Nummela 1997, 173.)

Anaerobinen peruskestävyys on pohjalla maksimaalisen nopeuskestävyyden harjoittamisessa ja tämän sekä nopeusvoimaominaisuuksien tulisi olla tasapainossa. Anaerobisen peruskestävyysharjoittelun tavoitteena on kehittää mm. hapenottokykyä ja hapenkuljetusjärjestelmää ja sitä voidaan tehdä aerobisella peruskestävyysharjoittelulla, määrääntervalleilla tai myös kestovoimaharjoittelulla. Nopeuskestävyyden urheilijan paras tapa kehittää anaerobista peruskestävyyttä on määrääntervallit, joita kannattaa tehdä peruskuntokaudella. Näissä harjoituksissa ei tehon pitäisi nousta liian korkealle eli laktaattipitoisuuksien pitäisi pysyä alle 7 mmol/l ja/tai sykkeen pitäisi palautua harjoituksesta minuutissa alle 140:een lyöntiin minuutissa. (Nummela 1997, 174-175.)

### 4.1 Maitohapollinen nopeuskestävyys

Maitohapollisessa nopeuskestävyysharjoittelussa suorituksen intensiteetti ylittää 75 % maksimista ja veren laktaattipitoisuus ylittää 7 mmol / l. Harjoitukset ovat yleensä intervalliharjoituksia, joiden kesto on 10 – 120 sekuntia. Joillakin urheilijoilla harjoituksesta voi tulla maitohapollinen jo 55 %:n kohdalla, kun taas joillakin maitohappo kertyy vasta 80 %:n intensiteetillä. Täten yksilöllisten tehoarvojen selvittäminen on erittäin tärkeää

harjoittelun onnistumisen kannalta. Maitohapollisella nopeuskestävyysharjoittelulla kehitetään anaerobisen energiantuoton tehoa ja kapasiteettiä sekä suorituksen taloudellisuutta suurilla tehoilla. (Nummela 1997, 176-179.)

TAULUKKO 6. Nopeuskestävyysharjoittelun jaottelu (Nummela 1997, 174).

	Määrä-intervallit	Teho-intervallit	Submaksimaalinen nk	Maksimaalinen nopeuskestävyys	Maitohapoton nopeuskestävyys
Suorituksen kesto	15-180 s	15-120 s	10-90 s	10-30 s	6-10 s
Toisto-Palautus	0,5 – 3 min	2 – 5 min	2 – 8 min	6 – 60 min	2 – 8 min
Sarjapalautus	3 – 6 min	4 – 10 min	8 – 20 min	-	6 – 10 min
Tehoalue (%)	50-75	75-85	85-95	95-100	85-95
Määrä/harj.	5 – 30 kpl	5 – 20 kpl	3 – 10 kpl	2 – 6 kpl	5 – 20 kpl
Laktaatti	4 – 7 mmol / l	7 – 12 mmol / l	>12 mmol / l	n. maksimi	7 – 10 mmol / l
Pääasiallinen harjoitusvaikutus	Anaerobinen taloudellisuus, laktaatin poisto	Anaerobinen taloudellisuus, laktaatin poisto	Anaerobinen kapasiteetti, puskurointikyky, väsymyksen sieto	Anaerobinen teho ja kapasiteetti, hermo-lihasjärj. suorituskyky	Anaerobinen teho, alaktinen kapasiteetti, hermo-lihasjärj. suorituskyky

## 4.2 Maitohapoton nopeuskestävyys

Maitohapottomalla nopeuskestävyydellä tarkoitetaan nopeuden ja maitohapollisen nopeuskestävyyden välimuotoa. Nopeusharjoittelusta tämän harjoittaminen eroaa mm. siten, että palautusajat ovat hieman lyhyempiä ja teho on hieman matalampi. Vetoajat ovat lyhyempiä kuin maitohapollisessa nopeuskestävyysharjoittelussa ja harjoittelulla kehitetään pääasiassa lihasten kykyä käyttää KP-varastoja. Tämän seurauksena saadaan nopeuden vähenemisen vaihetta siirrettyä myöhäisemmäksi. Maitohapottomien nopeuskestävyysharjoitusten avulla myös mukautetaan hermo-lihasjärjestelmää suureen suoritusnopeuteen ja harjoitetaan lajitekniikan sekä rentouden ylläpitämistä ja kehittämistä. Harjoituksen jälkeen veren laktaattipitoisuuden pitäisi olla alle 10 mmol / l. Useimmissa joukkuepeleissä maitohapoton nopeuskestävyysharjoittelu on maitohapollista harjoittelua tärkeämpää. (Nummela 1997, 179.)

## 5 ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA

Supistuakseen lihas tarvitsee energiaa, jota se saa adenosiinitrifosfaattiin (ATP) sitoutuneen vapaan energian muodossa. Lihaksen ATP-varastot eivät ole suuria, joten ATP:a täytyy muodostaa jatkuvasti lisää. ATP:n tuottoon ja hyväksikäyttöön on erilaisia reittejä. (Nummela 1997a, 107.) Energiaa tuotetaan joko aerobisesti (hapen avulla) tai anaerobisesti (ilman happea). Näiden tapojen osuutta esim. joukkuepeleissä on vaikea määrittää tehon vaihdellessa alinoma. (Helin ym. 1982, 104-105.)

Riippuen suorituksen kestosta ja intensiteetistä, käytetään urheilusuorituksen aikana eri energiantuottotapoja. Yhtä urheilulajia on vaikeaa sijoittaa mihinkään yhteen energiantuottotavan luokkaan, sillä yleensä kaikkia kolmea tapaa käytetään suorituksen aikana – vain näiden painotukset ja ajoitukset vaihtelevat. Nämä kolme energiantuottotapaa ovat ATP:n ja KP (kreatiinifosfaatti):n välitön käyttö, maitohappojärjestelmä (anaerobinen glykolyysi) sekä aerobinen järjestelmä. (McArdle ym. 2001, 459.)

Alle kuuden sekunnin suorituksissa käytetään yleensä vain välittömiä, lihaksessa olevia energianlähteitä eli ATP:a ja KP:a. Kun suorituksen pituus lähentelee 60 sekuntia, tapahtuu energiantuotto anaerobisesti ja keston edelleen kasvaessa aerobisen energiantuoton osuus kasvaa. (McArdle ym. 2001, 459.)

Aerobisen ja anaerobisen energiantuoton osuudet eri mittaisissa maksimaalisissa suorituksissa ovat seuraavanlaiset (Rusko 1989, 17):

	10 sek.	1min.	2min.	4min.	10min.	30min.	60min.	120min.
Anaerobinen (%)	85	65-70	50	30	10-15	5	2	1
Aerobinen (%)	15	30-35	50	70	85-90	95	98	99

Energiantuoton jakautumisesta on hieman vaihtelevia käsityksiä ja osuudet ovatkin arvioita niiden vaihdellessa urheilijasta toiseen. Esim. 100 metrin juoksusta (kesto n. 10 sekuntia) on annettu myös sellainen arvio, että aerobisen energiantuoton osuus siinä olisi 0 %. (Mero 2004.)

ATP:n riittävyys on 1-2 sekuntia ja sen varastojen palautuminen kestää 1-3 minuuttia, kun KP riittää 8-30 sekunniksi varastojen palautuessa 3-5 minuutissa. Anaerobisen glykolyysin avulla tuotetun energian riittävyys on 30-60 sekuntia ja palautumisaika sille on 15-60 minuuttia. Aerobisen hajoituksen energian riittävyys on 1-2 tuntia ja palautumisaika 1-3 vuorokautta. (Rusko 1989, 17.)

## 5.1 Aerobinen energiantuotto

Hapen avulla tapahtuva energiantuotto on monimutkaisin prosessi kolmesta energiantuottotavasta ja sitä kutsutaan soluhengitykseksi (Wilmore & Costill 1994, 121).

Elimistö tuottaa suurimman osan energiastaan aerobisesti, mikä on moninverroin taloudellisempaa kuin anaerobisesti tapahtuva energiantuotto (Helin ym. 1982, 113).

Energia-aineenvaihdunta levossa ja kevyen rasituksen aikana tapahtuukin pääasiallisesti aerobisesti (Åstrand & Rodahl 1977).

Tärkeimmät energianlähteet aerobisessa suorituksessa ovat hiilihydraattivarastot lihaksessa ja maksassa sekä elimistön rasvat. Sitä enemmän käytetään rasvahappoja, mitä pidempään suoritus kestää ja mitä matalatehoisempi suoritus on. Kuormituksen ollessa lähellä aerobisen suorituskyvyn maksimia, on lihaksen glykogeeni tärkein energianlähde. (Helin ym. 1982, 113.)

Aerobinen aineenvaihdunta, joka on perustana kestävyys suorituksissa, tapahtuu solujen mitokondrioissa (Wilmore & Costill 1994, 123). Mitokondrioissa glykolyysin lopputuote palorypälehappo hajotetaan lopulta hiilidioksidiksi ja vedyksi ns. Krebsin sykklissä eli sitruunahappokierrossa (Nummela 1997a, 109). Syklissä vapautunut vety kulkeutuu hengitysketjuun, jossa se hapetetaan ja näin syntyy runsaasti ATP:a ja vettä (Helin ym. 1982 ja Nummela 1997a, 109).

## 5.2 Anaerobinen energiantuotto

Alle kymmenen sekunnin suorituksissa vaaditaan energiantuotolta nopeutta eikä tällöin energiavarastojen koolla ole merkitystä. Tällöin ATP:a tuotetaan KP:sta ja anaerobisen glykolyysin avulla. Suurella anaerobisella teholla tarkoitetaan kykyä hyödyntää nopeasti lihasten KP-varastoja suorituksen aikana. Tätä vaaditaan nopeus- ja teholajien urheilijoilta. (Nummela 1997a, 107-108.)

Suorituksen keston pidentyessä alle 10 sekunnista 30 sekuntiin, tarvitaan anaerobisen tehon sijaan anaerobista kapasiteettia. Tällä tarkoitetaan sitä, kun 30-90 sekunnin maksimaalisessa suorituksessa suurin osa energiasta tuotetaan anaerobisen glykolyysin avulla ja samalla laktaattia ja happamuutta kertyy lihaksiin ja verenkiertoon. Kapasiteettiin vaikuttaa glykolyysin energiantuottokyvyn lisäksi KP-varastojen koko sekä lihasten ja veren puskurointikyky. (Nummela 1997a, 107-108.)

### 5.2.1 Anaerobinen glykolyysi

Anaerobinen glykolyysi on prosessi, jossa glukoosia hajotetaan erityisten entsyymien avulla. Glukoosia saadaan ravinnon hiilihydraateista sekä maksan glycogeenistä. Ennen kuin glukoosia tai glycogeeniä voidaan käyttää energiaksi, täytyy sen käydä läpi 10 eri vaihetta (kemiallista reaktiota). Ensin glukoosista ja/tai glycogeenistä muodostetaan glukoosi-6-fosfaattia, jotta glykolyysi voi alkaa. Glykolyysissä muodostetaan palorypälehappoa eikä siinä tarvita happea. Ilman happea tapahtuvassa glykolyysissä palorypälehappo muutetaan maitohapoksi. (Wilmore & Costill 1994, 122). Tämä energiantuotto-tapa ei tuota paljoa ATP:a (Wilmore & Costill 1994, 122), mutta lyhyissä, maksimaalisissa suorituksissa elimistön on toimittava tällä epätaloudellisella tavalla suuren hetkittäisen energiantarpeen vuoksi (Helin ym. 1982, 113).



### 5.2.2 Veren laktaatti

Anaerobisen glykolyysin lopputuotteena syntyy maitohappoa, jota kerääntyy työskenteleviin lihassoluihin, joista sitä nopeasti siirtyy myös ympäröiviinkin lihassoluihin (Helin ym. 1982, 110). Maitohapon tuotto on suorassa suhteessa työskentelevien lihasten massaan ja suorituksen intensiteettiin lyhytkestoisesta suorituksesta puhuttaessa (Nummela 1997a, 108.).

