

**LAKTAATTI- JA SYKEVASTE KILPAILUVAUHTISESSA
SPRINTTISUUNNISTUSSUORITUKSESSA**

Minna Truhponen

Kandidaatin tutkielma

Valmennus- ja testausoppi

Kevät 2010

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaaja: Taija Juutinen

TIIVISTELMÄ

Truhponen, Minna. 2010. Laktaatti- ja sykevaste kilpailuvauhtisessa sprinttisuunnistussuorituksessa. Valmennus- ja testausoppi, Kandidaatin tutkielma. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, 39 s.

Sprinttisuunnistus on suunnistuksen alalaji, jonka tavoitteena on täysivauhtinen lyhyt ja vaativa suunnistuskilpailu ensisijaisesti kulttuuriympäristöjä hyväksi käyttäen. Sprinttisuunnistus on varsin uusi laji eikä sitä ole juuri tutkittu. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella sprinttisuunnistuksen fysiologisia vasteita sykkeen ja laktaatin osalta, sekä verrata niitä muihin suunnistusmatkoihin. Lisäksi arvoja verrattiin henkilöiden omiin, tiedossa oleviin anaerobisiin kynnyсарvoihin. Mittaukset suoritettiin kahden sprinttisuunnistuskilpailun aikana Italiassa keväällä 2010. Tutkimukseen osallistui yhteensä 27 maa-joukkueurheilijaa kolmesta eri maasta, joista analysoitiin 20 urheilijan suoritukset (ikä = $26,0 \pm 5,0$ vuotta, pituus = $174,1 \pm 9,3$ cm, paino = $61,4 \pm 8,5$ kg). Tutkittavista 11 oli naisia ja 9 miehiä. He osallistuivat 1-2 kilpailuun ja käyttivät sykemittaria kilpailujen ajan. Laktaatti mitattiin välittömästi maaliintulon jälkeen. Sykkeistä analysoitiin suorituksen aikaiset maksimi- ja keskisykkeet, sekä niiden suhteellinen osuus henkilökohtaisista maksimi- ja anaerobisista kynnyсарvoista. Analyysit tehtiin SPSS:n avulla ja tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin $p < 0,05$. Urheilijat käyttivät aikaa suoritukseen keskimäärin 16 minuuttia ja 31 sekuntia. Suorituksen ohjeellinen kesto (12 -15 min) ylittyi merkitsevästi miehillä ensimmäisessä ($16,19 \pm 0,6$ min) ja naisilla toisessa ($18,35 \pm 1,7$ min) kilpailussa ($p=0,000$). Keskimääräinen laktaatti maalintulon jälkeen oli $7,0 \pm 2,0$ mmol/l, eli merkitsevästi yli anaerobisen kynnyksen ($p=0,000$), ja samoin kuin normaali- ja pikamatkalla mitattujen arvojen. Ensimmäisessä kilpailussa laktaatti oli keskimäärin $7,5 \pm 1,6$ mmol ja toisessa $6,5 \pm 2,3$ mmol/l. Maksimisyke suorituksen aikana oli $184 \pm 7,6$ lyöntiä/min ja keskisyke $170 \pm 10,8$ lyöntiä/min. Keskisyke oli $97 \pm 5,5$ % anaerobisesta kynnyssykkeestä eli tilastollisesti merkitsevästi alle kynnyksen ($p=0,005$). Ensimmäisessä kilpailussa keskisyke oli $98 \pm 3,9$ % ja toisessa $96 \pm 6,9$ % anaerobisesta kynnyssykkeestä. Kilpailujen välillä ei kuitenkaan ollut merkitseviä eroja sykkeissä tai laktaateissa. Laktaatit käyttäytyivät oletetulla tavalla kilpailuvauhtisessa sprinttisuunnistussuorituksessa. Sykkeet sen sijaan olivat oletettua matalammat. Keskiarvosykkeet mitattiin lähtöhetkestä maaliintuloon saakka. Tämä voi hieman vääristää syketuloksia, sillä kestää muutaman minuutin ennen kuin syke saavuttaa tasanteen suorituksen vaatimalle tasolle. Lyhyessä suorituksessa tämäkin saattaa vaikuttaa merkitsevästi. Tutkimus tehtiin harjoitusleirillä sellaiseen harjoituskauden aikaan, jolloin harjoitusmäärät ovat lähes maksimissaan. Urheilijat eivät välttämättä ole saaneet itsestään kaikkea irti, mikä saattaa vääristää niin syke- kuin laktaattiarvojakin. Lisäksi suoritusten välillä oli eroa kilpailujen välillä, mihin voi oleellisesti vaikuttaa harjoitusleiri ja melko suuret harjoitusmäärät kilpailujen välillä. Kokonaisuudessaan lajista tiedetään vielä varsin vähän ja lisätutkimuksia tarvitaan.

Avainsanat: Sprinttisuunnistus, suunnistus, syke, laktaatti

ABSTRACT

Truhponen, Minna. 2010. Heart rate and lactate in competitive sprint orienteering. Coaching and fitness testing, Bachelor thesis. Department of Sportbiology, University of Jyväskylä, 39 p.

Sprint orienteering is one distance in orienteering. The aim of the sprint orienteering is to be full speed, short and demanding orienteering in a culture environment (ie. in parks and the forests of build-up areas). Sprint is quite new orienteering event and it has not been much studied. Recent studies about short and normal distances have reported quite high blood lactate concentrations and mean heart rates. The aim of this investigation was to examine what kind the physiological demands are required in competitive sprint orienteering and compare these results to values, which have been reported from other distances. Heart rate and blood lactate values were also compared to the individual anaerobic threshold (OBLA) values. The investigation was accomplished in Italy during two different sprint orienteering competition. 27 subjects (15 females and 12 males), who were members of the National Orienteering Team from three different countries, participated to this study. Analysis was completed for 20 (11 females and 9 males) subjects. They participated in one or two competitions wearing heart rate monitor during the competitions. Blood lactate concentrations were measured immediately after the performances. Maximal and mean heart rates were analysed and compared to the individuals maximum and to values at anaerobic threshold heart rates. Analyses were done with SPSS, and the level of the significance was set at $p < 0.05$. The mean time in the competitions was 16 minutes and 31 seconds. The competition time was significantly longer than the guideline time (12 – 15 min) in men in the first competition ($16.19 \pm 0,6$ min) and in women in the second competition ($18.35 \pm 1,7$) ($p=0.000$). The mean blood lactate ($7,0 \pm 2,0$ mmol/l) was significantly above the blood lactate on anaerobic threshold ($p=0.000$). The blood lactate was also significantly higher ($p=0.000$) than have been reported after the short and normal distances. In the first competition the blood lactate was on average $7,5 \pm 1,6$ mmol and in the second $6,5 \pm 2,3$ mmol/l . Maximal heart rate was $184 \pm 7,6$ bts/min and mean heart rate $170 \pm 5,5$ bts/min. Mean heart rate being 97 % of the anaerobic threshold was significantly lower than threshold ($p=0.005$). In the first competition was mean heart rate $98 \pm 3,9$ % and in the second $96 \pm 6,9$ % from the heart rate of the the anaerobic threshold. There were no significant differences the heart rates or blood lactates between the two competition. Lactate levels were similar to that expected but the heart rates were lower. Mean heart rates were measured from the start to the finish line. This may distort the results a little because it takes a couple of minutes before the heart rate will reach the steady state. In the short performance even 2-3 min can affect the results significantly. Furthermore the investigation was done in a training camp during the season when the training volume is near maximal, thus it is possible that athletes have not achieved their best performance in this season. This can affect both heart rate and blood lactate values.

Key words: sprint orienteering, orienteering, heart rate, blood lactate

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

| | |
|--|----|
| 1 JOHDANTO | 5 |
| 2 SUUNNISTUKSEN FYYSISET VAATIMUKSET | 6 |
| 2.1 Suunnistusjuoksun fysiologia | 6 |
| 2.1.1 Energiantuotto | 6 |
| 2.1.2 Syke..... | 7 |
| 2.1.3 Laktaatti..... | 8 |
| 2.2 Suunnistusjuoksun biomekaniikka..... | 8 |
| 3 SUUNNISTUKSEN PSYKKISET JA TAIDOLLISET VAATIMUKSET | 9 |
| 4 SPRINTTISUUNNISTUKSEN OMINAISPIIRTEET..... | 11 |
| 4.1 Sprinttisuunnistuksen fysiologia ja biomekaniikka | 11 |
| 4.2 Sprinttisuunnistuksen psyykkiset ja taidolliset vaatimukset..... | 13 |
| 5 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT | 15 |
| 6 MENETELMÄT | 16 |
| 6.1 Koehenkilöt | 16 |
| 6.2 Testausasetelma..... | 16 |
| 6.3 Sprinttisuunnistustestit | 17 |
| 6.4 Analyysit | 19 |
| 7 TULOKSET | 20 |
| 8 POHDINTA | 22 |
| 9 YHTEENVETO | 26 |
| KIITOKSET | 27 |
| LÄHTEET..... | 28 |
| LIITTEET | 31 |

1 JOHDANTO

Suunnistus on laji, jonka tarkoituksena on kulkea lähdöstä maaliin radalle merkittyjen ja maastoon sijoitettujen rastipisteiden kautta. Lajissa yhdistyvät fyysiset ominaisuudet sekä ajattelutaito ja keskittymiskyky. (Suomen suunnistusliitto, suunnistuksen määritelmä.) Suunnistuskilpailun maasto voi koostua esimerkiksi puistoista, metsistä, nummista, soista, mäistä ja avoimista alueista (Bird ym. 1993). Suorituksen kesto vaihtelee yleensä metsäsuunnistuksessa 20 ja 180 minuutin välillä (Suomen suunnistusliitto, Suunnistuksen lajisäännöt 19.41 – 19.44).

Sprinttisuunnistus on suunnistuksen alalaji. Muita alalajeja ovat keskimatka, pitkä matka, viesti ja yösuunnistus. Suomen Suunnistusliiton määritelmän mukaan sprinttisuunnistuksen tavoitteena on täysivauhtinen lyhyt ja vaativa suunnistuskilpailu ensisijaisesti kulttuuriympäristössä (puistot, ulkoilualueet, taajamien lähimetsät) yhdistäen ultralyhyen ja puistosuunnistuksen ominaisuuksia. (Suomen suunnistusliitto, sprinttisuunnistuksen määritelmä.) Suorituksen kestoksi on määritelty 8 -16 minuuttia, pääsarjaikäisillä (21 - 35 –vuotiaat) 12 -15 minuuttia (Suomen suunnistusliitto, Suunnistuksen lajisäännöt 19.41 -19.45). Suorituksen kestoksi määritellään kilpailijoiden lukumäärästä riippuen muutaman ensimmäisen kilpailijan keskiarvoaika.

Sprinttisuunnistus on varsin uusi laji, eikä sitä ole vielä juurikaan tutkittu (Nikulainen & Eriksson 2008, 13). Ei ole täysin selvää, mitä biomekaanisia ja fysiologisia vaatimuksia sprintti lyhyine kestoineen, runsaine jarrutuksineen ja kiihdytyksineen sekä jyrkkine käänöksineen elimistölle asettaa. Harjoittelu ei tosin ainakaan vielä eroa pitempien suunnistussuoritusten harjoittelusta, koska laji on varsin uusi ja suorituksen kesto on selvästi pidempi kuin monen muun lajin sprinttisuorituksissa. Suunnistusteknisesti helpolla maastolla tarkoitetaan maastoa, jossa suunnistustehtävät sijoittuvat lähinnä rastiväleillä. Tällaisia ovat esimerkiksi puisto- ja korttelimaastot. Suunnistusteknisesti vaikeat maastot ovat sen sijaan metsämaastoja, joissa rastipisteet ovat vaikeita.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella lyhyen sprinttisuunnistuksen fysiologisia vaatimuksia sykkeiden ja laktaatin avulla, sekä verrata niitä muihin suunnistus-

matkoihin. Sprinttisuunnistussuorituksen kesto on melko lähellä 5000 metrin ratajuoksuosuoritusta (Nikulainen & Eriksson 2008, 13), joten tutkimuksessa tarkastellaan myös joitakin kyseisen ratajuoksumatkan fysiologisia vaatimuksia.