Maitohappoa muodostuu lihaksissa jo heti suorituksen alussa, mutta se näkyy veressä vasta myöhemmin (Rusko 1989, 18). Muodostumisen jälkeen maitohappo hajoaa nopeasti vety- ja laktaatti-ioneiksi, jotka kuljetetaan tai diffusoituvat lihaksesta verenkiertoon ja muihin kehon nesteisiin (Nummela 1997a, 108.). Näin maitohapon tuotto nostaa veren vety-ionikonsentraatiota, mikä taas laskee veren pH-arvoa (Åstrand & Rodahl 1977, 20).

Lihassolut osallistuvat maitohapon tuoton lisäksi myös laktaatin poistoon verenkierrosta. Nopeat lihassolut vastaavat suurelta osin laktaatin tuotosta, kun taas hitaat lihassolut kykenevät paremmin käyttämään laktaattia hyväksi palorypälehapon uudismuodostuksessa. (Nummela 1997a, 108.)

Veren maitohappopitoisuus voidaan mitata helposti, mutta sitä on tulkittava varovaisesti. Kohonnut veren maitohappopitoisuus kertoo seuraavaa: lihaksissa tuotetaan maitohappoa, lihasten aerobista energiantuottoa on täydennetty anaerobisella energiantuotolla ja maitohapon tulo vereen on ollut suurempaa kuin sen poisto. Vaikka veren maitohappoa voidaan sanoa anaerobisen aineenvaihdunnan indeksiksi, ei se kerro anaerobisen energiantuoton määrää eikä tehoa. (Rusko 1989, 18.)

Vasta työtehon noustessa yli 50 – 80 %:n maksimaalisesta aerobisesta tehosta, alkaa maitohappopitoisuus nousta havaittavasti ja työtehon yhä lisääntyessä kasvaa maitohapon tuotto suoraviivaisesti (Rusko 1989, 19). Laktaattipitoisuuden noustessa laktaatin siirtyminen verenkierrosta takaisin lihaksiin nopeutuu. Suurin osa laktaatista siirtyy kuitenkin sydänlihakseen ja maksaan, joissa se käytetään suoraan energiantuottoon tai glukoosin muodostukseen. (Nummela 1997a, 108.)

Maitohappo laskee veren pH-arvoa, mistä seuraa hengityksen stimuloiminen. Hengityksellä ja sen tehostamisella on tärkeä rooli veren pH:n tasapainottamisessa, koska hengityksen tehostamisella lisätään hiilidioksidin poistoa elimistöstä. Laktaattipitoisuuden ja veren pH-arvojen välillä on todettu olevan voimakas korrelaatio. Veren puskurointikyvyyn ansiosta suurikaan laktaattipitoisuuden nousu ei kuitenkaan nosta vety-ionipitoisuutta samassa suhteessa ja täten veren pH pysyy turvallisella tasolla. (Åstrand & Rodahl 1977, 20-21.)

Lajeissa, joissa laktaatin tuotto on voimakasta, tulisi kilpailut järjestää niin, että suoritusten välillä on vähintään yksi tunti. Tämä on aika, joka suunnilleen menee veren laktaattipitoisuuden palautumiseen lepotasolle. (Åstrand & Rodahl 1977, 21.)

## 6 KUORMITTAVUUSARVOJA MUISTA LAJEISTA

*Baseball.* Lähinnä pesäpalloa olevasta lajista, baseballista, on tehty sykemittauksia mm. syöttäjältä simuloidun baseball-ottelun aikana. Syöttäjien sykekeskiarvoksi koko ottelun aikana mitattiin 140 lyöntiä minuutissa korkeimman keskiarvon ollessa 147 viidennessä vuorossa ja matalimman 133 ensimmäisessä vuorossa. Veren laktaattipitoisuudet (keskiarvot) olivat syöttäjällä ennen ottelua 0,76 mmol / l, neljännen vuoron jälkeen 0,87 mmol / l ja ottelun lopussa 0,94 mmol / l. (Potteiger ym. 1992.)

*Rugby.* Toisen joukkuepelin, rugbyyn kuormittavuus yksittäisessä ottelussa on kohtuullisen korkea mitattujen syke- ja laktaattiarvojen perusteella. Puoliammattilaisten ottelussa mitattiin sykekeskiarvoksi  $166 \pm 10$  lyöntiä minuutissa ja laktaattipitoisuuksien keskiarvo oli  $7.2 \pm 2.5$  mmol/l. Ensimmäisen jakson laktaattiarvot olivat huomattavasti korkeammat kuin toisen jakson arvot. (Coutts ym. 2003.)

Vastaavia lukemia on saatu nuorten (alle 19-vuotiaiden) rugbyyn pelaajien otteluista. On todettu, että rugbyssa mennään korkeilla tehoilla sykkeen ollessa suurimman osan ottelun ajasta tasolla, joka on 85-95 % pelaajan maksimisykkeestä. Pelaajien välillä roolin mukaan on kuitenkin vaihtelua. Tietyssä roolissa pelaavien pelaajien sykkeet ovat noin 20 % ottelun ajasta tasolla, joka ylittää 95 % maksimisykkeestä. Nuorten laktaattipitoisuuksien keskiarvo tässä tutkimuksessa oli välillä 5.1 – 6.6 mmol/l ja huippulukemat välillä 6.5 – 8.5 mmol/l. (Deutsch ym. 1998.)

*Jalkapallo.* Jalkapalloilijoiden kuormittumista pelitilanteessa on mitattu sykkeen ja maitohapon tuoton avulla. Mittarit kuormittumisesta ovat olleet Ruotsissa käytössä jo 1970-luvulta. Jalkapalloilijoiden hapenkulutusta ottelun aikana on arvioitu keskiarvosykkeen avulla, kun on tiedetty pelaajan maksimaalinen hapenottokyky. Vaikkakin otteluissa on mitattu korkeitakin laktaattiarvoja (esim. 13 mmol/l) ja laji on kuormitukseltaan korkea, on kuormitus kokonaisuudessaan yleensä aerobinen. Kuormitus on kuitenkin ajoittain vaihtelevaa pelitapahtumien mukaan. (Luhtanen 1996, 96-97.)

Nuorilla, 11-vuotiailla jalkapalloilijoilla mitattiin syke- ja laktaattiarvoja otteluissa, jotka pelattiin kahdella eri kokoisella kentällä (100 x 65 m ja 60 x 40 m). Molemmilla kentillä syke ylitti 170 lyöntiä minuutissa 84 % ottelun ajasta. Laktaattipitoisuudet vaihtelivat isommalla kentällä 3.1 – 8.1 mmol/l:n välillä ja pienemmällä kentällä 1.4 – 7.3 mmol/l:n välillä. (Capranica ym. 2001.)

Hannon ja Pellet (1998) tutkivat, saavutetaanko erilaisilla lajeilla syketaso, josta on hyötyä sydän- ja verenkiertoelimistön harjoittamisessa. Aikaisempien tutkimusten perusteella oli annettu tietyt suositukset sykearvoille, joilla olisi terveydellisiä vaikutuksia sydän- ja verenkiertoelimistölle. Nuorten edulliseksi sykealueeksi on asetettu 140-180 lyöntiä minuutissa. Tutkimuksessa haluttiin selvittää, saadaanko nuorille peleillä samanlaisia kehittäviä etuja kuin perinteisillä aerobisilla lajeilla. Tutkimuksen lajeina olivat koripallo, sisäjalkapallo, juoksu ja step-aerobic. Lajeja suoritettiin kutakin 30 minuuttia kerrallaan joka toinen päivä ja todettiin, että kaikissa lajeissa saatiin lähes samantasoiset sykkeet (Taulukko 7.).

TAULUKKO 7. Syketasot ja ajat (minuuttia) määrätyn harjoittelualueen (140-180) sisäpuolella eri lajeissa (Hannon & Pellet 1998).

	Syke (ka.)	Aika/yli 180	Aika/140-180	Aika/alle 140
Koripallo	145.4	1.06	20.20	8.34
Jalkapallo	143.3	0.53	20.29	8.38
Juoksu	147.5	1.13	22.00	6.47
Aerobic	143.3	0.16	21.45	7.59

## 7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Pesäpallo on varsin tutkimaton laji eikä siitä ole tehty varsinaista lajiansalyysiä, joka ohjaisi harjoittelua ja valmennusta. Tämän tutkimuksen tarkoitus oli antaa lisätietoa pesäpallon lajiansalyysin rakentamista varten ja erityisesti selvittää etenemisen kuormittavuutta sekä rakentaa nykypesäpalloilun huippuatenijän profiili, jossa kuvataan mm. kärkietenijän antropometrisia ominaisuuksia.

Aikaisemmin on jonkin verran tutkittu pelaajien etenemismääriä sekä pesälläoloaikoja ottelutilanteessa ja näin on selvitetty missä roolissa olevia pelaajia laji eniten kuormittaa sisäpelissä. Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää kärkietenijän etenemismääriä sekä pesälläoloaikoja, koska kärkietenijän rooli on osoittautunut kuormittavimmaksi rooliksi sisäpelissä. Tutkimuksessa pyrittiin myös selvittämään tapahtuuko etenijän energiantuotto aerobisesti vai anaerobisesti, missä oletuksena oli, että etenijä tarvitsee sisäpelissä energiaa niin nopeasti, että energiantuoton on tapahduttava anaerobisesti.

Tutkimukseen tuo lisäulottuvuuden se, että se järjestetään halliolosuhteissa, jossa mm. läpilyönneille ei jää yhtä paljoa tilaa kuin ulkona, alusta on hieman erilainen ja otteluis-sa pelataan vuoropareja vähemmän kuin virallisissa pesäpallo-otteluissa ulkona. Tällä tutkimuksella saatiin ensimmäistä kertaa tietoa hallipelien kuormittavuudesta.

0,01	0,01	0,011	0,01	0
0,01	0,01	0,001	0,01	0
0,01	0,008	0,001	0,01	0,01
0,01	0,005	0,001	0,01	0,01
0,01	0,005	0,001	0,01	0,01

## 8 MENETELMÄT

### 8.1 Koehenkilöt

Koehenkilöinä oli 12 miesten superpesisjoukkueen etenijää (Taulukko 8) yhteensä 11 superpesisjoukkueesta. Koehenkilöt valittiin joukkueiden pelinjohtajien tai valmentajien valitsemana pelaajarooliin (joukkueen pääetenijä) mukaan. Koehenkilöistä 11 pelasi numerolla 1 ja yksi numerolla 6 ja heidän ulkopelipaikkansa jakautuivat seuraavasti: sieppari (n = 5), ykkösvahti (n = 2), polttaja (n = 2), koppari (n = 2) ja jokeri (n = 1).

TAULUKKO 8. Koehenkilöiden ikä (vuotta), pituus (cm), paino (kg) ja rasvaprosentti.

NRO	IKÄ	PITUUS	PAINO	RASVA%
1	24	168,5	70,5	11,3
2	21	178,0	83,5	12,5
3	31	173,0	70,0	11,2
4	19	170,5	71,0	9,8
5	33	176,0	78,5	11,7
6	24	179,0	80,5	12,8
7	25	168,0	69,5	10,5
8	22	179,0	79,0	15,5
9	18	186,0	76,5	12,0
10	28	176,0	80,0	7,2
11	28	183,0	72,0	10,0
12	19	176,0	66,5	10,3

Koehenkilöiden keskimääräinen ( $\pm$  keskihajonta) ikä oli  $24 \pm 5$  vuotta, pituus  $176,1 \pm 5,5$  cm, paino  $74,8 \pm 5,5$  kg ja rasvaprosentti  $11,2 \pm 2,0$ . Painoindeksi koehenkilöillä oli keskimäärin  $24,2 \pm 1,7$ . Lisäksi koehenkilöiltä kysyttiin heidän kuluvalle kaudella juoksemansa paras aika 30 metrillä pystylähdöllä (n = 10). Aikojen keskiarvo oli 3,81 ( $\pm 0,1$ ) sekuntia. Ajat eivät kuitenkaan ole vertailukelpoisia, koska ne on juostu eri olosuhteissa ja eri aikaan.