2 SUUNNISTUKSEN FYYSISET VAATIMUKSET

Suunnistuksen kilpailusuorituksen perusominaisuudet ovat fyysinen, suunnistustaidollinen ja psyykinen osa-alue. Suorituksen onnistumiseksi kaikkien osa-alueiden on oltava riittävää tasoa. Perusominaisuuksien fyysistä osa-aluetta voidaan kutsua myös suunnistusjuoksuksi, jonka tekijöitä ovat kestävyys, voima, nopeus, liikelaajuudet, ketteryys ja koordinaatio. Kaikkia nämä ovat tarpeellisia suunnistusjuoksussa, joskin tärkeimpiä ovat kestävyys, voima ja suunnistusjuoksu tekniikka. Hyvä suunnistusjuoksu kyky tarkoittaa kykyä juosta kovaa maastossa koko kilpailusuorituksen ajan. (Kärkkäinen & Pääkkönen 1986, 11 - 12.)

2.1 Suunnistusjuoksun fysiologia

2.1.1 Energiantuotto

Tärkein energianmuodostustapa pitkäkestoisissa suorituksissa, kuten suunnistuksessa, on aerobinen energiantuotto (Kärkkäinen & Pääkkönen 1986, 21). Maksimaalista aerobista energiantuottokykyä kuvaa maksimaalinen hapenkulutus, VO_{2max} (Mero ym 2007, 105), joka on huippusuunnistajilla miehillä keskimäärin 70 - 80 ml/kg/min ja naisilla 60 - 65 ml/kg/min. Huippusuunnistajien maksimaalisen hapenkulutuksen arvot ovat samaa luokkaa kuin muidenkin kestävyyslajien urheilijoilla. (mm. Rolf ym. 1997; Smekal ym. 2003; Gjerset ym. 1997.) Rolf ym. (1997) tosin totesivat, että menestyneimmillä suunnistajilla VO_{2max} ei välttämättä ole paras kuvaaja suunnistussuoritukselle, vaan juoksun aerobinen taloudellisuus näyttää korreloivan paremmin suorituskyvyn kanssa. Suunnistussuorituksen aikainen hapenkulutus on hieman matalampi kuin hapenkulutus anaerobisella kynnyksellä, eli miehillä noin 55 - 60 ml/kg/min. Tämä vastaa noin 95 % hapenkulutuksesta anaerobisella kynnyksellä ja noin 83 % VO_{2max} :sta. (Smekal ym. 2003.)

Suunnistussuorituksen aikainen juoksuvauhti vaihtelee eliittisuunnistajilla kolmen ja kymmenen minuutin kilometrivauhdin välillä (Rolf ym. 1997). Rasteilla käynnin takia suunnistuksessa tulee paljon jarrutuksia, kiihdytyksiä ja suunnanmuutoksia, jotka kaikki osaltaan vaikuttavat energiantuoton vaatimukseen (Smekal ym. 2003). Tämän vuoksi kilpailuvauhtisessa suunnistussuorituksessa tarvitaan myös anaerobista energiantuottoa (Rolf ym. 1997), jonka osuus mahdollisesti kasvaa kilpailumatkan lyhentyessä (Gjerset ym. 1997).

Metsäsuunnistus vaatii lihaskestävyyttä, sillä suoritus tapahtuu vaihtelevassa ja yleensä mäkisessä maastossa (Nikulainen & Eriksson 2008, 16; Jensen ym. 1999). Tämä lisää hapenkulutusta 26 - 72 % verrattuna tiejuoksuun riippuen maastopohjasta ja nousukulmasta (Creagh & Reilly 1997). Taloudellisuus siis huononee metsäjuoksussa verrattuna tiejuoksuun, mutta tämä huonontuminen on pienempää suunnistajilla kuin ratajuoksijoilla muun muassa harjoitustaustasta johtuen (Jensen ym. 1999). Suunnistussuoritus saattaa sisältää pitkiäkin yhtäjaksoisia juoksuosuuksia, jolloin on olemassa riski lihasten glykogeenivarastojen tyhjenemiseen suorituksen aikana. Tämä on mahdollista varsinkin pitkällä matkalla, kun suorituksen kesto on 60 - 120 minuuttia. (Nikulainen & Eriksson 2008, 16 - 17.)

2.1.2 Syke

Suunnistussuorituksen aikainen keskisyke on keskimäärin yli 90 % laskennallisesta maksimisykkeestä tunnin kestävän suorituksen aikana (mm. Bird ym. 2003a). Suunnistuksen aikainen syke on matalampi kuin ratajuoksun aikainen syke. Tähän kuitenkin vaikuttaa suorituksen kesto, joka kyseisessä tutkimuksessa oli huomattavasti lyhyempi ratajuoksussa kuin suunnistuksessa. Joka tapauksessa suunnistuksen aikainen sykevaih-telu on huomattavasti suurempaa kuin rata- tai maastajuoksun aikana, mikä johtuu muun muassa rasteilla tapahtuvasta juoksuvauhdin hiljentämisestä. (Greagh ym. 1998.)

Suorituksen aikainen keskisyke keskimatkalla (20 - 30 min) on 1 - 2 % korkeampi kuin suorassa mattotestissä mitattu anaerobisen kynnyksen syke (Gjerset ym. 1997). Pitkällä matkalla syke sen sijaan on 1 - 2 % alle anaerobisen kynnyksen (Moser ym. 1995). Eroja löytyy myös suunnistusteknisesti erilaisista maastoista. Teknisesti helppossa maastossa

keskisyke on selvästi korkeampi kuin teknisesti vaikeissa maastoissa, ja voi nousta jopa yli 93 %:iin maksimisykkeestä. (Bird ym. 2003a; Bird ym. 2003b)

2.1.3 Laktaatti

Teknisesti vaikeassa maastossa (metsämaastossa) on laktaatti 30 - 60 minuutin suorituksen jälkeen 4 - 5 mmol/l (Smekal ym. 2003; Bird ym. 2002; Moser ym. 1995; Taini 2005). Moser ym. (1995) mittasivat, että normaalimatalla laktaatti oli keskimäärin 4,1 mmol/l, ja Gjerset ym. (1997) saivat pikamatkan keskiarvolaktaatiksi 3,8 mmol/l. Teknisesti helppossa maastossa laktaatti saattaa kohota suorituksen aikana jopa yli 6 mmol/l (Bird ym. 2002). Nämä laktaattilukemat ovat selvästi yli mattotestissä mitatun anaerobisen kynnyksen (mm. Smekal ym. 2003; Moser ym. 1995). Kyseinen ero on samaa luokkaa sekä pitkällä että keskimatalla: noin 45 - 65 % korkeampi kuin anaerobisen kynnyksen laktaatti (Moser ym. 1995; Gjerset ym. 1997). Keskimatalla intensiteetti on kokonaisuudessaan kuitenkin korkeampi kuin pitkällä matkalla varsinkin miehillä verrattaessa sekä laktaattia että sykettä (Gjerset ym. 1997).

Laktaatin muodostusta tarkastellessa suunnistuksen on todettu olevan tehollisesti lähempänä lyhyehköjä matkoja (2500 - 5000m), kun suoritus tapahtuu raskaassa maastossa (Ranucci ym. 1986). Tällaisissa maastoissa laktaatti nousee korkeammaksi kuin helppossa maastossa ja aiheuttaa näin ollen suuremman fysiologisen stressitilan (Dresel 1985). Sen sijaan hyvässä ja kovavauhtisessa maastossa tapahtuva suunnistus näyttäisi vastaavan tehollisesti pidempiä kestävyysjuoksumatkoja (Ranucci ym. 1986).

2.2 Suunnistusjuoksun biomekaniikka

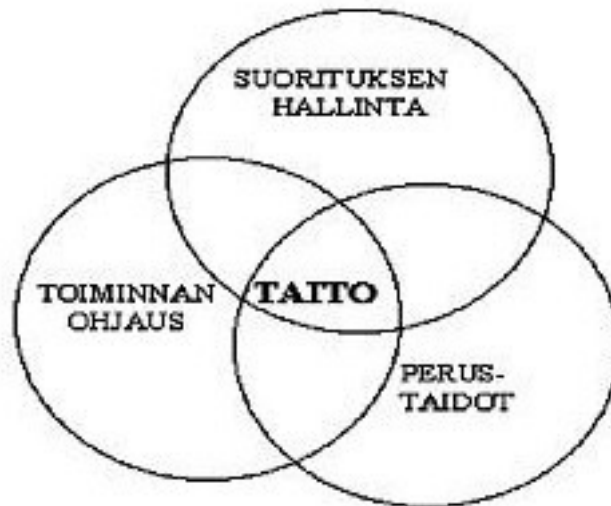
Suunnistuksen biomekaanisia vaatimuksia on tutkittu varsin vähän. Askelkontaktin kesto vaihtelee suunnistusjuoksussa 200 – 270 ms välillä (Ikonen 2006). Kontaktiaika siis on pidempi juostessa hyvin pehmeällä ja joustavalla alustalla verrattuna kovapohjaiseen rataaan. Samoin askelpituus kasvaa. (Greagh & Reilly 1997.) Kontaktiajan vaihtelu voi maastossa kasvaa jopa 2,5 –kertaiseksi verrattuna tiejuoksuun (Ikonen 2006).

Varsinaisen pikajuoksunopeuden merkitys suunnistajalle on vähäinen, joskin suunnistajan tulee pystyä hetkellisiin asentoa korjaaviin liikkeisiin nopeasti (Kärkkäinen & Pääkkönen 1986). Maastossa nopeuden lisääminen tapahtuu askelpituutta lisäämällä, kun tavallisessa juoksussa myös askeltiheyttä kasvatetaan. Juostessa tietyllä submaksimaalisella nopeudella metsässä askelpituus on 5 - 15 cm pidempi ja askeltiheys pienempi kuin tiejuoksussa samalla nopeudella. (Ikonen 2006.)

3 SUUNNISTUKSEN PSYKKISET JA TAIDOLLISET VAATIMUKSET

Suunnistuskilpailu tapahtuu yleensä metsämaastossa. Suunnistamiseen käytetään suunnistuskarttaa, joka on ihmisen tekemä pienennetty kuvaus maastosta ylhäältä päin. Sen avulla pyritään kuvaamaan yksittäisten kohteiden lisäksi maaston muotoja ja kasvillisuutta. (Eccles ym. 2002, Suomen suunnistusliitto, suunnistuskartan sisältö.) Kartan tietojen avulla suunnistajan tulee valita reittinsä ja kiertää rastit numerojärjestyksessä. Tarkoituksena on löytää nopein reitinvalinta ja toteuttaa se mahdollisimman hyvin. Suunnistajan tulee pystyä löytämään lyhyillä kartan vilkaisuilla omille suunnistustaidoilleen sopivat ja reitille oleelliset kohteet rastiväliltä. (Eccles ym. 2002.)

Suunnistustaidot. Suunnistustaidot ovat keinoja, jotka suunnistajalla on suorituksen aikana käytössään. Näitä taitoja ovat mm. kartanluku, kompassin käyttö, vauhdin säätely ja matkan arviointi. (Kärkkäinen & Pääkkönen 1986, 11.) Suunnistustaito koostuu kolmesta päätekijästä: perustaidoista, toiminnan ohjauksesta ja suorituksen hallinnasta (kuva 1). Perustaitoja ovat muun muassa kartanluku ja kompassin käyttö. Perustaidot ovat suunnistustaidon perusta ja niistä alkaa suunnistuksen opettelu. Toiminnan ohjausta ovat sisäiset ajatusmallit, jotka ohjaavat toimintaa. Tämä tapahtuu perustaitojen oppimisen myötä eli toisin sanoen perustoimintamallit automatisoituvat. Suorituksen hallintaa taas ovat oman ajattelun tunteminen, kontrollointi ja analysointi. Suorituksen hallintaan kuuluvat muun muassa suunnistajan itseluottamus, persoonallisuus, keskittyminen ja motiivit. Yhdessä perustaidot, toiminnan ohjaus ja suorituksen hallinta luovat suunnistustaidon. (Nikulainen ym. 1995, 1-1, 3-40, 4-32, 5-1.)