## 8.2 Mittaukset ja mittausvälineet

Mittaukset suoritettiin helmikuussa 2004 järjestettävien kahden halli-SM –turnauksen yhteydessä siten, että koehenkilöiltä mitattiin yhden ottelun ajan sykettä ja otettiin laktaattinäytteitä samassa ottelussa. Mittauksia ennen koehenkilöt allekirjoittivat suostumuslomakkeen osallistumisestaan tutkimukseen. Ennen ottelua koehenkilöiden pituus mitattiin mittanauhan avulla ja paino digitaalisella henkilövaa’alla. Mitat on tallennettu puolen senttimetrin ja puolen kilogramman tarkkuudella. Rasvaprosentti määriteltiin ihopoimumittarilla tehdyllä neljän ihopoimun mittauksella (Durnin & Womersley 1974), jossa käytettiin miesurheilijoille tarkoitettua taulukkoa (lähde tuntematon). Mitattavat pisteet olivat triceps- (kolmipäinen olkalihas), biceps- (hauslihas), subscapularis- (lavanalus) ja suprailiaca-ihopoimu (suoliluun yläpuolinen poimu).

Syke tallennettiin Polar S610 –sykemittarilla (Polar Electro Oy, Kempele, Suomi) viiden sekunnin tallennusvälillä. Mittarin lähetin asennettiin koehenkilöille rinnan ympärille siten, että lähettimen anturit olivat selkäpuolella, millä vähennettiin epämukavuutta syöksyn aikana ja parannettiin lähettimen paikallaan pysymistä. Lähetinpannan paikallaan pysyminen varmistettiin vielä muutamalla Leukoplast –teippisuikaleella, jotka laitettiin selkäpuolelle. Sykettä analysoitaessa käytettiin Polar Precision Performance SW –ohjelman versiota 4.00.024 (Polar Electro Oy 2003). Sykekäyristä korjattiin syöksyn aiheuttamat oletetut virhepiikit ennen analysointia.

Laktaattinäytteet otettiin vuoronvaihdon aikana (ulkopelin jälkeen) tai välittömästi etenemisen päätyttyä sisäpelissä. Koehenkilön luokse siirryttiin kentän kakkos- tai kolmospuolelle tilanteen mukaan, jotta näyte saatiin mahdollisimman nopeasti tilanteen jälkeen eikä koehenkilön tarvinnut liikkua mittauspisteeseen. Verinäyte otettiin sormenpästä ja analysoitiin Lactate Pro –pika-analysointilaitteella (Arkray Factory Inc., Shiga, Japani). Keskimääräinen näytteenottoaika vuoron / etenemisen päättymisestä näytteen saamiseen oli noin 40 sekuntia.

Ottelut videoitiin VHS-videokameralla. Jalallinen kamera asetettiin molemmissa turnauksissa kolmospuolelle, kotipesän tasolle ja kenttätason yläpuolelle (katsomoon tai ns. ylätasanteelle). Videonauhalla mitattiin koehenkilöiden pesilläoloajat ykkös-, kak-

kos- ja kolmospesällä sekuntikellon avulla. Pesälläoloajaksi katsottiin pesään saapumisen ja pesältä lähdön välille jäänyt aika. Pesään saapumiseksi katsottiin se, kun pelaaja joko syöksyn jälkeen nousi ylös tai palasi pesään juostuaan sen yli ja pesältä lähdöksi se, kun pelaaja (lopullisesti) lähti liikkeelle kohti seuraavaa pesää. Laittoman lyönnin yhteydessä pesälläoloaika määritettiin ensimmäisen lähdön mukaan eli pesälläoloaika päättyi silloin, kun etenijä lähti pesältä ensimmäisen kerran, vaikka lyönti oli laiton. Seuraavaa pesälläoloaika ko. pesällä ei huomioitu.

Lisäksi koehenkilöiden etenemät matkat mitattiin otteluissa ja videonauhan avulla siten, että edetyt pesänvälit merkattiin paperille ja edetty matka määritettiin pesänvälien pituuksien mukaan. Eteneminen jaettiin siirtymiseen, etenemiseen ja kärkietenemiseen aikaisempien tutkimusten menetelmien mukaan (Ahola 2003 ja Karjanlahti 2003).

### **8.3 Mittausten reliabiliteetti ja validiteetti**

Mittaustuloksiin yleisesti vaikuttaa urheilijan ”päivän kunto” sekä harjoitustausta ja edeltävien päivien toiminta. Täten tuloksia tarkasteltaessa tulee huomioida, että ne ovat sen hetken tilanteita eikä niinkään yleistettävissä kaikkiin ajankohtiin ja olosuhteisiin.

Sykemittarin voidaan katsoa mittaavan kohtuullisen luotettavasti sykettä, mutta etenemisen yhteydessä tapahtuva syöksy aiheuttaa hetkellisiä virhelukemia tärähdyksen johdosta, jolloin mahdolliset virhepiikit on poistettava saadusta sykekäyrästä luotettavuuden lisäämiseksi. Syketasoa arvioitaessa tulee ottaa huomioon pelaajien yksilölliset erot, jotka johtuvat mm. harjoitustaustasta, iästä ja maksimisykkeestä. Nämä erot eivät kuitenkaan ole kovin suuria.

Laktaattiarvojen mittaaminen Lactate Pro –mittarilla on kohtuullisen luotettavaa – mitatut poikkeamat kahden mitatun näytteen välillä ovat olleet pienillä arvoilla noin 3.2 % ja suuremmilla arvoilla noin 2.6 %. Ko. mittarilla mitatut laktaattiarvot korreloivat hyvin ( $r = 0.9988$ ,  $n = 59$ ) entsymaattisen menetelmän kanssa. (Lactate Pro Test Strip – esite, Arkray Inc. 57 Nishi Aketa-Cho, Higashi-Kujo, Minami-Ku. Kyoto, Japani.)



Laktaattiarvoihin vaikuttaa näytteenoton ajankohta – otetaanko se välittömästi rasituksen jälkeen vai muutamia minutteja tämän jälkeen, koska maksimiarvo laktaattipitoisuudessa saavutetaan yleensä vasta 2-5 minuuttia rasituksen jälkeen rasituksen kovuudesta riippuen (Mero 2004). Tässä tutkimuksessa pyrittiin vakioimaan näytteenottoaika, mutta se oli käytännöllisistä syistä mahdotonta ottelun aikana. Näytteenotto tapahtui 20 – 90 sekuntia etenemisen päätyttyä. Näin saatuihin laktaattiarvoihin voi jonkin verran vaikuttaa se, kuinka pitkä aika näytteen ottoon on mennyt suorituksen päätyttyä.

Näytteenotossa on useita tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa laktaattiarvon oikeellisuuteen. Näitä ovat mm. mittarin kalibrointi, näytemäärä, näytteeseen joutunut hiki, muut epäpuhtaudet tai plasman määrä. Näistä aiheutuneet virheet on pyritty välttämään kalibroimalla mittarit, puhdistamalla sormenpää huolellisesti sekä ottamalla näyte toisesta veripisarasta eikä ensimmäisestä, joka saadan reiän tekemisen jälkeen. Ensimmäiseen pisaraan tulee mukaan usein enemmän plasmata, joka nostaa mittausarvoa ja näin validiteetti käärsii. Laktaattiarvojen suuruuteen henkilöiden välillä vaikuttaa myös mm. lihassolujakauma ja työskentelevän lihassmassan määrä sekä harjoittelusta. (Guyton & Hall 2000, Mero 2004.)

Pesälläoloaikojen mittaaminen ei ole kovin tarkkaa, koska videoinnin epäonnistuttua joissakin ottelunauhoissa ei ole nähtävissä kakkospesää lainkaan, joten pesälle saapuminen on jouduttu arvioimaan. Lisäksi käsiajanoton voidaan katsoa olevan hieman epätarkkaa subjektiivisista tekijöistä johtuen. Aikoja voitaneen tulkita kuitenkin  $\pm 5$  sekunnin tarkkuudella. Pesälläoloajan ei voida katsoa olevan palautumisaikaa, koska siihen sisältyy kärkeäminen, joka on hyvin kuormittavaa pelaajalle.

Lisäksi edetyt matkat on huonosta videoinnista johtuen laskettu suoraan pesien välien pituuksien avulla. Täten juostut matkat eivät ole tarkkoja kärkeämisestä sisällyttyä siihen, mutta mitatuilla matkoilla saadaan tietoa siitä, kuinka paljon pelaaja on edennyt ottelun aikana. Näihin seikkoihin saataisiin parannusta paremman videoinnin avulla – kaikkien pesien kotipesä mukaan luettuna tulee näkyä videokuvassa. Kuvalta pitää pystyä mittaamaan todelliset etenemismäärät ja kärkeäminen tulisi huomioida mittauksissa, koska kärkeämisestä määrä ja laatu vaikuttavat merkittävästi etenijän kuormittumiseen.

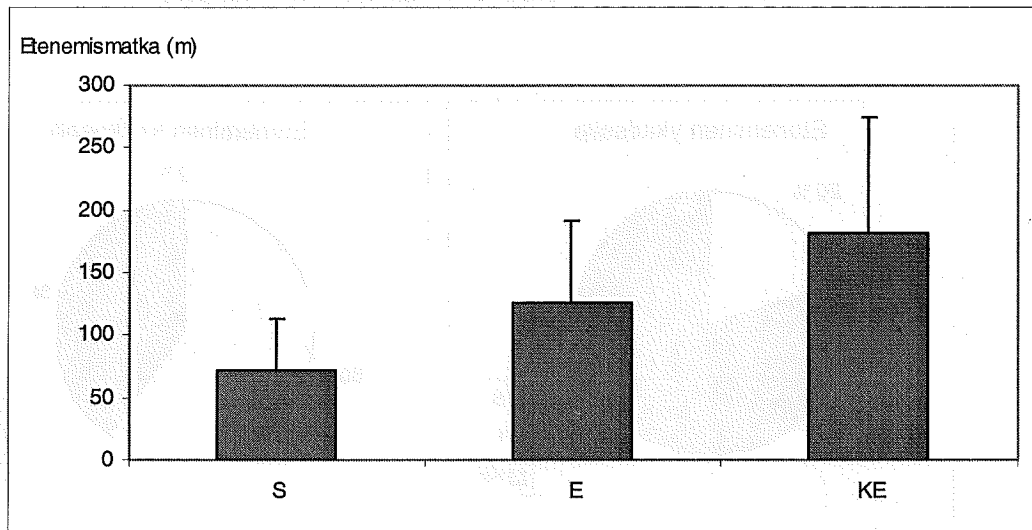
## 8.4 Tilastollinen analysointi

Tulosten analysoinnissa käytettiin Microsoft Excel 2000 –ohjelmaa ja tuloksia kuvailtaessa käytettiin keskiarvoa, vaihteluväliä ja keskihajontaa sekä Pearsonin korrelaatiokerrointa. Etenemisen aikana, johon sisältyi itse eteneminen sekä pesälläolot, mitattujen sykkeiden, laktaattiarvojen ja pesälläoloaikojen välistä riippuvuutta mitattiin korrelaatiokertoimen avulla siten, että yhteen etenemistapahtumaan sisällytettiin etenemisen aikainen keskiarvosyke, etenemisen päätyttyä mitattu laktaattiarvo sekä tämän etenemisen aikana tapahtuvien pesälläoloaikojen keskiarvo. Yhdellä koehenkilöllä oli näitä yksittäisiä etenemisiä 1 – 6 kpl, joista laskettiin keskiarvo sykkeelle, pesälläoloajoille ja laktaattiarvoille. Korrelaatiomittaukseen saatiin kahdeksan koehenkilön etenemiset.

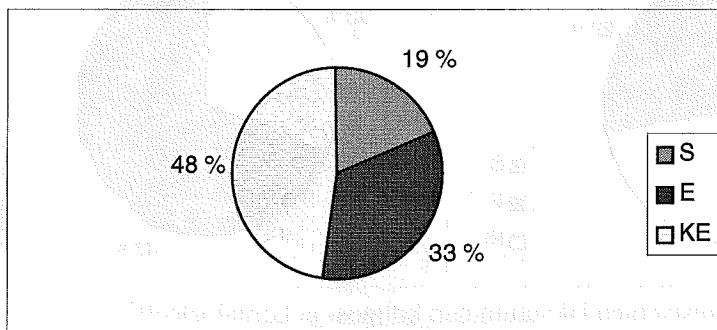
## 9 TULOKSET

### 9.1 Etenemismäärät ja -tavat

Koehenkilöt etenivät ottelussa, jossa pelattiin 3+3 vuoroparia, keskimäärin  $379 \pm 139$  metriä. Tästä "siirtymistä" oli 72 metriä, "etenemistä" 125 metriä ja "kärkietenemistä" 182 metriä (Kuva 3). Kuvassa 4 on nähtävissä keskimääräiset prosenttiosuudet etenemistavoista. Etenemisiä ykköspesälle yhdellä pelaajalla kertyi keskimäärin viisi kertaa, kakkospesälle neljä kertaa, kolmospesälle kolme kertaa ja kotipesään kaksi kertaa.

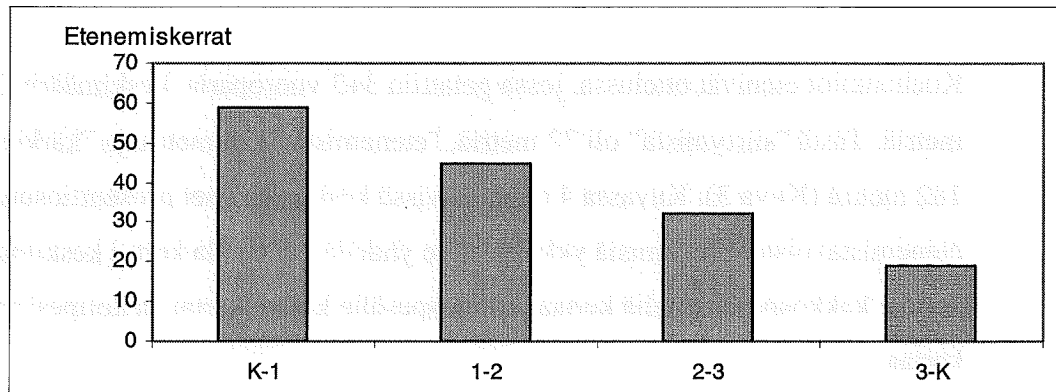


KUVA 3. Keskimääräiset ( $\pm$  keskihajonta) etenemismatkat koehenkilöä kohden. S = siirtyminen, E = eteneminen, KE = kärkieteneminen.

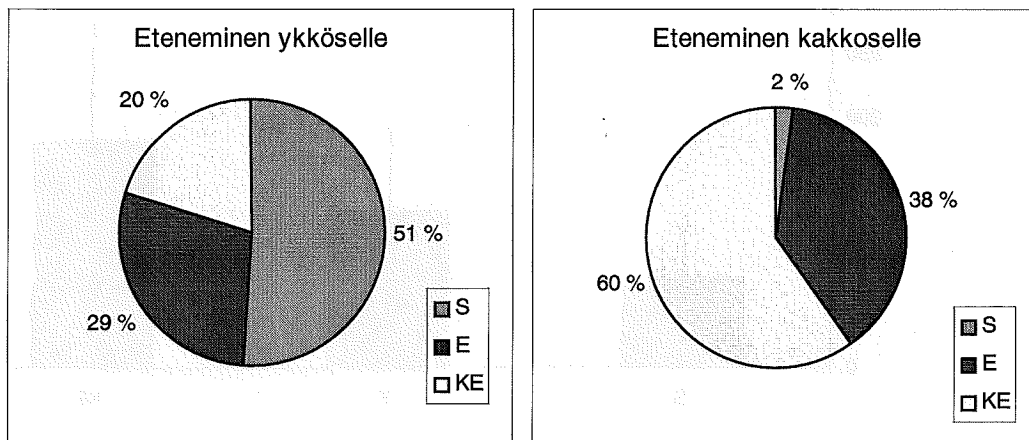


KUVA 4. Etenemistapojen prosenttiosuudet kaikesta etenemisestä keskimäärin yhtä koehenkilöä kohden. S = siirtyminen, E = eteneminen, KE = kärkieteneminen.

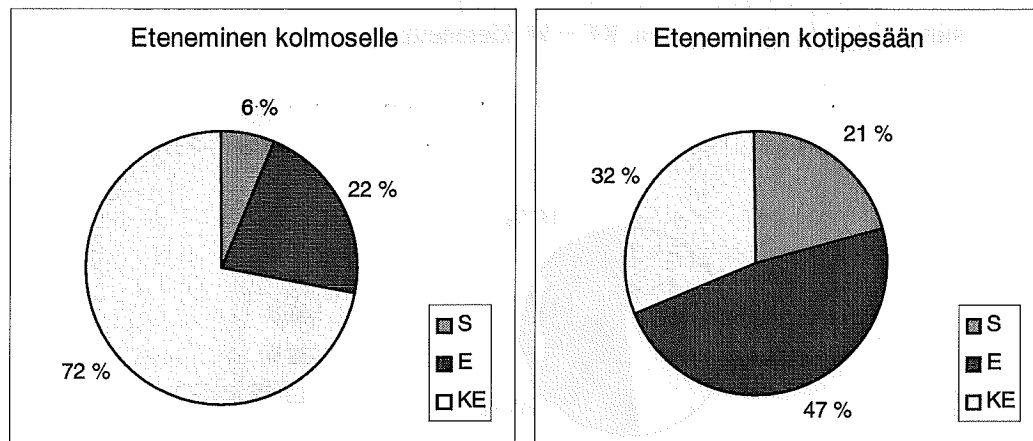
Kuvassa 5 on kaikki tutkimuksen etenemiset yhteensä pesäväleittäin. Ykköselle edettiin yhteensä 59, kakkoselle 45, kolmoselle 32 ja kotipesään 19 kertaa. Kärkietenemistä tapahtui eniten kakkos-kolmos- ja ykkös-kakkos -välillä (Kuvat 6-9).



KUVA 5. Etenemiset (kerta) yhteensä pesäväleittäin. K = kotipesä.



KUVA 6 ja 7. Etenemistapojen jakautuminen ykkös- ja kakkostaipaleella.

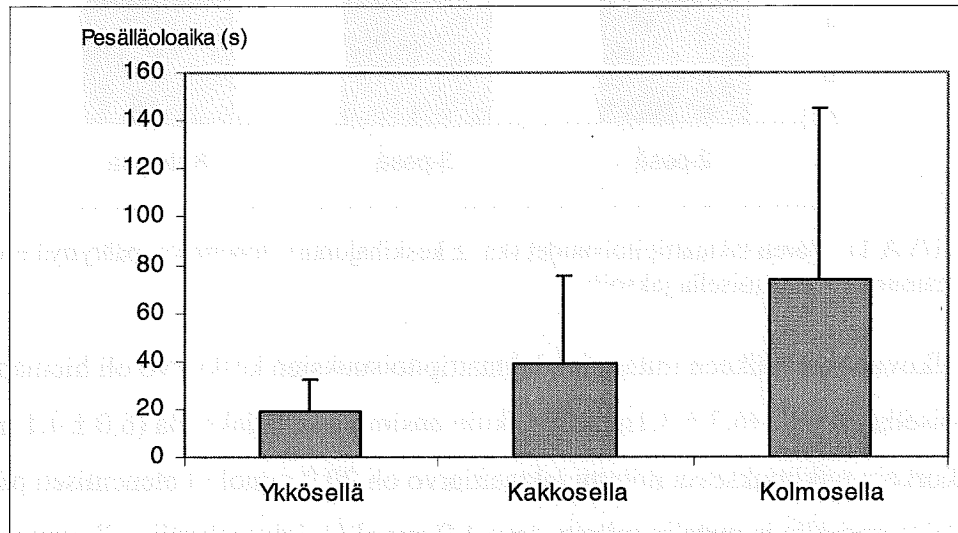


KUVA 8 ja 9. Etenemistapojen jakautuminen kolmos- ja kotitaipaleella.

## 9.2 Pesälläoloajat

Pesälläoloajat olivat keskimäärin ( $\pm$  keskihajonta) 19 ( $\pm$  14) sekuntia ykköspesällä, 39 ( $\pm$  19) sekuntia kakkospesällä ja 74 ( $\pm$  71) sekuntia kolmospesällä (Kuva 10).

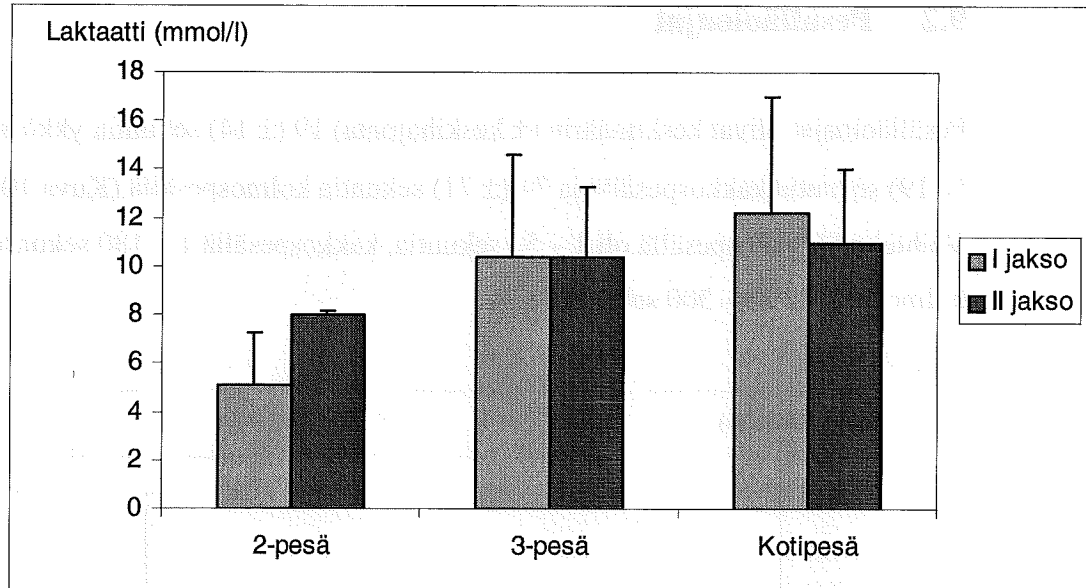
Vaihteluväli ykköspesällä oli 1 – 52 sekuntia, kakkospesällä 1 – 180 sekuntia ja kolmospesällä 25 – 300 sekuntia.



KUVA 10. Keskimääräiset ( $\pm$  keskihajonta) pesälläoloajat ykkös-, kakkos- ja kolmospesällä.

## 9.3 Laktaatti

Tutkimuksessa otettiin yhteensä 93 onnistunutta laktaattinäytettä, joista 11 ennen ottelua, 43 sisävuoroissa etenemisen päätyttyä ja 39 ulkovuoron jälkeen. Ennen ottelua mitattujen laktaattiarvojen keskiarvo ( $\pm$  keskihajonta) oli 1,9 ( $\pm$  0,6) mmol / l. Sisävuorojen kaikkien koehenkilöiden keskimääräinen veren laktaattipitoisuus oli 9,4 ( $\pm$  4,1) mmol / l ja ulkovuorojen 6,1 ( $\pm$  3,6) mmol / l. Sisävuoroissa laktaattipitoisuus oli sitä korkeampi, mitä pidemmälle etenijä oli edennyt (Kuva 11). Ensimmäisellä jaksolla laktaattipitoisuuksien keskiarvot sisävuoroissa olivat 5,1 ( $\pm$  2,2), 10,4 ( $\pm$  4,2) ja 12,2 ( $\pm$  4,8) mmol / l päätepesän mukaisessa järjestyksessä (eteneminen päättynyt kakkoselle, kolmoselle tai kotipesään) ja toisella jaksolla vastaavat pitoisuudet olivat 8,0 ( $\pm$  0,2), 10,4 ( $\pm$  2,9) ja 11,0 ( $\pm$  3,0) mmol / l.



KUVA 11. Veren laktaattipitoisuudet (ka.  $\pm$  keskihajonta) etenemisen päätyttyä eri pesille ensimmäisellä ja toisella jaksolla.