KUVA 1. Suunnistustaidon määritelmä (Nikulainen ym. 1995, 1-2)

Psyykkiset ominaisuudet. Fyysisen rasituksen aikana suunnistajan on kyettävä jatkuvasti havainnoimaan karttaa ja ympäristöä. Saavuttaakseen hyvän lopputuloksen suunnistajan on pystyttävä keskittymään, rentoutumaan ja luomaan mielikuvia tulevista tilanteista koko suorituksen ajan. Suunnistajan pitää siis pystyä säätelemään etenemisvauhtiaan taitojensa mukaisesti sekä kyettävä sulkemaan mielestään fyysinen väsymys ja keskittymään täydellisesti vain suunnistusajatteluun. (Kärkkäinen & Pääkkönen 1986, 55, 75, 77.)

Suunnistustehtäviin kuluva aika. Suunnistustehtäviin kuluu aikaa noin 11 - 12 % suorituksen kokonaisajasta pitkällä matkalla ja keskimatkalla hieman enemmän (noin 14 %). Ero pitkän ja keskimatkan välillä johtuu siitä, että keskimatkalla rastivälit ovat lyhyempiä, suunnanmuutoksia on enemmän ja rastipisteet ovat vaikeampia kuin pitkällä matkalla. (Moser ym. 1995; Gjerset ym. 1997.) Eroja on myös naisten ja miesten, samoin kuin kokeneiden ja kokemattomien suunnistajienkin välillä (Moser ym. 1995; Gjerset ym. 1997; Eccles ym. 2006). Naiset käyttävät suhteellisesti enemmän aikaa suunnistustehtäviin kuin miehet, kun verrataan virheetöntä suunnistusaikaa maastotestiradan aikaan. Samoin nuoret käyttävät enemmän aikaa suunnistustehtäviin kuin aikuiset. (Moser ym. 1995; Gjerset ym. 1997.) Sekä kokeneet että kokemattomat suunnistajat käyttävät saman verran aikaa kartan lukuun suhteessa suoritusajanaan, mutta kokeneilla suunnistajilla kokonaisaika on huomattavasti pienempi kuin kokemattomilla, jolloin suunnistustehtäviin kuluva absoluuttinen aika on pienempi (Eccles ym. 2006).

Suunnistustehtäviä, joihin aikaa kuluu, ovat muun muassa kartanluku ja reitinvalinnat. Lisäksi aikaa kuluu puhtaimman linjan hakemiseen reitinvalinnalle. (Gjerset ym. 1997.) Kokeneet suunnistajat pystyvät lukemaan karttaa liikkeessä ja hahmottamaan oleelliset asiat, muun muassa reitinvalinnat ja oleelliset kohteet, huomattavasti nopeammin kuin kokemattomat. Tästä syystä kokeneilla suunnistajilla suunnistustehtäviin kuluu aikaa kokonaisuudessaan vähemmän kuin kokemattomilla suunnistajilla. (Eccles ym. 2006.)

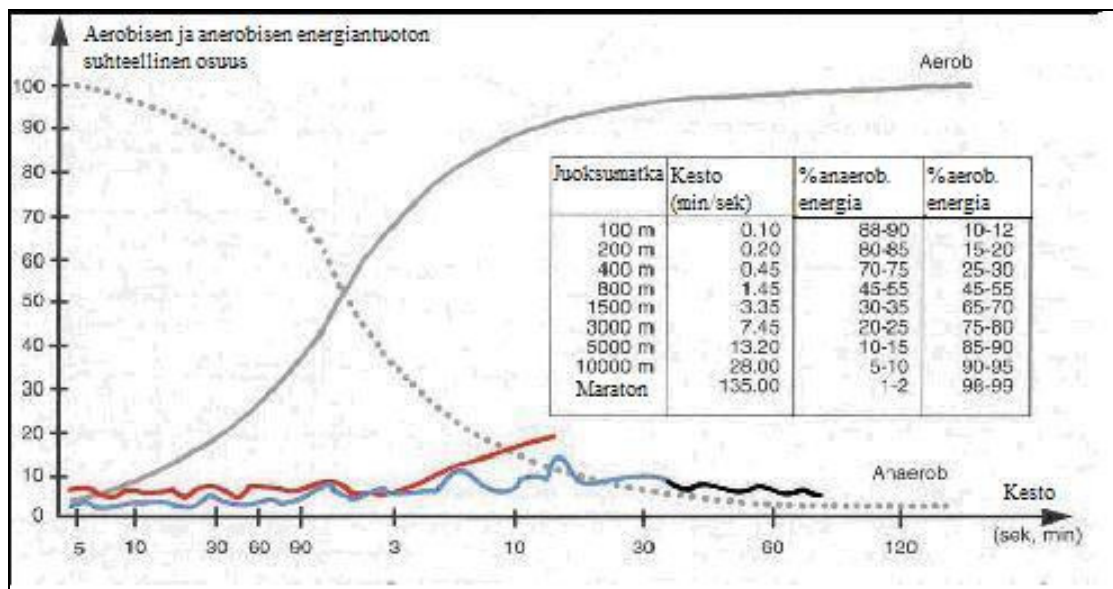
4 SPRINTTISUUNNISTUKSEN OMINAISPIIRTEET

Sprinttisuunnistus oli ensimmäistä kertaa mukana maailmanmestaruuskisojen ohjelmassa vuonna 2001 Tampereella. Tuolloin lajiin alettiin kiinnittää enemmän huomiota ja aloitettiin muun muassa sprinttikartan kuvausohjeiden laatiminen. (Suomen suunnistusliitto, sprinttisuunnistuskartta.) Sprinttisuunnistuskartta eroaa tavallisesta suunnistuskartasta paitsi mittakaavansa, myös kuvausohjeidensa takia. Kartan tarkoitus on mahdollistaa vaativat ja yksityiskohtaiset suunnistustehtävät, sekä olla niin selkeälukuinen, että sitä on mahdollista lukea täydessä vauhdissa. (Suomen suunnistusliitto, Suunnistuksen lajisäännöt 12.13.) Sprinttisuunnistuksessa on kiellettyjä kohteita enemmän kuin tavallisessa suunnistuksessa. Sprinttisuunnistuskilpailussa karttaan merkittyä kulkuestettä tai kiellettyä aluetta ei saa käyttää kulkureittinään, ei ylittää, alittaa eikä mennä lävitse (Suomen suunnistusliitto, Suunnistuksen lajisäännöt 3.631). Lista sprinttisuunnistuksessa kielletyistä kohteista löytyy liitteestä 1.

4.1 Sprinttisuunnistuksen fysiologia ja biomekaniikka

Energiantuotto. Sprinttisuunnistuksen kilpailun aikaista kuormittumista ei ole juurikaan tutkittu, mutta muissa saman kestoisissa kestävyysurheilulajeissa suorituksen intensiteetti on 90 - 95 % VO₂max:sta (Nikulainen & Eriksson 2008, 13). Sprinttisuunnistuksen tavoitteena on täysivauhtinen suunnistuskilpailu hyvässä juoksumaastossa (International Orienteering Federation, Foot Competition Rules 2009), jolloin juoksuvauhti parhailla suunnistajilla lähentelee kolmen minuutin kilometrivauhtia (Rolf ym. 1997). Täs-

tä syystä sprinttisuunnistuksen aikana tuotetaan energiaa hieman enemmän anaerobisesti kuin pitemmillä suunnistusmatkoilla, noin 12 - 15 % koko energiasta (kuva 2) (Nikulainen & Eriksson 2008, 14). Fysiologinen perusta on kuitenkin samankaltainen kuin muillakin suunnistusmatkoilla, sillä pääosa energiasta tuotetaan aerobisesti kilpailusuorituksen keston ylittäessä 2 minuuttia (Nikulainen & Eriksson 2008, 16).



KUVA 2. Aerobisen ja anaerobisen energiantuoton prosentuaalinen jakautuminen eri kilpailumatkoilla maksimaalisella intensiteetillä. Sprinttisuunnistuksessa (punainen käyrä), joka muistuttaa energiatuotollisesti 5000 m:n ratajuoksua, energiaa tuotetaan anaerobisesti noin 12 - 15 %. Vastaavat osuudet keskimatkalla (sininen viiva) n 10 - 12 % ja pitkällä matkalla (musta viiva) 6 - 8 %. (Mukaeltu Elitplanen. 13)

Sprinttisuunnistuksen aikaiset laktaatit ovat 5 - 15 mmol/l välillä suorituksen aikana. Erityisesti kaupunkisprinteissä laktaattitasot nousevat korkeiksi ja saattavat tietyiltä osin muistuttaa 5000 m:n ratajuoksusuoritusta. (Nikulainen & Eriksson 2008, 14.) 5000 m:n aikainen kilpailuvauhti vaihtelee noin 2.40 ja 3.00 minuutin kilometrivauhdin välillä. Näillä nopeuksilla juostessa suorituksen aikainen syke ja laktaatti nousevat yli anaerobisen kynnyksen arvojen (Mero ym. 2007, 343).

Voimantuotto. Sprinttisuunnistuskilpailussa rasteja on yleensä 15 - 20, ja jokaiselle rastille tulo vaatii jarrutuksen ja lähtö taas uuden kiihdytyksen. Kilpailumaaston ollessa yleensä kovavauhtista ja avointa maastoa, kiihdytykset ja jarrutukset ovat todella voimakkaita. Tämä vaatii suunnistajalta hyvää voimatasoa. Sprinttisuunnistuksessa vaaditaan enemmän räjähtävää voimaa kuin muilla suunnistusmatkoilla. Voimakkaammat

urheilijat pystyvät toimimaan tehokkaammin rasteilla, sillä he käyttävät jarrutuksiin ja kiihdytyksiin suhteellisesti pienempää voimaa kuin heikommät urheilijat. (Nikulainen & Eriksson 2008, 16.)

4.2 Sprinttisuunnistuksen psyykkiset ja taidolliset vaatimukset

Sprinttisuunnistuksen tavoitteena on helppossa maastossa tapahtuva täysivauhtinen kilpailu, jossa suunnistustehtävät sijoittuvat lähinnä rastiväleille rastipisteiden ollessa helppoja. Vastaavasti keskimatkan tavoitteena on nopeavauhtinen kilpailu vaihtelevassa maastossa, jossa reitinvalinnat ovat pieniä ja rastipisteet vaativia. Pitkän matkan tavoitteena sen sijaan on olla fyysisesti vaativassa maastossa paljon reitinvalintoja sisältävä kilpailu, jossa rastipisteiden vaikeus vaihtelee. (International orienteering federation, Orienteering Competition Rules 2009.)

Taidolliset vaatimukset. Sprinttisuunnistuksen taidollisia ominaispiirteitä ovat kova nopeus, johon yhdistyvät nopeat päätökset, reitinvalinnat, yksikertaiset rastipisteet, nopea juoksumaasto, pienet korkeuserot, suuret rastimäärät ja yleisöstä aiheutuva paine. (Nikulainen & Eriksson 2008, 23). Sprinttisuunnistuksessa pyritään yhdistämään puisto- ja metsäsuunnistuksen erityispiirteet niin, että reitinvalinnat ja niiden toteuttaminen ovat riittävän haastavia ja yksityiskohtaisia (Suomen suunnistusliitto, Suunnistuksen lajisäännöt 7.32). Radan tulee olla sellainen, että kilpailija pystyy ratkaisemaan suunnistustehtävät täydessä juoksuvauhdissa. Suunnistustehtävät ovat pääasiassa reitinvalintoja, sillä suunnistuksen vaativuus pyritään sijoittamaan rastiväleille, ei rastipaikkoihin (kuva 3). Rastipaikkojen tulee olla yksinkertaisia, jotta kilpailija voi päästä rastilipulle asti juoksuvauhdissa tapahtuvalla kartanluvulla. (Suomen suunnistusliitto, Sprinttisuunnistuksen määritelmä.)

Suunnistustehtävien sijoituessa rastiväleille on kyky valita ja toteuttaa parhaat reitit oleellisin osa suorituksen onnistumista. (International orienteering federation, Foot Orienteering Competition Rules 2009.) Oikean reitin valinta korostuu erityisesti pitkillä rastiväleillä (Kärkkäinen & Pääkkönen 1986, 52). Sprinttisuunnistuksessa usein myös lyhyillä rastiväleillä on useita reitinvalintavaihtoehtoja. Nämä valinnat ovat yleensä lähes yhtä nopeita, jolloin nopea päätöksenteko nousee merkittävimpään asemaan. Vaikka

aikaerot reitinvalinnoissa ovatkin pieniä, voivat ne olla ratkaisevia sillä erot tuloksissa mitataan usein sekunneissa. Erityisen pieniä erot ovat kaupunki- ja puistoympäristöissä käydyissä kilpailuissa (ks. liite 2).



KUVA 3. Erinomainen reitinvalintaväli sprinttisuunnistusradalla. Väli 12 - 13 tarjoaa kolme erilaista reitinvalintavaihtoehtoa ja useita kartanlukukohteita. Suunnistuksen avoimet Pohjoismaiden mestaruuskilpailut 2009, Sprintin miesten finaali, Salo, Suomi. (Mukaeltu, Österbö Kvaal Öystein -kotisivut 2010.)

Psyykkiset vaatimukset. Keskittymisen tulee olla täydellistä koko sprinttisuunnistussuorituksen ajan, sillä täydessä juoksuvauhdissa pitää pystyä ratkaisemaan myös suunnistustehtävät (International orienteering federation, Foot Orienteering Competition Rules 2009). Sprinttisuunnistuksen psyykkisiä ominaispiirteitä ovat lisäksi vaatimus nopeisiin päätöksiin ja yleisöstä johtuva paine. Suunnistus ei varsinaisesti ole mikään yleisölaji, mutta sprinttisuunnistuksen kautta sitä on pyritty tuomaan entistä enemmän yleisön nähtäville. Tämä tuo myös suunnistajille oman haasteensa, kun keskellä kilpailualuetta saattaa olla paljon yleisöä ja normaalia asutusta. Yleisöön ei ole metsäsuunnistuksessa

juurikaan totuttu. Ulkoiset tekijät, kuten yleisö, kuulutukset ja ohikulkijat, luovat kilpailijalle psyykkistä stressiä, jolloin hän ei välttämättä uskalla suunnistaa kunnolla vaan vain hyökkää ensimmäisille rasteille päin. Tällöin kilpailija saattaa päästä huonosti mukaan kilpailuun. (Nikulainen & Eriksson 2008, 23, 27.)

Leimaus. Sprinttisuunnistuksen haasteena on myös se, miten hyvin hallitsee rastityöskentelyn (rastille tulo, leimaus, rastilta lähtö). Lisäksi leimauksen pitää onnistua. Rastityöskentelyssä voi sprinttisuunnistuksessa helposti hävitä sekunnin jokaisella rastilla, joka tekee 20 rastin kilpailussa nopeasti 20 sekuntia. (Nikulainen & Eriksson 2008, 16.)

5 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESEIT

Tutkimuksen tarkoitus oli tarkastella kilpailuvauhtisen sprinttisuunnistussuorituksen aikaista keski- ja maksimisykettä sekä suorituksen jälkeistä laktaattia, ja verrata saatuja arvoja kirjallisuudessa aiemmin raportoituihin keski- ja normaalimatkan arvoihin. Lisäksi tarkoitus oli verrata sprinttisuunnistussuorituksen sykkeitä ja laktaatteja maksimi- ja anaerobisen kynnyksen sykkeisiin ja laktaatteihin.

Tutkimusongelma 1: Eroaako sprinttisuunnistuksen aikainen syke ja suorituksen jälkeinen laktaatti normaali- ja keskimatkan arvoista?

Hypoteesi 1: Sprinttisuunnistuksen aikainen syke ja post-laktaatti ovat korkeampia kuin normaali- tai keskimatkan aikaiset, kuten aikaisemmissa tutkimuksissa keskimatkalla verrattuna normaalimatkaan (mm. Moser ym. 1995; Gjerset ym. 1997; Bird ym. 2002) on todettu olevan. Näin siksi, että sprinttisuunnistussuoritus tapahtuu suunnistusteknisesti helppossa sekä juostavuudeltaan hyvässä ja kovavauhtisessa maastossa.

0-hypoteesi: Sprinttisuunnistussuorituksen aikainen laktaatti ja syke eivät eroa keski- ja normaalimatkan arvoista.

Tutkimusongelma 2: Ovatko syke ja laktaatti sprinttisuunnistuksen aikana korkeammat kuin anaerobisen kynnyksen syke ja laktaatti?

Hypoteesi 2: Sprinttisuunnistussuorituksen aikainen keskisyke ja suorituksen jälkeinen laktaatti ovat korkeampia kuin kenttättestissä anaerobisella kynnyksellä mitatut syke ja laktaatti, kuten aikaisemmat tutkimukset (mm. Gjerset ym. 1997) ovat osoittaneet keskimatkalla olevan.

0-hypoteesi: Sprinttisuunnistussuorituksen keskisyke ja laktaatti eivät ole korkeampia kuin anaerobisen kynnyksen syke ja laktaatti.

6 MENETELMÄT

6.1 Koehenkilöt

Koehenkilöt olivat Suomen, Sveitsin ja Italian suunnistusliittojen valmennusryhmien urheilijoita (lähinnä maajoukkueet). Kaiken kaikkiaan tutkimukseen mukaan suostui 27 koehenkilöä, joista 12 Suomesta, 12 Sveitsistä sekä kolme urheilijaa Italiasta. Tutkittavista naisia oli 15 ja miehiä 12. Taustatietoina urheilijoilta kysyttiin iän, pituuden ja painon lisäksi maksimisyke sekä syke anaerobisella kynnyksellä. Lisäksi tiedusteltiin, milloin ja miten (esimerkiksi tasotesti) edellä mainitut syketiedot oli mitattu (liite 3). Tulokset analysoitiin lopulta 20 koehenkilöltä, joilta saatiin sykedatat analysoitaviksi. Yhteensä heille kertyi suorituksia 31. Tutkittavien taustatiedot näkyvät taulukosta 1.

6.2 Testausasetelma

Tutkimus tehtiin kahden sprinttisuunnistuskilpailun aikana Italiassa helmi- maaliskuussa vuonna 2010. Ennen tutkimusta koehenkilöille lähetettiin kirje, jossa kerrottiin mitä tullaan mittaamaan ja mitä koehenkilöiltä odotetaan (liite 3). Koehenkilöitä pyydettiin kertomaan omat maksimi- ja anaerobisen kynnyksen sykkeensä, jotta tuloksia voitiin verrata niihin. Koehenkilöt osallistuivat 1 - 2 kilpailuun, jonka aikana heiltä mitattiin sykettä koko suorituksen ajalta (kuva 4). Kilpailun alkaessa koehenkilöt käynnistivät

harjoituksen tai ottivat väliajan, jotta tiedettiin tarkasti, milloin kilpailu alkoi. Maalissa he pysäyttivät harjoituksen tai ottivat uuden väliajan. Välittömästi maaliin tultua koehenkilöiltä mitattiin suorituksen jälkeinen laktaatti. Suorituksen jälkeen koehenkilöitä ohjeistettiin lisäksi piirtämään kulkemansa reitti karttoihinsa ja analysoimaan suoritustaan sekä arvioimaan virheisiin kulunutta aikaa. Kilpailun jälkeen koehenkilöiden tuli lähettää kilpailunaikaiset sykedatansa tutkijalle, tai ilmoittaa ainakin kilpailun aikainen maksimi- ja keskisykkeensä.

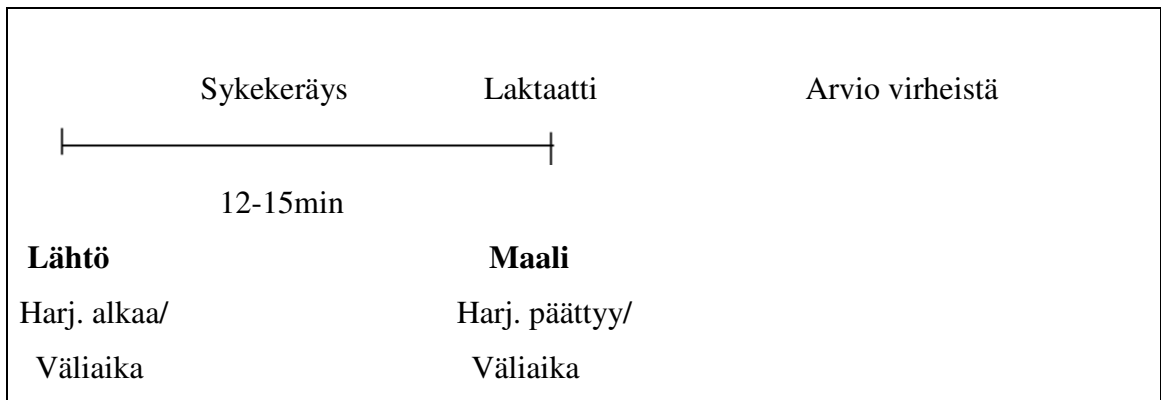
TAULUKKO 1. Tutkimukseen osallistuneiden taustatietoja: ikä, pituus, paino, maksimisyke (HR_{max}) ja anaerobisen kynnyksen syke (HR_{AT}). SD = keskihajonta, ruudun alin luku kertoo vaihteluvälin.

| | Ikä (vuotta) | Pituus (cm) | Paino (kg) | HR_{max} min^{-1} | HR_{AT} min^{-1} |
|------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Kaikki n = 20 | 26,0 SD = 5,0 20-41 | 174,1 SD = 9,3 159-195 | 61,4 SD = 8,5 51-80 | 190 SD = 6,7 178-202 | 175 SD = 6,9 163-189 |
| Naiset n = 11 | 26,9 SD = 5,3 21-41 | 167,1 SD = 4,4 159-172 | 54,9 SD = 2,7 51-58 | 191 SD = 6,5 178-197 | 176 SD = 7,3 163-186 |
| Miehet n = 9 | 24,9 SD = 4,6 20-34 | 182,6 SD = 5,7 175-195 | 69,3 SD = 5,8 61-80 | 190 SD = 7,2 180-202 | 174 SD = 6,7 167-189 |

6.3 Sprinttisuunnistustestit

Ensimmäinen sprinttisuunnistustesti tehtiin Italiassa järjestettävien Välimeren maiden avointen mestaruuskilpailujen (Mediterranean Open Championship, MOC) yhteydessä. 26. helmikuuta. Kilpailu oli kaupunkisprintti ja se juostiin iltakilpailuna Peschicinin kaupungissa Pohjois-Pugliassa. Kilpailu juostiin väliaikalähtönä lähtövälin ollessa 1 minuutti. Miehet ja naiset juoksivat samaan aikaan eri ratoja. Naisten radan pituus oli 1,9 km ja rasteja radalla oli 13. Miesten radan pituus oli 2,5 km ja rasteja radalla 17.

Kartta oli virallinen sprinttisuunnistuskartta, jonka mittakaava oli 1:3000 ja käyräväli 5 m. Kilpailukartta ja naisten rata ovat liitteessä 4.



KUVA 4. Tutkimusprotokolla. Sykekeräys koko suorituksen ajalta (12-15 min), laktaatti välittömästi maaliintulon jälkeen, sekä arvio virheistä myöhemmin kilpailun jälkeen.