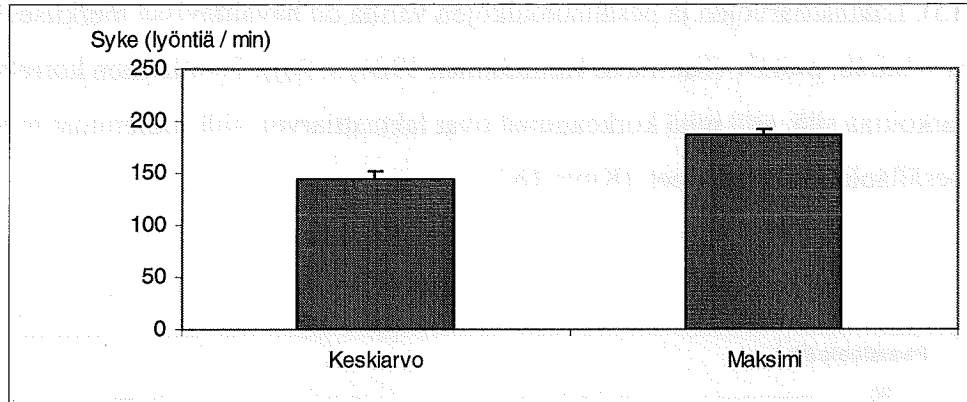
Ulkovuorojen jälkeen mitattujen laktaattipitoisuuksien keskiarvo oli hieman korkeampi toisella jaksolla ( $6,3 \pm 3,1$  mmol / l) kuin ensimmäisellä jaksolla ( $6,0 \pm 4,1$  mmol / l).

Korkein tutkimuksessa mitattu laktaattiarvo oli 20.9 mmol / l etenemisen päätyttyä kolmospesälle ja matalin mitattu arvo 1.0 mmol / l, joka mitattiin ulkovuoron jälkeen.

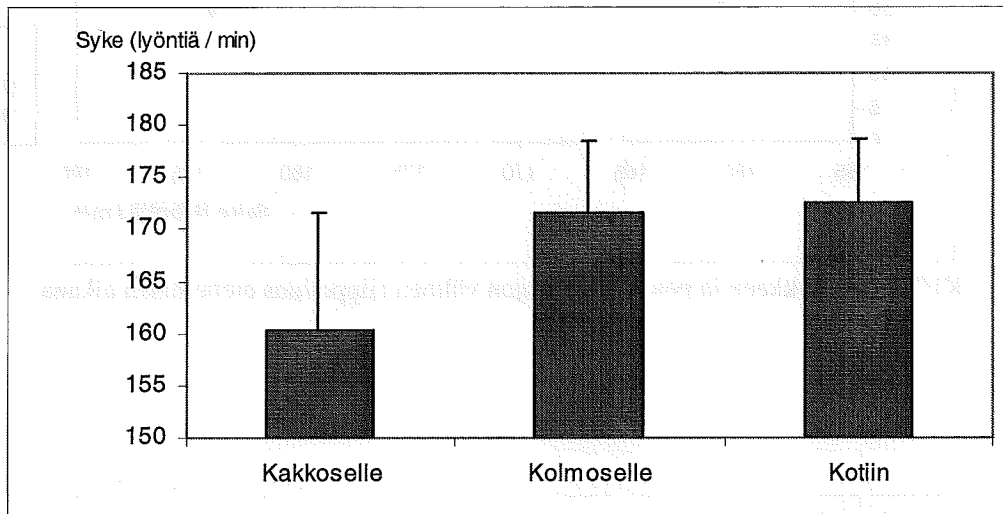
## 9.4 Syke

Kaikkien pelaajien keskiarvosykkeiden keskiarvoksi ( $\pm$  keskihajonta) saatiin  $145 (\pm 7)$  lyöntiä minuutissa ja ottelussa mitattujen maksimisykkeiden keskiarvoksi  $187 (\pm 6)$  lyöntiä minuutissa (Kuva 12). Vaihteluväli keskiarvosykkeissä oli 132 – 153 ja maksimisykkeissä 178 – 197 lyöntiä minuutissa.

Etenemisen aikana (eteneminen ja pesällä olot) keskiarvosyke ( $\pm$  keskihajonta) oli  $170 (\pm 9)$  lyöntiä minuutissa ( $n = 8$ ). Etenemisen päätyttyä kakkospesälle keskiarvosyke oli  $160 (\pm 11)$ , kun etenemisen päätyttyä kolmospesälle sykekeskiarvo oli  $172 (\pm 7)$  ja kotipesään päätyttyä  $173 (\pm 6)$  lyöntiä minuutissa (Kuva 13).



KUVA 12. Otteluissa mitattujen keskiarvosykkeiden sekä maksimisykkeiden keskiarvot ( $\pm$  keskihajonta).

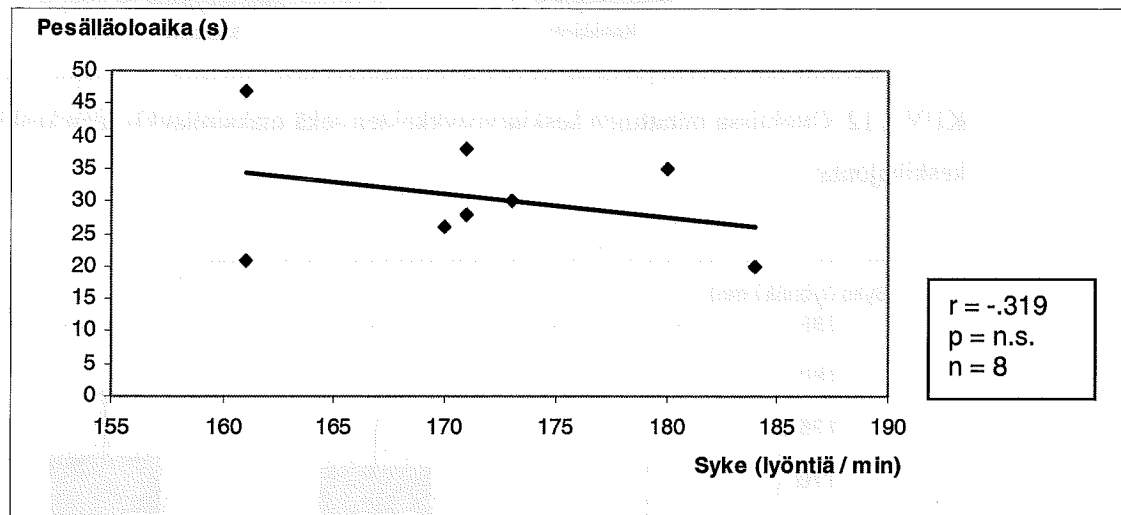


KUVA 13. Keskiarvosykkeet ( $\pm$  keskihajonta) etenemisen aikana etenemisen päätyttyä kakkos-, kolmos- ja kotipesään.

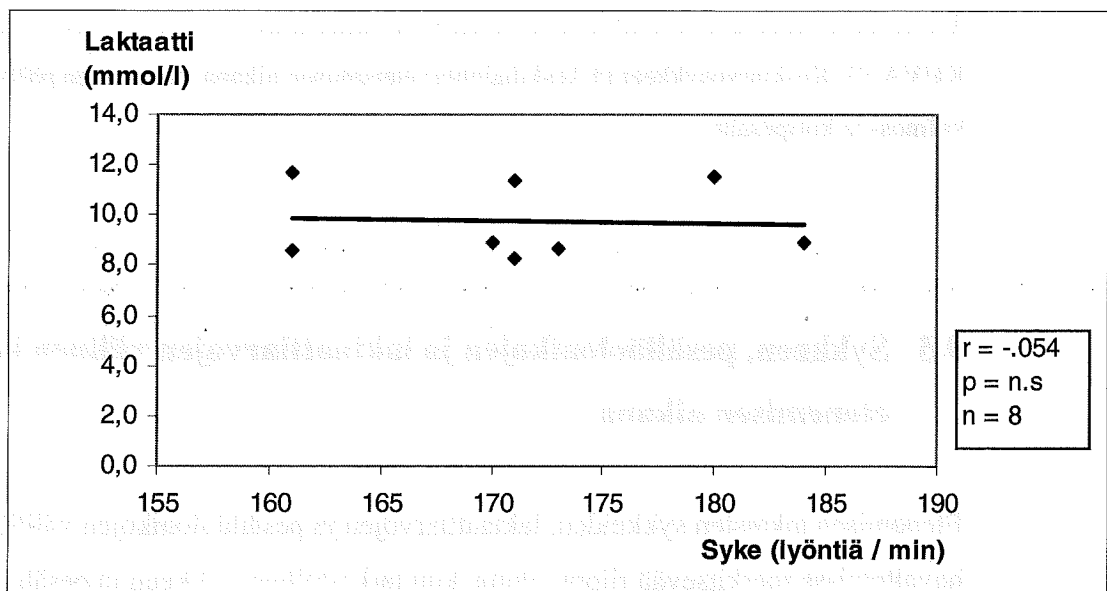
## 9.5 Sykkeen, pesälläoloaikojen ja laktaattiarvojen välinen korrelaatio etenemisen aikana

Etenemisen aikaisten sykkeiden, laktaattiarvojen ja pesälläoloaikojen välillä ei ole havaittavissa merkitsevää riippuvuutta, kun tarkastellaan sykkeen ja pesälläoloaikojen sekä sykkeen ja laktaattiarvojen välistä riippuvuutta. Heikko negatiivinen korrelaatio on havaittavissa sykkeen ja pesälläoloaikojen välillä:  $r = -0.319$ ,  $p = \text{n.s.}$  (Kuva 14), mutta sykkeen ja laktaattiarvojen välinen riippuvuus on lähes nolla:  $r = 0.054$ ,  $p = \text{n.s.}$  (Kuva

15). Laktaattiarvojen ja pesälläoloaikojen välillä on havaittavissa merkitsevä riippuvuus ( $r = 0.848$ ,  $p < 0.01$  (Karma & Komulainen 1984, s. 96)). Positiivinen korrelaatio tarkoittaa sitä, että mitä korkeammat ovat laktaattiarvot, sitä suuremmat myös pesälläoloajat ovat olleet. (Kuva 16.)

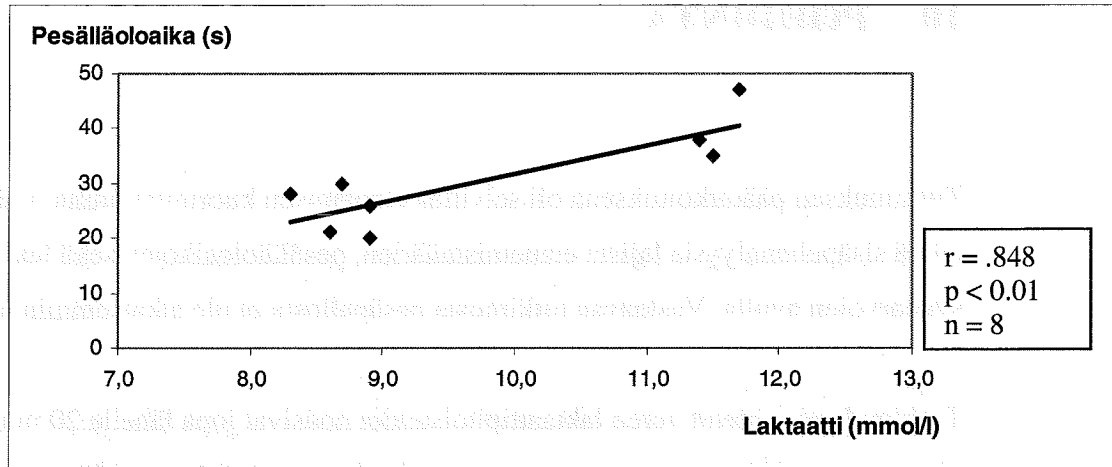


KUVA 14. Sykkeen ja pesälläoloaikojen välinen riippuvuus etenemisen aikana.



KUVA 15. Sykkeen ja veren laktaattiarvojen välinen riippuvuus etenemisen aikana.





KUVA 16. Pesälläoloaikojen ja laktaattiarvojen välinen riippuvuus etenemisen aikana.

## 10 POHDINTA

Tutkimuksen päätarkoituksena oli selvittää etenemisen kuormittavuutta pesäpallossa ja tehdä sisäpelianalyysia lajista etenemismäärien, pesälläoloaikojen sekä laktaatti- ja sykearvojen avulla. Vastaavaa tutkimusta pesäpallosta ei ole aikaisemmin tehty.