Toinen sprintti juostiin MOC grand prix:n yhteydessä 3. maaliskuuta. Kilpailupaikkana on Castellananetnan kaupunki Italian Etelä-Pugliassa. Samoin kuin Peschicinissä, kilpailu juostiin väliaikalähtönä 1 minuutin lähtöväleillä. Miehet ja naiset juoksivat kilpailunsa peräkkäin. Rata heillä oli sama mutta se kierrettiin eri suuntiin. Kilpailussa vaihdettiin karttaa noin puolessa välissä rataa. Radan kokonaispituus oli 2,6 km ja se sisälsi 25 rastia. Kartta oli virallinen sprinttisuunnistuskartta mittakaavassa 1:2000 käyrävälillä ollessa 2,5 m. Kartta ja miesten rata ovat nähtävissä liitteissä 5 ja 6.

Urheilijat käyttivät kilpailuiden aikana tallentavia sykemittareita. Sykemittareiden malli vaihteli. Yleisin käytössä ollut mittari oli Garminin Forerunner 405. Muita käytettyjä mittareita olivat Garmin Forerunner 306, Garmin XT310, Polar RS400, Polar RS800 ja 800CX, Polar S625X, Timex, sekä Suunto T6. Suorituksen jälkeen tutkittavien tuli lähettää sykedatansa tutkijalle analysoitavaksi.

Välittömästi maaliintulon jälkeen otettiin kilpailijoilta laktaattinäyte sormenpäältä. Laktaatti mitattiin Lacta Pro pika-analysaattorilla puolen minuutin sisällä maaliintulon jälkeen. Käytössä oli kolme analysaattoria, jotka kaikki oli kalibroitu ennen mittauksen alkua laktaattiliuskosten omalla kalibroitiliskalla. Laktaattinäyte otettiin pääasiassa oikean käden keskisormesta, joillain urheilijoilla etusormesta. Iho puhdistettiin ennen näytteenottoa ja ensimmäinen pisara pyyhittiin pois.

6.4 Analyysit

Syke. Sykkeen analysointiin käytettiin sykemittariohjelmien omia analysointiohjelmiä. Tutkijalta lainassa olleiden Polarin sykemittareiden purkuun ja sykekäyrien analysointiin käytettiin Polar Pro Trainer 5 – analysointiohjelmaa. Tutkittavat lähettivät Garminin sykedatat – tcx – muotoisina, jolloin analysointiin käytettiin Garmin Training Center ohjelmaa. Muita sykemittareita käyttäneet urheilijat lähettivät vain kilpailunaikaiset maksimi- ja keskisykkeensä tutkijalle. Sykkeestä analysointiin kilpailun aikaiset maksimi- ja keskisykkeet, sekä aika, jonka kilpailijat olivat suorituksen aikana maksimikestävyysalueellaan. Keskisyke analysoitiin koko suorituksen ajalta eli lähtöhetkestä maali- leimaukseen saakka. Suorituksen aikainen suhteellinen keskiarvosyke verrattuna anaerobisen kynnyksen sykkeisiin laskettiin jakamalla suorituksen aikainen keskiarvosyke koehenkilöiden aiemmin määritetyillä anaerobisilla kynnyssykkeillä. Gjerset ym. (1997) ja Moser ym. (1995) eivät olleet laskeneet suhteellista keskisykettä, joten myös ne laskettiin käyttämällä raporteissa annettuja syketietoja.

Laktaatti. Laktaatin mittaamiseen käytettiin kolmea Lacta Pro pika-analysointia, joka antoi laktaattiarvon minuutin kuluttua mittauksesta. Tulokset kirjattiin ylös ja syötettiin excel – ohjelmaan, josta jatkettiin tilastolliseen analysointiin.

Tilastolliset analyysit. Tilastolliseen analysointiin käytettiin SPSS 15.0 for windows - ohjelmaa. Analyysiin käytettiin keskiarvoistuksia, yhden ryhmän t-testiä ja paritonta t-testiä. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin $p < 0.05$.

7 TULOKSET

Keskimääräinen aika kilpailuissa oli $16.31 \pm 2,0$ minuuttia. Tämä on merkitsevästi yli ohjeaikojen (12-15 min, $p=0.000$). Miehillä sekä ensimmäinen että toinen kilpailu kestivät merkitsevästi ohjeaikoja kauemmin ($16.19 \pm 0,6$ min, $15.17 \pm 0,1$ min, $p<0.05$), ja naisilla toinen kilpailu ($18.35 \pm 1,7$ min, $p=0.000$) (taulukot 2 ja 3). Osa koehenkilöistä raportoi ajan, joka heiltä kului virheisiin kilpailujen aikana. Virheetön suoritus olisi kestänyt ensimmäisessä kilpailussa naisilla 13.19 ja miehillä 15.53, sekä toisessa kilpailussa naisilla 16.55 ja miehillä 14.52 (taulukko 4). Ensimmäinen kilpailu miehillä ja toinen kilpailu naisilla olivat silti merkitsevästi yli ohjeaikojen ($p<0.05$). Taulukoissa 2 ja 3 on esitetty kilpailujen aikaiset sykkeet, laktaatit ja ajat keskiarvoina sekä kaikista suorituksista yhteensä, miehiltä ja naisilta erikseen, eri kilpailuista erikseen ja eri kilpailuissa eri sukupuolilla. Ajat ja niiden keskihajonta on esitetty taulukossa minuutteina.

TAULUKKO 2. Syke- ja laktaattimuuttujat sekä kilpailuajat kaikkien kilpailijoiden keskiarvoina, eri sukupuolilla ja eri kilpailuissa. N = suoritusten määrä, KA = keskiarvo, AT = anaerobinen kynns. * = Tulos tilastollisesti merkitsevä ($p<0.05$). Aika ilmoitettu minuutteina. Tutkimuksen kannalta tärkeimmät tiedot lihavoitu.

| | Kaikki | Miehet | Naiset | Kilpailu 1 | Kilpailu 2 |
|--------------------|---------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| n (kpl) | 31 | 11 | 20 | 16 | 15 |
| Max syke (1/min) | 184 (7,6) | 184 (7,5) | 184 (7,9) | 184 (7,7) | 183 (7,8) |
| KA syke (1/min) | 170 (10,8) | 174 (7,3) | 168 (12,0) | 172 (8,8) | 168 (12,6) |
| Syke KA % max | 90 (4,1) | 90 (2,3) | 89 (4,8) | 90 (3,0) | 89 (4,9) |
| Syke KA % AT | 97 (5,5)* | 99 (3,7) | 96 (6,2)* | 98 (3,9) | 96 (6,9)* |
| Syke max % max | 97 (2,3)* | 96 (2,8)* | 97 (2,0)* | 97 (2,3)* | 96 (2,3)* |
| Laktaatti (mmol/l) | 7,0 (2,0)* | 8,1 (1,2)* | 6,5 (2,1)* | 7,5 (1,6)* | 6,5 (2,3)* |
| Aika (min) | 16.52 (2,0)* | 15,94 (0,7)* | 16,84 (2,4)* | 15,41 (1,0) | 17,71 (2,1)* |

Kahdessa kilpailussa kaikkien osallistujien keskimääräinen laktaatti oli $7,0 \pm 2,0$ mmol/l, eli tilastollisesti merkitsevästi yli anaerobisen kynnsarvon ($p=0.000$). Anaerobisen kynnyksen laktaattiarvona on käytetty 4,0 mmol/l. Pikamatkalla mitattuihin laktaatteihin verrattuna sprintin aikaiset laktaatit olivat myös merkittävästi korkeampia. Keskiarvolaktaattien ero oli kyseisissä mittauksissa 3,2 mmol/l ($p=0.000$). Sama tilanne

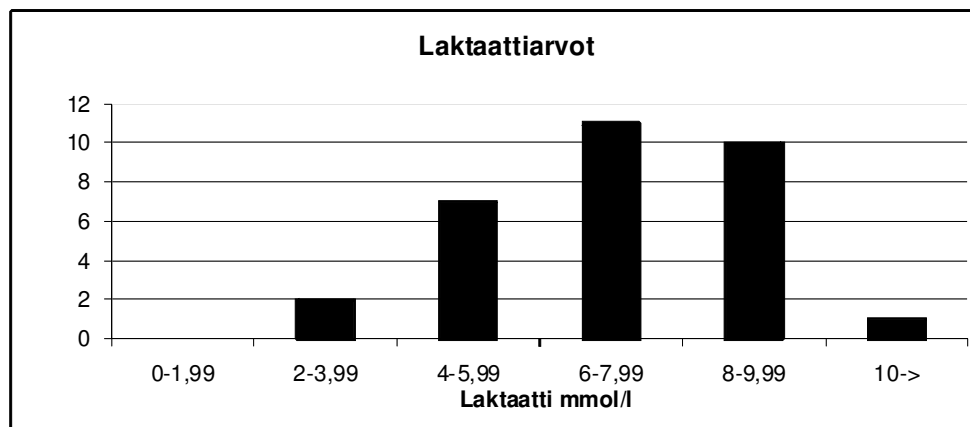
on kun verrattiin sprinttisuunnistussuorituksen jälkeisiä laktaatteja normaalimatalla mitattuihin laktaatteihin, laktaattien välinen ero oli 2,9 mmol/l ($p=0.000$). Ensimmäisessä kilpailussa laktaattiarvo oli keskimäärin $7,5 \pm 1,6$ mmol/l, ja toisessa $6,5 \pm 2,3$ mmol/l. Naisten laktaatit olivat keskimäärin $6,5 \pm 2,1$ mmol/l, ja miesten $8,1 \pm 1,2$ mmol/l. Laktaattien jakautuminen on kuvattu kuvassa 4.

TAULUKKO 3. Syke- ja laktaattiarvot miehillä ja naisilla eri kilpailuissa. KA = keskiarvo, AT = anaerobinen kynnyks, * = tulos tilastollisesti merkitsevä ($p<0.05$) Aika ilmoitettu minuutteina.

| | Miehet kilpailu 1 | Naiset kilpailu 1 | Miehet kilpailu 2 | Naiset kilpailu 2 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| n (kpl) | 7 | 9 | 4 | 11 |
| Max syke (1/min) | 184 (7,8) | 185 (8,1) | 183 (8,1) | 183 (8,1) |
| KA syke (1/min) | 174 (7,4) | 171 (9,9) | 174 (8,1) | 166 (13,6) |
| Syke KA % max | 91 (2,4) | 91 (3,3) | 90 (2,0) | 88 (5,6) |
| Syke KA % AT | 99 (3,8) | 98 (4,0) | 99 (3,9) | 95 (7,4)* |
| Syke max % max | 96 (2,8)* | 98 (1,7)* | 95 (2,8)* | 96 (2,1)* |
| Laktaatti (mmol/l) | 8,1 (3,8)* | 7,1 (1,8)* | 8,1 (1,3)* | 6,0 (2,3)* |
| Aika (min) | 16,31 (0,6)* | 14,71 (0,6) | 15,29 (0,1)* | 18,59 (1,7)* |

TAULUKKO 4. Kilpailuihin kulunut virheetön aika. * = Aika merkitsevästi yli ohjeajan (12-15 min, $p<0.05$)

| | Miehet kilpailu 1 | Naiset kilpailu 1 | Miehet kilpailu 2 | Naiset kilpailu 2 |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Virheetön aika (min) | 15,89 (0,2)* | 13,32 (0,5) | 14,87 (0,1) | 16,91 (0,6)* |
| n (kpl) | 6 | 8 | 4 | 9 |



KUVA 4. Laktaattiarvojen jakaantuminen eri tasoille kahdessa eri kilpailussa (n = 31)

Maksimisykkeet jäivät alle tasotestissä mitattujen maksimisykkeiden ($190 \pm 6,7$) eli keskimäärin $184 \pm 7,6$ lyöntiin minuutissa. Suoritusten aikainen keskisyke oli $170 \pm 10,8$ lyöntiä minuutissa. Kilpailun maksimisyke oli 97 % ja keskiarvosyke 90 % raportoidusta maksimisykkeestä. Verrattuna keskisykettä anaerobisen kynnyksen sykkeisiin, olivat ne 97 % anaerobisesta kynnyssykkeestä eli tilastollisesti merkitsevästi alle sen. ($p=0.005$). Myös pikamatkaan verrattuna sprinttisuunnistuksen aikainen keskisyke oli matalampi ($p=0.000$), normaalimatkan sykkeiden ollessa samankaltaiset kuin sprintissä ($p=0.075$).