Tutkimuksessa otetut veren laktaattipitoisuudet nousivat jopa lähelle 20 mmol/l:aa – ulkovuorojen jälkeen mitattujen näytteiden keskiarvo oli 6,1 mmol/l ja etenemisen päättymisen jälkeen mitattujen näytteiden keskiarvo 9,4 mmol/l. Etenijät etenivät ottelun aikana keskimäärin 379 metriä, josta suurin osa oli kärkietenemistä (182 metriä). Pesilläoloajat olivat ykköspesällä keskimäärin 19 sekuntia, kakkospesällä keskimäärin 39 sekuntia ja kolmopesällä keskimäärin 74 sekuntia. Keskihajonta pesilläoloajoissa ja etenemismäärissä oli melko suurta. Keskimääräinen ottelunaikainen syke oli 145 lyöntiä minuutissa ja korkeimpien sykearvojen keskiarvo 187 lyöntiä minuutissa.

### 10.1 Veren laktaatti

Laktaattinäytteitä otettiin yhteensä 93 kpl, joista sisäpelissä otettujen näytteiden keskiarvoksi saatiin 9,4 ( $\pm$  4,1) mmol / ja ulkovuorojen jälkeen otettujen näytteiden keskiarvoksi 6,1 ( $\pm$  3,6) mmol / l. Ennen ottelua (alkuverryttelyn jälkeen) mitattujen laktaattinäytteiden keskiarvo oli 1,9 ( $\pm$  0,6) mmol / l eli lähellä lepotasoa. Laktaattipitoisuudet ottelun aikana nousivat yllättävänkin korkeaksi aikaisempien oletusten sijaan. Pesäpalloa on yleisesti pidetty hyvin vähän kuormittavana lajina, mutta kuten tämäkin tutkimus osoittaa, ainakin etenijän roolissa pelaavien kohdalla laji on hyvinkin kuormittavaa sisäpelissä. Toisaalta laktaattipitoisuudet olivat hyvin samansuuruisia joukkueiden tekemien etenemiskestävyystestien perusteella, joissa on otettu myös laktaattinäytteitä juostujen sarjojen jälkeen (Esim. Kuosmanen 2001, Ojanperä 2003), mikä kertoo tämän tutkimuksen perusteella mm. siitä, että testit ovat lajinomaisia.

Laktaattiarvot olivat odotetusti sitä suurempia, mitä pidemmälle etenijä oli edennyt eli vetojen määrä vaikutti suoraan laktaattipitoisuuksiin. Suurimmat laktaattiarvot mitattiin

etenijältä, jonka ulkopelipaikka oli koppari (20,9 ja 19,1 mmol / l) ja etenijäjokerilta (17,2 mmol / l).

Tässä tutkimuksessa ei huomioitu laittomilla lyönneillä pesään palaamisia eikä kärkkymistä. Näillä on kuitenkin suuri merkitys etenemisen kuormittavuudessa ja näin laktaatin muodostumisessa. Etenemisen jälkeen mitatut laktaattiarvot korreloivat positiivisesti pesälläoloaikojen kanssa, mikä tarkoittaa sitä, että mitä suuremmat laktaattiarvot, sitä suuremmat ovat olleet myös pesälläoloajat. Tämä johtunee ensinnäkin siitä, että pesälläoloajan pidetessä yleensä myös kuormittavan kärkkymisen osuus kasvaa, sillä pesälläoloaika ei ole palautumisaikaa, vaan nimenomaan pääosin kärkkymisestä koostuvaa aikaa. Ulkopelijoukkueen lukkari määrää pitkälti pesälläoloajan yrittäessään selvittää etenijän aikeita. Pesälläoloaika pitenee usein lukkarin syöttämien taktisten väärrien myötä ja näin myös etenijän edestakainen liike kasvaa, mikä kasvattanee anaerobisen energiantuoton osuutta.

Toiseksi pesälläoloaikojen pidentyessä esim. kolmospesällä (jossa kärkkymistä ei tapahdu), kasvaa aika kuormittumisen ja laktaatin mittauksen välillä, mikä saattaa vaikuttaa siihen, että saadaan korkempia arvoja. Laktaattiarvojen ja sykkeiden välillä ei voida sanoa olevan lainkaan riippuvutta tässä tutkimuksessa, kun korrelaatiomittaus tehtiin koehenkilöiden keskiarvoilla. Kun voidaan olettaa, että kuormituksen kasvaessa sekä syke nousee että laktaattipitoisuus kasvaa, oli riippuvuuden puuttuminen yllättävää.

Halliolosuhteissa ei ole aikaisemmin tehty ottelunaikaisia laktaattimittauksia ja yleensäkin jaksopelin aikana (1994 - ) on tehty vain yksi tutkimus (Rajahalme 1997, lähteessä Viljaranta 2001), jossa on mitattu pelaajien laktaattiarvoja ottelussa. Rajahalmeen tutkimuksessa korkeimmaksi arvoksi saatiin 8,6 mmol / l, joka mitattiin myös etenijältä, jonka ulkopelipaikka oli koppari. Sisäpelissä mitattujen laktaattiarvojen keskiarvo oli Rajahalmeen tutkimuksessa 5,6 mmol / l, joka oli huomattavasti matalampi kuin tässä tutkimuksessa saatu keskiarvo. Eron vaikuttaa se, että Rajahalmeen tutkimuksessa mitattiin myös muiden pelaajien kuin etenijöiden laktaattiarvoja ja mittaukset tehtiin ulkona sään ollessa kolea ja sateinen, jolloin etenemistäkään ei tapahtunut merkittävästi.

Kuitenkin tässä tutkimuksessa saadut tulokset laktaattipitoisuuksista olivat kohtuullisen korkeita ja voidaan katsoa, että eteneminen tapahtuu pitkälti anaerobisen energiantuoton

alaisuudessa. Laktaattipitoisuudet olivat myös ulkovuorojen jälkeen usein teoreettisen anaerobisen kynnyksen (noin 4 mmol / l) yläpuolella, joten voidaan olettaa, että eteneminen ottelun alkua lukuunottamatta ei useinkaan tapahdu levänneessä tilassa heti etenemisen alussakaan etenkään, jos pelaajalla on kovin aktiivinen rooli ulkopelissä.

## 10.2 Etenemismäärät, -tavat ja pesälläoloajat

Etenijän keskimääräiseksi etenemismääräksi yhden ottelun aikana saatiin 379 metriä, josta ”siirtymistä” oli 19 %, ”etenemistä” 33 % ja ”kärkietenemistä” 48 %. Matkat ovat lyhyempiä verrattuna Karjanlahden (2003) tutkimukseen, jossa kärkietenijät (numerolla 1 pelaavat) etenivät yhteensä 232 – 702 (ka. 551 metriä, n = 8) metriä ottelun aikana. Karjanlahden tutkimuksessa kyseessä oli kuitenkin viralliset sarjaottelut, joissa pelattiin 4 + 4 vuoroparia, kun tässä tutkimuksessa mukana olevat ottelut olivat pituudeltaan 3 + 3 vuoroparia. Lisäksi Karjanlahden tutkimuksessa tilastoitiin myös laittomilla lyönneillä etenemiset ja palaamiset, mitä tässä tutkimuksessa ei tehty. Näin voidaan olettaa, että edetyt matkat ovat suhteessa samansuuntaisia kuin aikaisemmassakin tutkimuksessa.

Pitkänen (2002) tutki numeroilla 1 – 3 pelaavien pelaajien etenemismäärää ainoastaan etenemiskertoina, jossa numerolle 1 etenemiskertoja kertyi viidessä ottelussa yhteensä 107. Keskiarvo yhdessä ottelussa oli siis 21 kertaa, kun tässä tutkimuksessa etenijät etenivät ykköspesälle keskimäärin viisi kertaa, kakkospesälle neljä kertaa, kolmospesälle kolme kertaa ja kotipesään kaksi kertaa eli yhteensä 14 kertaa. Tässäkin vertailussa tulee huomioida se, että Pitkäsen tutkimuksessa olivat kyseessä ulkona pelatut sarjaottelut, joissa pelattiin 4 + 4 vuoroparia. Etenemisten hajonta oli tässä tutkimuksessa suurta, sillä pelaajien etenemien matkojen vaihteluväli oli 108 – 583 metriä. Tutkimuksen onnistumiseen ja tulosten suuntaukseen vaikuttaakin suurelta osin ottelun luonne ja etenkin tutkittavan pelaajan onnistuminen ko. ottelussa (”päivän kunto”). Tässä tutkimuksessa pelaajan kentälle pääsyn onnistumisprosentilla oli suuri vaikutus saatuun tutkimusaineistoon. Onnistumisprosenttia ei kuitenkaan kontrolloitu.

”Kärkietenemistä” tapahtui eniten kakkos- (60 % kaikesta etenemisestä) ja kolmos-  
taipaleella (72 %) sekä vähiten ykkös- (20 %) ja kotitaipaleella (32 %). Ykköstaipaleella tapahtuva runsas ”siirtyminen” (51 %) johtunee pitkälti saaduista vapaataipaleista ja

myös onnistuneista kovista kentällemenno –lyönneistä, jolloin pelaaja voi rauhassa hölkätä ykköspesälle. Kakkos- ja kolmostaipaleella taas kärkietenijää viedään usein aavistusmerkillä (suoraan syötöstä – lähtö tapahtuu heti syötön noustessa) ja vaihtolyönteinä käytetään pieniä ja pomppulyöntejä eikä etenijä näe lyönnin tulosta, jolloin tämän on edettävä täysillä alusta loppuun. Näillä pesillä tapahtuu yleensä tiukka pesäkilpa, kun taas kotiutuslyönnit ovat usein selkeämmin joko onnistuneita tai epäonnistuneita, jolloin etenijä pystyy löysäämään juoksuaan lopussa ratkaisun jo tapahduttua ennen kuin etenijä ennättää päätepesälle – tässä tutkimuksessa ”etenemisen” osuus kotitaipeleella oli 47 %.

Pesälläoloajat määräytyvät kahdesta tekijästä – sisäpelijoukkueen ja pelinjohtajan käyttämästä taktiikasta sekä ulkopelijoukkueen lukkarin toiminnasta. Joukkueen taktiikka määrää sen, viedäänkö etenijää ensimmäisellä, toisella vai kolmannella lyönnillä ja tapahtuuko eteneminen ”väärät pois”- vai aavistuslähdöllä. Lisäksi ottelun tapahtumat vaikuttavat taktiikkaan – jos kärkietenijä on esim. kolmospesällä, mutta muilla pesillä ei ole etenijöitä, pyritään yleensä muut pesät täyttämään ennen kuin yritetään kotiutusta ja näin pesälläoloaika pitenee. Lukkari voi pelata joko nopeaa tai viivytelypeliä. Nopealla pelillä etenijälle ja lyöjälle ei anneta aikaa ja usein myös pelinjohtajan toimintaa voidaan heikentää nopean pelin avulla, jossa heittäly ja hämäykset jätetään minimiin ja syöttö annetaan mahdollisimman pian. Lukkari voi myös pelata hitaampaa peliä, jossa tämä yrittää aktiivisesti selvittää etenijän aikeita ja pelinjohtajan merkkiä sekä heikentää etenijän lähtöä heittälyllä, heitto- ja syöttöhämäyksillä sekä taktisilla väärillä. Tämä luonnollisesti lisää etenijän pesälläoloaika.