8 POHDINTA

Kilpailuvauhtisen sprinttisuunnistussuorituksen jälkeinen laktaatti oli keskimäärin $7,0 \pm 2,0$ mmol/l, eli merkitsevästi yli anaerobisen kynnyksen laktaattiarvojen ($p=0.000$). Myös pika- ja normaalimatkaan verrattuna laktaatit olivat tilastollisesti merkitsevästi korkeampia sprintissä eli hypoteesien 1 ja 2 mukaisia. Laktaateissa suunta oli selvästi nähtävissä, mutta sykkeet eivät käyttäytyneet aivan oletetulla tavalla. Oletuksena oli, että keskisyke olisi kilpailuvauhtisessa sprinttisuunnistuskilpailussa yli anaerobisen kynnyssykkeet. Tutkimus osoitti kuitenkin keskisykkeen olevan merkitsevästi alle anaerobisen kynnyssykkeet ($170 \pm 10,8$ vs. $175 \pm 6,9$, $p=0.005$). Hypoteesit toteutuivat laktaatin osalta, kun taas tulokset sykkeen osalta olivat 0-hypoteesien kaltaisia.

Laktaatit ovat hyvin yksilöllisiä ja vaihtelevat paljon eri koehenkilöiden välillä. Kuitenkin kaikista 31 laktaatinäytteestä vain kaksi on alle 4 mmol/l eli anaerobisella kynnyksellä tai alle. Anaerobista kynnystä matalimmat laktaattipitoisuudet johtuivat kyseisten urheilijoiden isoista virheistä radan loppupuolella. Näyttää siis vahvasti siltä, että kilpailuvauhtisessa sprinttisuunnistussuorituksessa laktaatit ovat selvästi yli anaerobisen kynnyksen, eli energiaa tuotetaan paljon myös anaerobisesti. Nikulainen & Eriksson (2008) totesivat sprinttisuunnistuksen aikaisten laktaattien olevan 5-15 mmol/l, joten tämän tutkimuksen tulokset vahvistavat toteamusta. Myös Bird ym. (2002) havaitsivat laktaattiarvojen olevan suunnistuksellisesti helpossa maastossa yli 6 mmol/l.

Laktaattiarvo maalintulon jälkeen kuvastaa lähinnä sprinttiradan loppuosaa ja sen fyysisyyttä. Koska mittaukset tehtiin kilpailuissa, loppukiri on voinut vaikuttaa merkittävästikin laktaattiarvoihin. Parempi olisi tehdä simuloitu tutkimus, jossa laktaattia mitattaisiin useampaan otteeseen radan aikana, esimerkiksi puolessa välissä ja lopussa. Toinen vaihtoehto olisi, että laktaatti mitattaisiin tietyssä kohdassa rataa, joko ajan tai matkan mukaan. Esimerkiksi laktaatti voitaisiin mitata ennen viimeisiä rastivälejä, jotka usein ovat hyvin juoksuvoittoisia. Toisaalta kyseiset kilpailut olivat profiililtaan sellaisia, että molemmissa radan loppuosa juostiin alamäkeen, jolloin kova loppukiri ei välttämättä vaikuttanut tuloksiin yhtä merkittävästi kuin olisi voinut vaikuttaa ylämäkeen päättyvässä kilpailussa. Lisäksi varsinkin ensimmäisessä kilpailussa radan loppuosa oli suunnistuksellisesti haastava (liitteet 4-6).

Samoin kuin laktaattipitoisuuksissa myös yksilölliset erot sykkeissä olivat jälleen suuria urheilijoiden välillä. Keskiarvosykkeet jäivät kuitenkin oletettua matalammiksi, ja suurimmalla osalla alle anaerobisen kynnyksen. Tämä on sinällensä hieman yllättävä tulos, sillä keskimatkalla keskisykkeet ovat anaerobista kynnystä korkeammat (Gjerset ym. 1997). Sykkeiden analysointitapaa muuttamalla tulokset olisivat voineet olla erilaisia. Nyt keskisyke laskettiin koko suorituksen ajalta eli lähtöhetkestä maalileimaukseen. Muutaman koehenkilön sykedataa tarkemmin tarkasteltaessa huomattiin, että suorituksen aikaiset sykkeet ovat anaerobisella kynnyksellä tai hieman sen yli, kun keskiarvosykkeen laskeminen aloitetaan kaksi minuuttia suorituksen alkamisen jälkeen. Syke nousee alussa ja saavuttaa tasanteensa vasta muutaman minuutin kuluttua lähdöstä. Sprinttisuunnistussuorituksen ollessa varsin lyhyt, ensimmäinen 2-3 minuuttiakin saattaa vaikuttaa tulokseen merkittävästi. Tämän vuoksi sykearvot tässä tutkimuksessa ovat matalia ja selvästi alle anaerobisen kynnyksen, mutta todellisuudessa suoritus saattaa tapahtua kuitenkin selvästi lähempänä anaerobista kynnystä kuin tutkimus osoittaa. Tähän tarvitaan lisää tutkimuksia ja tarkempaa analyysiä.

Bird ym. (2003a ja 2003b) havaitsivat, että suunnistusteknisesti helppossa maastossa kilpailuvauhtisen suunnistussuorituksen aikainen keskisyke saattaa nousta jopa 93 % maksimisykkeestä. Näissä tutkimuksissa keskisyke oli laskettu ajalta, joista ensimmäisen neljän minuutin aikaista sykettä ei otettu huomioon. Tässä tutkimuksessa keskiarvosyke oli 90 % maksimisykkeestä, kun syke mitattiin koko suorituksen ajalta. Muutaman koehenkilön tarkemmassa syketarkastelussa keskisyke nousi samaan, noin 93 % maksi-

misykkeestä, kuin aiemmissa tutkimuksissa, kun keskisykkeen laskeminen aloitettiin 2 minuuttia suorituksen alusta.

Sekä sykkeissä että laktaateissa näyttää olevan hieman eroa kahden kilpailun välillä. Erot eivät kuitenkaan ole merkitseviä ($p > 0.05$). Tähän pieneenkin eroon saattaa mittaus-tarkkuuden lisäksi vaikuttaa varmasti se, että mittaukset tehtiin harjoitusleirin aikana siten, että ensimmäinen mittaus oli leirin alussa ja toinen vastaavasti leirin lopussa. Kaikilla koehenkilöillä oli näiden kahden sprinttikilpailun välissä kaksi muuta kilpailua, 1-2 lähes kilpailuvauhtista harjoitusta sekä muita harjoituksia viidestä jopa kymmeneen. Väsymys on siis varmasti voinut vaikuttaa paljon toisen kilpailun syke- ja laktaattiarvoihin. Toinen vaihtoehto on, että toinen sprintti olisi ollut joko selvästi fyysisesti helpommassa tai vastaavasti suunnistuksellisesti vaikeammassa maastossa. Ainakaan kartalla rata ei kuitenkaan näytä vaikeammalta, vaikka monet urheilijat olivat tehneet isoja-kin virheitä toisessa kilpailussa. Fyysisesti maasto oli hyvin samankaltaista molemmissa kilpailuissa. Väsymys, sekä henkinen että fyysinen, on siis todennäköisesti suurin vaikuttava tekijä näiden kahden kilpailun välillä.

Suorituksen kesto oli keskimäärin $16.31 \pm 2,0$ minuuttia, kun ohjeajaksi on määritelty pääsarjaisille 12 – 15 minuuttia. Suoritus kesti siis merkitsevästi ohjeaikoja kauemmin. Tässä tulee ottaa huomioon kuitenkin, että suorituksen kesto on koko tutkimusjoukon keskiarvo, kun ohjeaikaan verrattavan vertailuajan tulisi olla vain muutaman ensimmäisen kilpailijan keskiarvo, kilpailijoiden lukumäärästä riippuen. Tässä ei ole tehty tarkempaa aika-analyysiä, sillä kaikki kilpailijat eivät osallistuneet tutkimukseen ja radat oli laadittu kaikkien kilpailijoiden mukaan. Suorituksen keston kasvaminen voi kuitenkin näin lyhyessä suorituksessa vaikuttaa hieman fysiologisiin muuttujiin. Vertailua voidaan tehdä sekä miehillä että naisissa kilpailujen välillä, sillä ainakin toisen kilpailun kesto ilman virheitä oli molemmilla ohjeaikojen mukainen. Verrattaessa miesten kilpailujen välisiä muuttujien arvoja, eroja ei kuitenkaan näyttäisi olevan. Sen sijaan naisilla pieni ero on, mutta ero voi siis johtua muustakin kuin suorituksen keston pidentymisestä.

Ensimmäisessä kilpailussa oman mielenkiintonsa kilpailuun toi ajankohta, sillä kilpailu käytiin illalla pimeässä. Katuvalot valaisivat mutta kartanlukuun kilpailijat tarvitsivat lampua. Pimeys on voinut vaikuttaa vauhtiin, sillä pimeässä ei näe yhtä pitkälle kuin

valoisassa ja näin ollen maaston ennakointi jää lyhyemmälle matkalle. Lisäksi kilpailijat kertoivat, että kartta ja maasto eivät täysin vastanneet täysin toisiaan, joten sekini on voinut aiheuttaa ylimääräistä hidastelua tai jopa pysähtelyä ensimmäisen kilpailun aikana. Kaikki nämä vaikuttavat sekä sykkeisiin että laktaatteihin. Ensimmäisestä kilpailusta on mainittava myös se, että rata oli hyvin kaksijakoinen. Alku oli suunnistuksellisesti varsin helppoa ja juoksuvoittoista, kun taas loppu oli selvästi haastavampaa ja fyysisesti raskaammassa maastonosassa. Tämä on toisaalta myös voinut vaikuttaa juoksuvauhdin hidastumiseen lopussa, mutta toisaalta melko suuret korkeuserot kilpailun lopussa ovat myös voineet nostaa tehoa. Mielenkiintoista olisi ollut nähdä, oliko kilpailun alku- ja loppumatkan sykkeissä ja laktaateissa eroja juuri selvän radan kaksijakoisuuden takia.

Mielenkiintoinen kysymys on se, miten paljon harjoituskauden aika vaikuttaa tuloksiin. Mittausajankohta oli kilpailuihin valmistavan kauden alussa, jolloin harjoitusmäärät ovat lähes suurimmillaan ja varsinainen herkistely kilpailuihin yleensä vasta alkamassa. Kilpailukausi alkaa Suomessa maaliskuun vaihteessa. Voi olla, että urheilijat eivät vielä saa itsestään kaikkea irti, mikä heijastuu suoraan sykkeisiin ja laktaatteihin. Tähän pystyy vaikuttamaan tekemällä mittaukset kilpailukaudella tai välittömästi sen jälkeen, tai muuten kilpailuja vastaavalla herkistelyllä.