Tämän tutkimuksen korkeat hajonnat pesälläoloajoissa kertoo mm. juuri näistä tekijöistä – pesälläoloajat vaihtelevat ottelusta toiseen ja ottelunkin aikana vaihtuvista olosuhteista johtuen. Näin on vaikeaa saada tuloksia, joita voitaisiin yleistää kaikkiin otteluihin, mutta jonkinlainen trendi toki voidaan tuloksille asettaa. Keskimääräiset pesälläoloajat ( $\pm$  keskihajonta) tässä tutkimuksessa olivat 19 ( $\pm$  14) sekuntia ykköspesällä, 39 ( $\pm$  19) sekuntia kakkospesällä ja 74 ( $\pm$  71) sekuntia kolmospesällä. Tulokset ovat samansuuntaisia, joskin hieman korkeampia, Pitkäsen (2002) tutkimuksen kanssa, jossa numerolla 1 pelaavien pelaajien keskimääräiset pesälläoloajat olivat ykköspesällä 16 (vaihteluväli 0 – 30) sekuntia, kakkospesällä 26 (7 – 72) sekuntia ja kolmospesällä 61 (18 – 140) sekuntia. Karjanlahti (2003) tutki kaikkien pelaajien pesälläoloaikoja,

jotka olivat keskimäärin 28 sekuntia ykköspesällä, 38 sekuntia kakkospesällä ja 46 sekuntia kolmospesällä. Näiden tulosten perusteella voidaan varovasti olettaa, että peli on ulkona, sarjakauden aikana, jonkin verran nopeampaa kuin hallissa talviaikaan.

### 10.3 Syke

Kaikkien pelaajien keskimääräinen ( $\pm$  keskihajonta) keskiarvosyke ottelun aikana oli  $145 (\pm 7)$  lyöntiä minuutissa, joka vastaa hyvin pitkälle esim. Hannon:n ja Pellet:n (1998) mittaamia keskiarvosykkeitä koripallossa (145), jalkapallossa (143), aerobicissä (143) ja juoksussa (148). Sykkeen perusteella pesäpallo on siis kuormittavuudeltaan samantyyppinen laji kuin edellä mainitut, mutta vertailun tekemiseksi tarvitaan perehtymistä useampaan ja tarkempiin tutkimuksiin. Esim. rugby:n parissa tehty tutkimus (Coutts ym. 2003) osoittaa, että puoliammattilaisten keskiarvosyke ottelun aikana on  $166 \pm 10$  lyöntiä minuutissa, joka on jo huomattavan korkeampi kuin edellä mainitut keskiarvosykkeet.

Pesäpallo jakannuttuaan sisäpeliin, jossa juostaan täysivauhtisia vetoja ja ulkopeliin, jossa pientä liikettä tapahtuu jatkuvasti, voidaan luokitella intervalli-tyyppiseksi lajiksi ainakin etenijän kohdalla. Kun huomioidaan sykettä laskevat vuoronvaihdot, jaksojen välinen tauko ja sisäpelissä kaarella seisominen, voidaan olettaa, että varsinaisten pelitapahtumien aikana pelaajien syke nousee kohtuullisen korkealle keskiarvosykkeen ollessa 132 – 156 lyöntiä minuutissa (tässä tutkimuksessa mitattu keskiarvosykkeiden vaihteluväli). Etenemisen aikana mitattujen ( $n = 8$ ) keskiarvosykkeiden keskiarvoksi saatiin  $170 \pm 9$  lyöntiä minuutissa ja ottelussa mitattujen maksimisykkeiden keskiarvoksi  $187 \pm 6$  lyöntiä minuutissa, mikä kertoo sykkeen hetkittäisestä nousemisesta lähelle maksimia etenemisen aikana. Ulkopelin aikana sykearvot eivät nousseet näin korkealle. Sykearvot korreloivat hyvin heikosti pesälläoloaikojen kanssa. Korrelaatio on negatiivista, mikä kertoo sen, että pesälläoloaikojen kasvaessa syke laskee. Korrelaatio on kuitenkin lähes olematonta, mikä on luonnollista, koska pesälläolo ei vastaa palautumista kärkeämisessä ollessa hyvin kuormittavaa ja sisällyttyä pesälläoloon.

## 10.4 Etenijän ominaisuudet

Tämän hetken huippuetenijä pesäpallossa on antropometrisiltä ominaisuuksiltaan keskimäärin seuraavanlainen: pituudeltaan  $176 \pm 6$  cm, painoltaan  $75 \pm 6$  kg ja rasvaprosenttiltaan  $11,2 \pm 2,0$ . Vaikka otoksessa voidaan katsoa olevan lähes kaikki Suomen parhaat etenijät, koehenkilömäärän pienuuden ja suuren hajonnan johdosta ei voida olettaa, että hyvältä etenijältä vaaditaan tiettyjä antropometrisia ominaisuuksia pituuden ja painon osalta, painoindeksinkin vaihdellessa välillä 21,5 – 26,5 (ka. 24,2). Koehenkilöiltä kysytyt 30 m:n ajat pystylähdöllä eivät ole keskenään kovinkaan vertailukelpoisia, koska ajat on juostu eri olosuhteissa ja eri aikaan, mutta keskiarvoa 3,81 sekuntia voitaneen verrata muissa lajeissa mitattuihin 30 m:n aikoihin. Tosin kysytyt ajat olivat kuluvan kauden parhaita, joten ajat eivät todennäköisesti olleet parhaita mahdollisia mittausten tapahduttua helmikuussa.

## 10.5 Käytännön sovellutukset

Saatuja tuloksia voidaan soveltaa suuntaa antavasti käytännön harjoitteluun erityisesti silloin, kun pelaajan henkilökohtaiset tulokset tiedetään. Kun tiedetään pelaajan etenemismäärät, sykearvot ja laktaattipitoisuudet ottelun aikana, voidaan harjoittelua soveltaa mahdollisimman pelinomaiseksi seuraamalla näitä tekijöitä. Myös nopeuskestävyystestausta voidaan arvioida näiden tulosten avulla – onko käytössä oleva etenemiskestävyystesti lajinomainen esim. laktaattiarvojen osalta ja voidaanko täten sen avulla arvioida pelaajien suorituskyykyä soveltaen ottelutilanteeseen? Tällä hetkellä joukkueilla on käytössään hieman toisistaan poikkeavia testejä, mutta ehkä yleisimmin käytössä ovat  $3 \times 3 \times 30$  m tai  $3 \times 4 \times 40$  m juoksutestit, joissa on toisinaan myös mitattu laktaattiarvoja sarjojen jälkeen. Testauksessa voisi olla myös sykkeen mittaus mukana, jolloin selvitettäisiin vastaavatko nämä otteluissa mitattuja sykearvoja.

Saadut tulokset kertovat etenijän voimakkaasta anaerobisesta energiantuotosta ja täten siitä, että nopeuskestävyysominaisuudet ovat nopeuden lisäksi tärkeässä asemassa etenemisessä. Kun aikaisempien tutkimusten perusteella on todettu, että etenemismäärät ja kuormittavimman ”kärkietenemisen” määrä ovat suurimpia juuri kärkietenijöillä poiketen muista pelaajista, voidaan olettaa, että harjoittelun tulee olla erilaista ja

nimenomaan enemmän anaerobisen energiantuoton puolella kuin muilla pelaajilla.

Etenijän harjoitteluun tulisi keskeisenä osana kuulua myös nopeuskestävyysharjoittelu.

Maitohapolliseksi nopeuskestävyysharjoitukseksi kutsutaan harjoituksia, joissa laktaatti nousee yli 12 mmol / l:n. (Nummela 1997, 174). Tässä tutkimuksessa saatu korkein keskiarvo laktaattiarvoille sisäpelissä oli 12,2 mmol / l etenemisen päätyttyä kotipesään eli laktaattipitoisuus nousee maitohapollisen nopeuskestävyyden alarajoille ainoastaan silloin, kun etenijä onnistuu kiertämään kentän kokonaan. Kuitenkin tämä tapahtuu tai ainakin tulisi tapahtua useamman kerran ottelun aikana, joten voidaan olettaa, että ottelussa käydään ainakin hetkellisesti maitohapollisen nopeuskestävyyden puolella. Tässä on kuitenkin merkittäviä yksilöllisiä eroja ja maitohapollisen harjoittelun kanssa tulisi olla kovin varovainen. Määrä- ja tehointervallit sekä etenkin maitohapoton nopeuskestävyysharjoittelu tuntuisi olevan pesäpalloilijan aluetta. Maitohapottomassa nopeuskestävyysharjoituksessa laktaattiarvot voivat nousta 10:n pintaan, jolloin kehitetään mm. anaerobista tehoa ja hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyä. Intervalliharjoitukset voisivat olla erinomaisia etenijän syksyn ja talven harjoituksia kehittämään mm. laktaatin poistokykyä ja näin kestävyyttä, jolla jaksettaisiin vielä ottelun loppuvaiheessakin juosta maksiminopeuksilla.

## 10.6 Tutkimuksen ongelmat ja virhelähteet

Pesäpallo on lajina vaikea tutkia siinä esiintyvien erilaisten ottelusta toiseen vaihtelevien muuttujien vuoksi. Näistä ehkä keskeisin on ottelutaktiikka, joka muuttuu useiden tekijöiden seurauksena. Taktiikkaan vaikuttaa oma pelaajamateriaali, vastustaja ja olosuhteet sekä ottelun aikaiset tapahtumat. Näin taktiikka voi muuttua myös kesken ottelun ja jokainen ottelu on keskenään erilainen. Esimerkiksi juoksumäärät ja ottelun kesto vaihtelee otteluittain. Täten yleistettävien tutkimustulosten saamiseksi lajista tarvittaisiin valtava määrä tutkimusaineistoa.

Etenemistä tutkittaessa saatavaan tutkimusaineistoon vaikuttaa myös lukuisat muuttujat. Etenijän etenemään määrään vaikuttaa tämän oma päivän kunto – kuinka hyvin onnistuvat kentällemenolyönnit ja kuinka nopeasa kunnossa hän on. Etenemisen onnistumi-



nen on suuresti riippuvainen etenijän jälkeen lyövästä pelaajista – kuinka hyvin nämä onnistuvat lyömään vaihtolyöntejä, joilla siirtää etenijää eteenpäin. Kaikkiin näihin tekijöihin vaikuttaa myös vastustaja ja etenkin tämän lukkari. Huippujoukkueilla nämä tekijät alkavat kuitenkin lähestyä vakiota, sen verran taitavia ja fyysisiltä ominaisuuksiltaan hyviä joukkueiden kärkipelaajat (etenkin numeroilla 1-5 pelaavat) tänä päivänä ovat. Heikommilla joukkueilla ailahtelevaisuus ja täten etenijänkin onnistumisen vaihtelevuus on usein yleisempää kuin aivan kärkijoukkueilla. Tässä tutkimuksessa hajontaa etenijöiden onnistumiseen aiheutti todennäköisesti myös se, että ottelut pelattiin hallissa ja helmikuussa, jolloin harvan joukkueen peli on vielä ”valmista”. Silloin vielä kokeiltaan erilaisia uusia asioita eikä ehkä turvauduta kaikkein varmimpiin lyönteihin.

Yksi tutkimuksen suurimmista ongelmista oli otteluiden videokuvaus. Halleissa ei saanut videokameraa sijoitettua sellaiseen paikkaan, että koko kenttä olisi saatu kuvattua. Kummassakaan turnauksessa ei ole kuvattu kotipesää eikä toisessa turnauksessa kuvatuissa otteluissa näy kakkospesää kokonaan. Täten pesälläoloaikoja mitattaessa on jouduttu jonkin verran arvioimaan pesäntulohetkeä eikä esim. nopeuksien mittaaminen videonauhoilta onnistunut lainkaan. Lisäksi videointia, ajanottoa ja sykemittarin kelloa ei saatu kaikissa otteluissa synkronisoitua onnistuneesti, mikä aiheutti sen, että neljän koehenkilön sykettä ei saatu analysoitua etenemisen osalta. Pelitapahtumat tulisi saada yhdistettyä sykekäyrän kanssa noin sekunnin tarkkuudella, jotta saataisiin luotettavia tuloksia sykkeen käyttäytymisestä pelitilanteessa tapahtuvien tekojen aikana. Lisäksi sykkeenmittaukseen toi pieniä ongelmia syöksyn aiheuttamat virhepiikit sykekäyrällä, mutta nämä saatiin kohtuullisen hyvin korjattua.