Laitteiden toiminta ja testaajan toiminta vaikuttavat aina siihen, miten luotettavia tulokset ovat. Sykemittareiden toiminta oli suurin huolenaihe tutkimuksen aikana. Osa sykemittareista ei syystä tai toisesta toiminut toivotulla tavalla kilpailun aikana eikä tallentanut sykedataa. Jossain tapauksessa myös sykemittarin käynnistäminen lähdössä unohtui. Tästä syystä kaikilta kilpailijoilta ei saatu syketiedostoja. Kaikki osallistujat eivät myöskään lähettäneet syketietojaan / -tiedostojaan tutkijalle, joten analysoitavien suoritusten määrä pieneni tästä syystä vaikka laktaattitiedot olikin saatu kaikilta kilpailijoilta. Oletetaan kuitenkin laktaattiarvojen perusteella, että sykedatansa lähettämättä jättäneet kilpailijat eivät kuulu kumpaankaan tutkimusjoukon ääripäähän, vaan sijoittuvat satunnaisesti keskelle tutkimusjoukkoa. Laktaattimittarit olivat Suomen suunnistusliitolla käytössä olevia mittareita, joilla oli suomalaisilta urheilijoilta mitattu laktaatteja aiemminkin. Mittarit myös kalibroitiin ennen käyttöä ja mittauksessa pyrittiin estämään epäpuhtauksien pääseminen veripisaraan, jotta näyte olisi mahdollisimman puhdas. Laktaattimittausajankohta pyrittiin vakioimaan kaikilla samaan aikaan, jotta se ei aiheuttaisi eroja mittaustuloksiin. Mittaamalla laktaatti välittömästi maalintulon jälkeen pystyttiin

parhaiten paitsi vakioimaan mittausajankohta niin myös osittain eliminoimaan loppukirin vaikutus laktaattiin. Mikäli laktaatti olisi mitattu esimerkiksi kaksi tai viisi minuuttia maalintulon jälkeen, olisivat laktaattiarvot voineet olla erilaisia juuri loppukiristä ja loppuradan profiilista johtuen. Laktaattia olisi parasta mitata useammassa kohdassa niin suorituksen aikana kun sen jälkeenkin, jotta saataisiin parempi kuva suorituksen kokonaisrasittavuudesta ja profiilista.

Sprinttisuunnistus on uusi laji ja sillä näyttäisi olevan tulevaisuutta suunnistusrintamalla. Varsinkin media on kiinnostunut sprinttisuunnistuksesta, sillä sen avulla suunnistusta voidaan tuoda suuren yleisön nähtäväksi. Tämän vuoksi sprinttisuunnistus varmasti kehittyy lähitulevaisuudessa, ja sen perimmäisen tarkoituksen tutkimisesta löytyy työsarkaa. Fysiologisista vasteista tarvitaan lisää tutkimustietoa, samoin kuin biomekaanisista ja voimantuotannollisista vaatimuksistakin. Sprinttisuunnistuksen perimmäiset vaatimukset ovat vielä varsin pimennossa, ja siksi tutkimustyötä aiheen parissa riittää.

9 YHTEENVETO

Tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella 12 – 15 minuuttia kestävän sprinttisuunnistus-suorituksen fysiologisia vaatimuksia sykkeiden ja laktaatin osalta, sekä verrata niitä anaerobisiin kynnsarvoihin sekä aiemmin raportoitujen muiden suunnistusmatkojen vaatimuksiin. Tutkimukset tehtiin kahden sprinttisuunnistuskilpailun aikana, ja sykettä mitattiin koko ajan sekä laktaatti välittömästi suorituksen päättymisen jälkeen. Laktaatti oli molemmissa kilpailuissa ja sekä miehillä että naisilla selvästi yli anaerobisen kynnsarvon. Samoin laktaatti oli korkeampi kuin aiemmin pika- ja normaalimatalla oli raportoitu olleen. Vaikka maaliintulon jälkeen mitattu laktaatti saattaa kuvastaa lähinnä radan loppuosan fyysisyyttä, tulos oli niin selvä, että on syytä olettaa sprinttisuunnistuksen aikana vaadittavan korkeaa laktaatinsietokykyä. Sykkeet sen sijaan jäivät oletettua matalammiksi, mihin on voinut vaikuttaa muun muassa sykekeskiarvon laskeminen koko suorituksen ajalta tai harjoituskauden aika. Keskisykkeet jäivät merkittävästi matalammiksi kuin yksilöllinen anaerobinen syke, samoin kuin pikamatalla aiemmin raportoitu keskisyke. Myös maksimisykkeet jäivät matalammiksi kuin urheilijoiden il-

moittamat yksilölliset maksimisykkeet. Kaikkien suoritusten kokonaiskesto oli keskiarvoltaan hieman yli ohjeaikojen, joten se on voinut vaikuttaa osaltaan hieman tuloksiin. Samoin kilpailujen välillä oli merkitsevä ero laktaatti- ja keskisykearvoissa. Tähän on voinut vaikuttaa mittausten ajankohta ja kilpailujen välissä oleva harjoitusleiri. Kokonaisuudessaan tutkittavaa lajin parissa on vielä paljon, eikä vain fysiologisten vaatimusten puolella, vaan myös biomekaanisten, psyykkisten ja taidollistenkin ominaisuuksien kannalta.

KIITOKSET

Tämä projekti ei olisi onnistunut ilman Suomen Suunnistusliiton ja Suomen maajoukkueen päävalmentajan, Janne Salmen, suosiollista suhtautumista työhön. Tahdon kiittää häntä sekä koko Suomen Suunnistusliittoa avusta käytännönjärjestelyissä. Lisäksi tahdon kiittää Sveitsin maajoukkuevalmentajia yhteistyöstä, joka mahdollisti suuremman tutkimusjoukon. Lopuksi tahdon kiittää myös kaikkia tutkimukseen osallistuneita urheilijoita, jotka suhtautuivat positiivisesti mittauksiin ja käyttivät omaa aikaansa suorituksen analysointiin.

LÄHTEET

Kirjalliset lähteet:

- Bird, S.R., George, M., Balmer, J. & Davison, R.C.R. 2003a. Heart rate responses of women aged 23-67 years during competitive orienteering. *British Journal of Sport Medicine*. 37, 254-257.
- Bird, S.R., George, M., Theakston, S, Balmer, J. & Davison, R.C.R. 2003b. Heart rate responses of women orienteers aged 21-67 years during competition. *Journal of Sport Sciences*. 21, 221-228.
- Bird, S.R., George, M., Theakston, S., Smith, M., Burrows, M., Balmer, J. & Davidson, R. 2002. Age as a poor predictor of blood-lactate and heart-rate responses during club-level orienteering. *Journal of Aging and Physical Activity*. 10, 119-131.
- Creagh, U. & Reilly, T. 1997. Physiological and Biomechanical Aspects of Orienteering. *Sports Medicine*. 24 (6), 409-418. Review article.
- Creagh, U., Reilly, T. & Nevill, A.M. 1998. Heart rate response to "off-road" running events in female athletes. *British Journal of Sport Medicine*. 32, 34-38.
- Dresel, U. 1985. Lactate asidosis with different stages in the course of a competitive orienteering performance. *Scientific Journal of Orienteering*. 1, 4-13.
- Eccles, D., Walsh, S. & Ingledew, D. 2002. A grounded theory of expert cognition in orienteering. *Journal of Sports and Exercise Psychology*. 24, 68-88.
- Eccles, D., Walsh, S. & Ingledew, D. 2006. Visual attention in orienteers at different levels of experience. *Journal of Sports Sciences*. 24 (1), 77-87.
- Gjerset A., Johansen E. & Moser T. 1997. Aerobic and anaerobic demands in short distance orienteering. *Scientific Journal of Orienteering*. 13, 4-25.
- Ikonen, P. 2006. Suunnistuksen lajiansalyysi ja nuorten miessuunnistajien harjoittelun ohjelmointi. Jyväskylän yliopisto, Liikuntabiologian laitos. Seminaarityö.
- Jensen, K., Johansen, L. & Kärkkäinen O-P. 1999. Economy in track runners and orienteers during path and terrain running. *Journal of Sports Sciences*. 17, 945-950.
- Kärkkäinen, O-P. & Pääkkönen, O. 1986. Suunnistusvalmennus. Saarijärvi. Saarijärven Offset Ky.

- Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. 2007. Urheiluvallmennus. VK-Kustannus Oy. Lahti.
- Moser, T., Gjerset, A., Johansen, E. & Vadder, L. 1995. Aerobic and anaerobic demands in orienteering. *Scientific Journal of Orienteering*. 11, 3-30
- Nikulainen, P. & Eriksson, S. 2008. Elitplanen. Svenska Orienteringsförbundet. Sähköinen versio löytyy osoitteesta:
<http://www.orientering.se/Ledare/Elitplanen/>. Viitattu 3.12.2009.
- Nikulainen, P., Vartiainen, B., Salmi, J., Minkkinen, J., Laaksonen, P. & Inkeri, J. 1995. Suunnistustaito. Lievestuore: ER-Paino.
- Ranucci, M., Grassi, G. & Miserocchi, G. 1986. Anaerobic threshold in orienteers as an index of the aerobic-anaerobic relative contributions to the total power output – a comparison with other – endurance sports. *Scientific Journal of Orienteering* 1986, 2, 124-133.
- Rolf, C., Andersson, G., Westblad, P. & Saltin, B. 1997. Aerobic and anaerobic work capacities and leg muscle characteristics in elite orientees. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 7: 20-24.
- Smekal, G., von Duvillard, S.P., Pokan, R., Lang, K., Baron, R., Tschann, H., Hoffman, P. & Bachli, N. 2003. Respiratory gas exchange and lactate measures during competitive orienteering. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 682-689.
- Taini, M. 2005. Mielikuvaharjoittelun vaikutus kilpailuvauhtisen suunnistussuorituksen virheisiin ja suorituksen fyysiseen rasittavuuteen juniorisuunnistajilla. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Pro Gradu –tutkielma.

Sähköiset lähteet:

International orienteering federation

IOF Foot Orienteering Competition Rules 2009.

http://www.orientering.org/i3/index.php?/iof2006/document_library/rules_and_guidelines/foot_orienteering. Viitattu 13.10.2009

Suomen suunnistusliitto, Sprinttisuunnistuksen määritelmä.

<http://www.ssl.fi/SSL/sslweb.nsf/sp2?Open&cid=content392F43>.

Viitattu 18.10.2009.

Suomen suunnistusliitto, Sprinttikartta.

<http://www.ssl.fi/SSL/sslweb.nsf/sp?open&cid=content24FBF4>. Viitattu
28.9.2009.

Suomen suunnistusliitto, Suunnistuksen lajisäännöt

[http://www.ssl.fi/SSL/sslweb.nsf/0/6B6560E20F7F7B8BC225726600647978/
\\$FILE/Lajisäännöt2009__20090325.pdf](http://www.ssl.fi/SSL/sslweb.nsf/0/6B6560E20F7F7B8BC225726600647978/$FILE/Lajisäännöt2009__20090325.pdf). Viitattu 18.10.2009.

Suomen suunnistusliitto, Suunnistuksen määritelmä

<http://www.ssl.fi/SSL/sslweb.nsf/sp3?Open&cid=content72D983>. Viitattu
11.11.2009

Suomen suunnistusliitto, Suunnistuskartan sisältö.

<http://www.ssl.fi/SSL/sslweb.nsf/sp2?Open&cid=ContentF7F3F>. Viitattu
1.12.2009.

Österbö Kvaal Öystein -kotisivut

[http://folk.ntnu.no/oysteios/kart/2009/sommer/pages/2009.06.10%20NOC%20
Sprint%20Final%20Lukkarinmaki%20Salo%20Finland.htm](http://folk.ntnu.no/oysteios/kart/2009/sommer/pages/2009.06.10%20NOC%20Sprint%20Final%20Lukkarinmaki%20Salo%20Finland.htm).

Viitattu 24.3.2010.

LIITTEET

LIITE 1. SPRINTTISUUNNISTUKSEN KIELLETYT KOHTEET

Suunnituksen lajisäännön kohdan 3.631 mukainen lista sprinttikarttaan merkityistä kielletyistä kohteista

Karttamerkeillä varustettu lista

| | |
|---|--|
|  | Ylipääsemätön jyrkänne |
|  | Ylipääsemätön vesialue |
|  | Ylipääsemätön suo |
|  | Viljelty maa |
|  | Läpipääsemätön kasvillisuus |
|  | Ylipääsemätön muuri tai seinä |
|  | Ylipääsemätön aita tai kaide |
|  | Rakennus |
|  | Kielletty alue |
|  | Ylipääsemätön putkilinja |
|  | Ylityskielto |
|  | Väliaikaisesti kielletty alue |
|  | Vaarallinen alue |
|  | Väliaikainen rakenne tai suljettu alue |

Lähde: <http://www.ssl.fi/SSL/sslweb.nsf/sp?Open&cid=content1F1BF8>. Viitattu 8.12.2009.