Laktaattimittauksissa ainoan ongelman toi näytteenottoajan vakioiminen. Olisi ollut edullisinta vakioida näytteenotto esim. kahteen minuuttiin etenemisen päätyttyä, koska veren laktaattipitoisuus yleensä kasvaa vielä kuormittumisen päätyttyä, mutta tämä oli käytännössä mahdotonta pelaajien osallistuessa pelin kulkuun ja näytteet oli otettava välittömästi etenemisen päätyttyä. Näin tuloksiin on todennäköisesti jonkin verran vaikuttanut se, että kuormittumisen ja näytteenoton välinen aika vaihtelee 20 – 90 sekunnin välillä. Koska kuormittumisen kesto ei kuitenkaan ole kovin pitkä eikä yleensä tapahdu aivan maksimitasolla, voidaan olettaa, että laktaattipitoisuudet eivät olisi merkittävästi nousseet muutamienkaan minuuttien kuluessa.

Tässä tutkimuksessa ei huomioitu laittomalla lyönnillä tapahtuvia etenemisiä eikä kärkkymistä, jotka kuitenkin ovat merkittäviä tekijöitä pelaajan kuormittumisessa.

Täten etenemistä tutkittaessa tulokset eivät anna täydellistä kuvaa ottelutapahtumista ja kuormittavista tekijöistä. Myöskään tuloksissa mainitut edetyt matkat eivät ole puhdasta etenemistä, sillä niihin sisältyy kärkkyminen, joka lyhentää todellisuudessa juostavaa matkaa. Toisaalta laittomilla lyönneillä edetyt matkat ja palaamiset eivät myöskään sisälly matkoihin, mikä vähentää todellisten edettyjen matkojen pituutta.

## 10.7 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että kärkietenijän energiantuotto tapahtuu sisäpelissä suurelta osin anaerobisesti ja laktaattia kertyy elimistöön. Näin myös anaerobista tehoa ja kapasiteettia tulisi harjoittaa erilaisten nopeuskestävyys-harjoitusten avulla. Pesäpaloilijalla puhtaat nopeus- ja lajitekniset ominaisuudet ovat kuitenkin etusijalla ja nopeuskestävyys-harjoittelun kanssa tulisi olla varovainen, jottei maitohapollisella harjoittelulla syötäisi nopeutta.

On kuitenkin hyvin todennäköistä, että kärkietenijä kuormittuu miesten pesäpallossa eritavalla kuin useat muut pelaajat ja tämä tulisi huomioida myös harjoittelussa harjoittelemalla roolin mukaisesti. Täten esim. nopeuskestävyyssominaisuuksien harjoittaminen ei tulisi sisältyä keskeisesti kotiuttajien harjoitteluun, vaikka joukkueen pääetenijät nopeuskestävyyttä harjoittaisivatkin. Tämän tutkimuksen tulokset kertovat kohtuullisen runsaasta laktaatin kertymisestä lihaksiin ja edelleen verenkiertoon sisäpelissä kärkietenijöillä. Sen lisäksi, että pelaajat jaksaisivat harjoitella ja pelata ottelut alusta loppuun ja palautuisivat näistä hyvin, on aerobisella kestävyyskunnolla myös roolinsa laktaatin poistokyvyssä ja anaerobisesta suorituksesta palautumisessa. Näin ainakin etenijöiden tulisi kiinnittää erityistä huomiota nopeuden ja nopeuskestävyyden lisäksi myös aerobiseen suorituskyykyyn. Ongelmia harjoittelun suunnitteluun tuokin se, miten pystytään kehittämään tarpeeksi kaikkia tarvittavia ominaisuuksia. Kun itse lajitekniisiä osatekijöitä on lajissa paljon, joudutaan pohtimaan mikä on tärkeintä ja minkälaisella harjoittelulla pystyttäisiin parhaiten kehittämään näitä tärkeimpiä tekijöitä kunkin pelaajan kohdalla.

Aerobisen kestävyyskunnan tärkeän roolin vuoksi sisäpelianalyysin oleellisena osana voisi olla myös etenijöiden maksimaalisen hapenottokyvyn testaaminen, mikä toisi myös kärkietenijän profiiliin uuden ulottuvuuden. Tulosten avulla voitaisiin myös analysoida millä kuormittavuuden tasolla pelaaja ottelun aikana toimii. Lisäksi jos nopeus- ym. testien tulokset ja viitearvot eriteltäisiin etenijöille erikseen, saataisiin profiilia rakennettua lisää fysiologisten ominaisuuksien osalta.

Pesäpallon analysoinnille olisi tutkimuskentällä paljon tilaa, mutta joukkuelajin tutkiminen tuo aina omat haasteensa ja ongelmansa. Lajin kuitenkin jatkuvasti kehittyessä ja harjoittelun lisääntyessä olisi tärkeää saada lajista luotettavaa tutkimustietoa ja rakennettua pesäpallon lajianalyysi niin fysiologisella, biomekaanisella kuin psyykkiselläkin puolella. Tämä tutkimus tuo hieman pohjaa tuleville tutkimuksille etenemisen parissa.

Koska laji on moniulotteinen ja ottelut sävyllään erilaisia, tarvitaan tutkimusta ja otosta paljon, jotta saataisiin tietoa, jota voidaan yleisesti soveltaa lajin kehittämiseen ja valmennukseen. Etenemisen tutkimusta jatkettaessa olisi hyvä pitää mukana etenemismäärien ja pesälläoloaikojen mittaaminen lisätiedon saamiseksi, mutta erityisen tärkeää olisi eritellä näistä kärkkymisen osuus ja vaikutus kuormittumiseen. Toisekseen tutkimusta tulisi tehdä todellisissa olosuhteissa eli ulkokentällä virallisissa sarjaotteluissa, mitä vielä ei ole tehty lainkaan lukuunottamatta tutkimuksia etenemisestä ja ulkopelisuorituksista, jotka on voitu tehdä videonauhoilta. Tutkimustyö on kuitenkin ollut hyvä aloittaa halliolosuhteissa, jossa olosuhteet on vakioitu ja käytännön työ on täten helpompaa.

Lajianalyysin tutkimustyötä tulisi syventää pala kerrallaan ja edetä pikkuhiljaa aihealueesta toiseen. Tässä tutkimuksessa tutkittiin kärkietenijää, joukkueen pääetenijää, joita usein on joukkueessa varsinaisesti vain yksi tai kaksi. Täten tutkimus kohdistuu 12 pelaajan joukkuelajissa vain murto-osaan ja olisikin hyvä laajentaa kuormittavuuden tutkimista muissa rooleissa pelaaviin, mutta kärkietenijästä olisi hyvä saada ensin kattava lajianalyysi.

## LÄHTEET

- Ahola, A. 2003. Pelaajan sisäpeliroolin vaikutus etenemiseen naisten superpesiksessä. Lajinkehittämistyö, Pesäpallon lajivalmentajatutkinto PLVT. Suomen Pesäpalloliitto ry.
- Capranica, L., Tessitore, A., Guidetti, L. ja Figura, F. 2001. Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. *Journal of Sports Sciences* 19, 379-384.
- Coutts, A., Reaburn, P. ja Abt, G. 2003. Heart rate, blood lactate concentration and estimated energy expenditure in a semi-professional rugby league team during a match: a case study. *Journal of Sports Sciences* 21, 97-103.
- Deutsch, M.U., Maw, G.J., Jenkins, D. & Reaburn, P. 1998. Heart rate, blood lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union players during competition. *Journal of Sports Sciences* 16, 561-570.
- Durnin, J.V.G.A. & Womersley, J. 1974. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition* 32, 77- 97.
- Guyton, A.C. & Hall, J.E. 2000. *Textbook of Medical Physiology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania, USA. 346-362, 463-472.
- Hannon, J.C. ja Pellett, T.L. 1998. Comparison of heart-rate intensity and duration between sport games and traditional cardiovascular activities. *Perceptual and Motor Skills*, 87, 1453-1454.
- Helin, P., Oikarinen, E. & Rehunen, S. 1982. *Nopeusvalmennus*. Valmennuskirjat Oy, Vaasa.
- Honkalehto, E. (koonnut) *A-valmentajatutkinto, I-osa. Pesäpallon fyysinen valmennus*. Suomen Pesäpalloliitto ry.
- Karjanlahti, J. 2003. Roolin vaikutus etenemiseen miesten superpesiksessä. Lajinkehittämistyö, Pesäpallon lajivalmentajatutkinto PLVT. Suomen Pesäpalloliitto ry.
- Karma, K. & Komulainen, E. 1984. *Käyttäytymistieteiden tilastomenetelmien jatkokurssi*. Gaudeamus. Mäntän Kirjapaino Oy, Mänttä.
- Kuntotestauksen perusteet. 1999. Liikuntalääketieteen ja testaustoiminnan edistämisyhdistys Liite ry, Helsinki, 174-178.

- Kuosmanen, M. 2001. Pesäpallossa tarvittava nopeuskestävyys. Lajinkehittämistyö, Pesäpallon lajivalmentajatutkinto, PLVT. Suomen Pesäpalloliitto ry.
- Linja, T. 2003. Pesäpalloilijoiden testituloksia. Kuortaneen urheiluopisto.
- Luhtanen, P., Nieminen, K., Helimäki, E., Westerlund, E. & Mäkinen, P. 1986. Joukkuepelien määrällinen ja laadullinen analysointi tietokoneella. Jyväskylän yliopisto, liikuntakasvatuksen laitos, Jyväskylä, 14-19.
- Luhtanen, P. 1989. Lajianalyysi. Teoksessa Suomalainen valmennusoppi. Harjoittelu. Toimittanut Kantola, H. Suomen Olympiakomitea, Jyväskylä.
- Luhtanen, P. 1996. Jalkapallovalmennus. Suomen Palloliitto r.y., Forssa.
- McArdle, W.D., Katch, F.I. & Katch, V.L. 2001. Exercise physiology, Energy, Nutrition and Human Performance. Williams & Wilkins, USA.
- Mero, A. 1997. Nopeus. Teoksessa Nykyaikainen urheiluvalmennus. Toimittanut Mero, A. Mero Oy, Jyväskylä.
- Mero, A. 2004. Luentomateriaalia. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.
- Mero, A., Peltola, E. & Saarela, J. 1987. Nopeus- ja nopeuskestävyys harjoittelu. Mero Oy, Jyväskylä.
- Mero, A., Vuorimaa, T. & Häkkinen, K. 1990. Lasten ja nuorten harjoittelu. Mero Oy, Jyväskylä.
- Nummela, A. 1997a. Energia-aineenvaihdunta. Teoksessa nykyaikainen urheiluvalmennus. Mero Oy, Jyväskylä.
- Nummela, A. 1997b. Nopeuskestävyys. Teoksessa Nykyaikainen urheiluvalmennus. Mero Oy, Jyväskylä.
- Nummela, A., Mero, A. & Keskinen, K. 1997 Valmennukseen liittyvä testaustoiminta. Teoksessa Nykyaikainen urheiluvalmennus. Mero Oy, Jyväskylä.
- Ojanperä, R. 2003. Koskenkorvan Urheilijoiden miesten superpesisjoukkueen etenemiskestävyystestin tulokset.
- Pesäpallon säännöt. 2003. Suomen Pesäpalloliitto ry.
- Pesäpallovalmennuksen ohjelmointi. B-lajiosa. Suomen Pesäpalloliitto ry.
- Pitkänen, E. 2002. Roolin vaikutus etenemiseen miesten pesäpallossa. Lajinkehittämistyö, Pesäpallon lajivalmentajatutkinto PLVT. Suomen Pesäpalloliitto ry.
- Potteiger, J.A., Blessing, D.L. ja Wilson, D. 1992. The Physiological Responses to a Single Game of Baseball Pitching. Journal of Applied Sport Science Research 1, 11-18.

Rusko, H. 1989. Fysiologian ja energianmuodostuksen perusteet. Teoksessa

Suomalainen valmennusoppi. Harjoittelu. Suomen Olympiakomitea, Jyväskylä.

Viitasalo, J. 1993. Lajianalyysi on osa valmennusta. Liikunta ja tiede 3/93, 4-10.

Viljaranta, O. 2001. Pesäpallon lajivalmentajatutkinto PLVT. Koulutusmateriaalia.

Suomen Pesäpalloliitto ry.

Wilmore, J.H. ja Costill, D.L. 1994. Physiology of Sport and and Exercise. Champaign,

IL: Human Kinetics.

Åstrand, P-O. ja Rodahl, K. 1977. Textbook of Work Physiology, Physiological bases

of exercise. R.R. Donnelly & Sons Company, USA.