LIITE 2. SM- JA MM- SPRINTIN TULOKSET 2009

Suomenmestaruuskilpailujen sprintin 6 parasta miesten ja naisten pääsarjassa. Kokkola 31.5.2009. OK Botnia, Gamlakarleby IF. Kilpailu järjestettiin kaupunki- ja puistoymäristössä.

H21 3,4

| | | | |
|--------------------------|----------|------|-------|
| 1. Föhr Tero | VeVe | Kaak | 11.49 |
| 2. Tervo Tuomas | RR | Uusi | 11.50 |
| 3. Haldin Mats | IFKGöteb | | 11.55 |
| 4. Brickhill-Jones David | Lynx | Uusi | 12.00 |
| 5. Muukkonen Petteri | VeVe | Kaak | 12.15 |
| 6. Taanila Vesa | IkNV | Häme | 12.18 |

D21 3,0

| | | | |
|-----------------------|--------|------|-------|
| 1. Kauppi Minna | AR | Lah | 11.51 |
| 2. Rantanen Merja | KooVee | Häme | 11.52 |
| 3. Fincke Anni-Maija | TP | Häme | 12.15 |
| 4. Anttila Liisa | KooVee | Häme | 12.40 |
| 5. Holmström Bodil | TuS | V-S | 12.44 |
| 6. Leskinen Anne-Mari | Lynx | Uusi | 12.59 |

Maailmanmestaruuskilpailujen sprintin 6 parasta, Unkari 20.8.2009. Kilpailu oli ns. metsäsprintti.

MEN

| Place | Name | NAT | Time | Diff |
|-------|------------------|-----|---------|-------|
| 1 | Andrey Khramov | RUS | 15:10,6 | |
| 2 | Fabian Hertner | SUI | 15:36,1 | +0:25 |
| 3 | Daniel Hubmann | SUI | 15:38,2 | +0:27 |
| 4 | Olav Lundanes | NOR | 15:52,7 | +0:42 |
| 5 | Martin Johansson | SWE | 15:57,3 | +0:46 |
| 6 | Kiril Nikolov | BUL | 16:03,9 | +0:53 |

WOMEN

| Place | Name | NAT | Time | Diff |
|--------------|-------------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | Helena Jansson | SWE | 15:07,8 | |
| 2 | Linnea Gustafsson | SWE | 15:49,7 | 0:41 |
| 3 | Simone Niggli | SUI | 15:54,7 | 0:46 |
| 4 | Signe Soes | DEN | 15:58,3 | 0:50 |
| 5 | Kathryn Ewels | AUS | 16:00,9 | 0:53 |
| 6 | Anni-Maija Fincke | FIN | 16:01,5 | 0:53 |

Lähteet:

<http://sdb.ssl.fi/cgi->

[bin/sdb/sslhaku?hakemisto=tul%2F&sarja=kaikki&maara=&alihak=%2F9444%2F&hakujono=&hakukohde=alue&hakutyyppe=haetut&kieli=suomi](http://sdb/sslhaku?hakemisto=tul%2F&sarja=kaikki&maara=&alihak=%2F9444%2F&hakujono=&hakukohde=alue&hakutyyppe=haetut&kieli=suomi). Viitattu 7.12.2009.

<http://live.woc2009.hu/sprint/SprintF-Men.pdf>. Viitattu 7.12.2009.

<http://live.woc2009.hu/sprint/SprintF-Women.pdf>. Viitattu 7.12.2009.

LIITE 3: LETTER FOR PARTICIPANTS

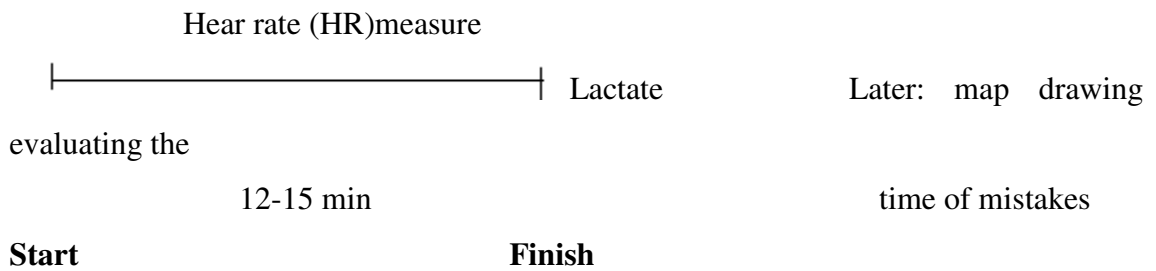
INFORMATION FOR PARTICIPANTS

Hello!

My name is Minna Truhponen and I study sport coaching and fitness testing in Finland at the University of Jyväskylä. I'm doing my bachelor thesis and the topic of thesis is: "Heart rate and lactate in competitive sprint orienteering". The aim of the study is to investigate the heart rate profile during competitive events and lactate immediately after the event. I will also compare if the results are similar than are in previous studies reported to be in other orienteering distances (long and middle distances). In addition will I study, how long time heart rate is above the anaerobic treshold / OBLA during the competition.

The measures will be done during two sprint competition in Italy: 1) Mediterranean Open Championship on 26th February and 2) MOC GP on 3rd March. During these two competitions you have to wear heart rate monitor to record your heart rate. You can use your own heart rate monitor or borrow it from me. When you have a start time, you need to begin the recording or take a split time, and in the finish will you finish the recording or take another split time. This is important to do in order for me to find out the heart rate during the competition. Immediately when you come to finish, will we take a lactate sample from a fingertip. A little bit later will you draw the map and evaluate with it, how much you used time for the mistakes.

Procedures are:



HR recording start/

HR recording end/

Split time

Split time

After the study you can download you own heart rate data from monitor to computer yourself and send by e-mail or give the data to me. I need to know also your maximal heart rate, heart rate in anaerobic treshold / OBLA and how much you have made the mistakes in competition. This information you will send me by email or give them in the training camp. In the end of the letter you will find a form to be filled. I hope you can fill it in advance and return it in training camp or e-mail it to me beforehand .

If you have some questions, please do not hesitate to contact to me.

Friendly greetings,

Minna Truhponen

minna.truhponen@jyu.fi

+358-40-7747816

PARTICIPANT INFO

ID: _____ (researcher fills)

Name: _____

Email address: _____

Phone number: _____

Country: _____

Age: _____ Gender: Male ___ Female ___

Height: _____ cm Weight: _____ kg

Maximal heart rate: _____ how/when assessed _____

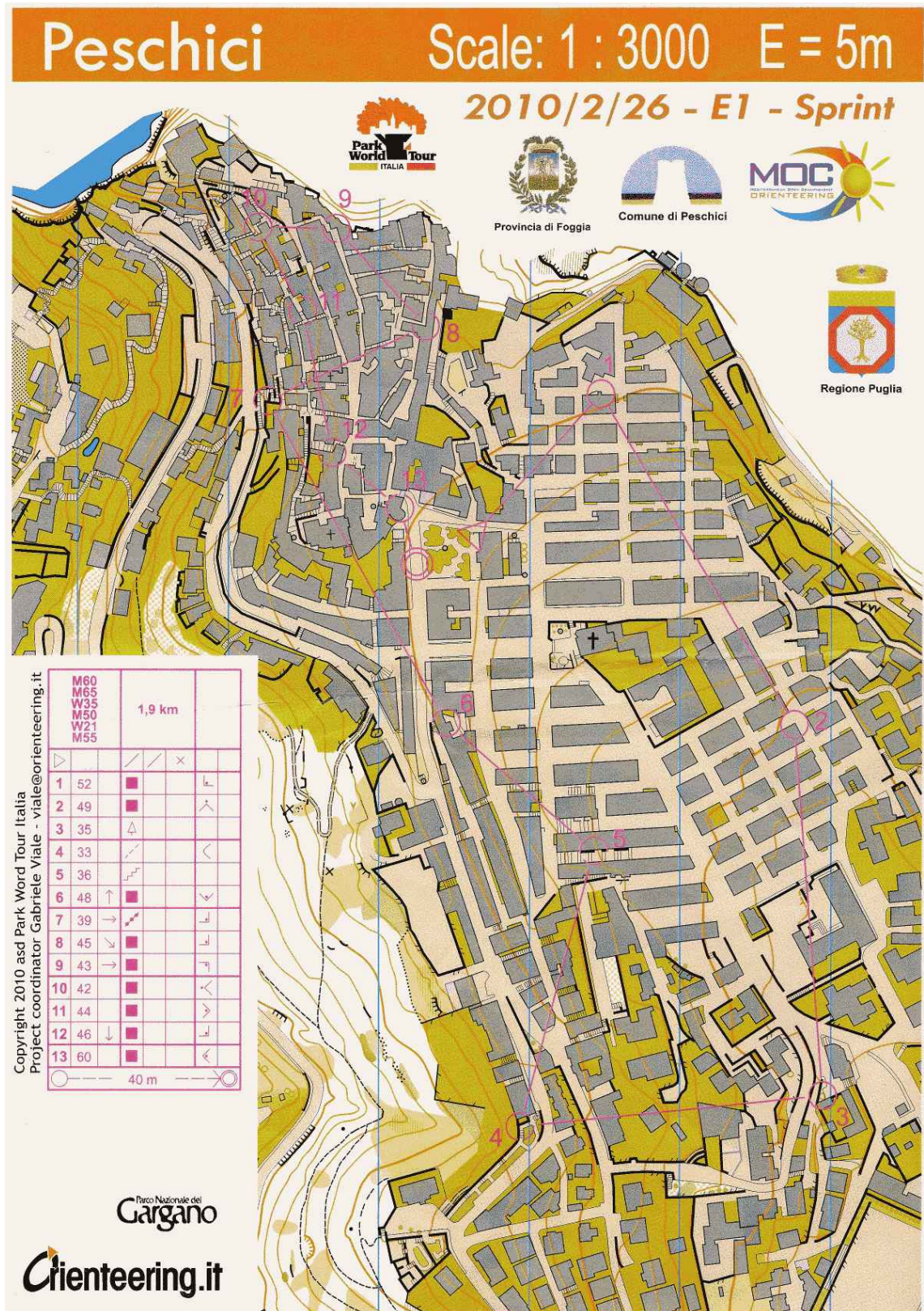
Heart rate in anaerobic threshold/OBLA: _____ how/when assessed _____

I will use my own heart rate monitor: ___ Make/model _____

I will need to borrow heart rate monitor from you: ___

If you have your own monitor, in which form can you send the data (ASCII etc):

LIITE 4. 1. SPRINTTISUUNNISTUSKILPAILU, NAISTEN RATA



**LIITE 5. 2. SPRINTTISUUNNISTUSKILPAILU, MIESTEN RATA
KARTTA 1**

Castellana Grotte - centro antico
Scale 1 : 2 000 E = 2,5 m

Clienteering.it

| ▼ | M21 - 1/2 | 1,5 km | | | | | | | | |
|----|-----------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 31 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 2 | 32 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 3 | 33 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 4 | 34 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 5 | 35 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 6 | 36 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 7 | 37 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 8 | 38 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 9 | 39 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 10 | 40 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |

| | | | | | | | | | | |
|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 41 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 12 | 42 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 13 | 43 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 14 | 44 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 15 | 45 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 16 | 46 | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |

MOC
ORIENTEERING

Park World Tour
ITALIA

MOC Grand Prix
Rodolfo Valentino Cup
March 3rd 2010

ORIENTEERING S.R.D.

Regione Puglia

Provincia di Taranto
Assessorato Politiche Comunitarie e Turismo
Assessorato allo Sport

**LIITE 6. 2. SPRINTTISUUNNISTUSKILPAILU, MIESTEN RATA
KARTTA 2**

