

**SUUNNISTAJIEN JUOKSUTESTIEN YHTEYDET
KILPAILUMENESTYKSEEN JA SUUNNISTUSSUORI-
TUKSEEN**

Pasi Ikonen

Valmennus- ja testausopin

kandidaatintutkielma

Syksy 2009

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaajat: Heikki Kyröläinen ja

Juha Ahtiainen

TIIVISTELMÄ

Ikonen, Pasi Päiviö 2010. Suunnistajien juoksutestien yhteydet kilpailumenestykseen ja suunnistussuoritukseen. Valmennus- ja testausopin kandidaatintutkielma. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto. 42s.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää suunnistajien juoksutestien ja suunnistussuorituskyvyn välisiä yhteyksiä. Tämä on tärkeää suomalaisen huippusuunnistuksen näkökulmasta, koska tulevista arvokisoista suuri osa käydään korkeaa juoksusuorituskykyä vaativissa maastoissa. Ensisijaisesti haluttiin selvittää juoksutestin tulosten ja kilpailumenestyksen välisiä yhteyksiä kilpailukauden aikana ja yksittäisissä SM-kilpailuissa. Toisekseen haluttiin selvittää kokeellisesti saman päivän aikana tehtävien juoksutestin ja suunnistussuorituksen välistä yhteyttä.

Juoksutestin tuloksen ja kilpailumenestyksen välistä yhteyttä selvitettiin Suomen Suunnistusliiton vuoden 2007 aikana järjestämien juoksutestien tulosten ja kilpailumenestysaineiston (ranking, SM-sprintti ja SM-keskimatka) perusteella. Koehenkilöistä oli naisia (n=64) ja miehiä (n=46). Kokeellisessa tutkimuksessa mittaukset suoritettiin loppusyksystä 2007. Mittausten koehenkilöinä oli nuoria suunnistajia (n=9, joista naisia n=6). Aamupäivällä tytöt suorittivat 3000m:n ja pojat 5000m:n juoksutestit sekä iltapäivällä suunnistusradan. Kuormituksissa mitattiin aikaa, sykettä ja laktaattipitoisuuksia suorituksen kuormitustason arvioimiseksi.

Juoksutestin tuloksen ja rankingin välinen yhteys oli erittäin merkitsevä sarjoissa D21, D20 ja D18 ($r = 0.77$; $r = 0.72$; $r = 0.72$, $p < 0.001$). Myös sarjoissa D16, H20, H18 ja H16 yhteydet olivat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0.05$). Juoksutestin ja SM-sprintissä menestymisen välillä yhteys ilmeni sarjoissa D18 ja D16 ($r = 0.69$; $r = 0.75$, $p < 0.05$). Juoksutestin ja SM-keskimatkalla menestymisen välillä tilastollisesti merkitsevä yhteys saavutettiin sarjassa D20 ($r = 0.63$, $p < 0.05$) Kokeellisessa tutkimuksessa havaittiin naisten ryhmässä yhteys ($r = 0.84$, $p < 0.05$) juoksutestin tuloksen ja alamäkirastivälin välillä.

Tutkimuksen johtopäätöksenä on, että juoksutestissä nopeat ajat tehneet menestyivät koko kauden aikana suunnistuksessa hitaita juoksijoita paremmin lähes kaikissa sarjoissa. Yksittäisen kilpailun menestys ja juoksutestin loppuaika ovat yhteydessä toisiinsa nuorten naisten sarjoissa. SM-keskimatkan sijoitus ja juoksutestin tulos eivät ole yhteydessä toisiinsa vahvasti, johtuen mahdollisesti suunnistustehtävien haasteista ja erilaisista fyysisistä vaatimuksista suhteessa muihin kilpailumuotoihin. Kokeellisen tutkimuksen osalta johtopäätöksiä ei voida tehdä johtuen pienestä koehenkilömäärästä ja kontrolloitu koeasetelma aihealueen jatkotutkimuksissa on toivottavaa.

Avainsanat: juoksutesti, ranking, anaerobinen kynnys, maksimaalinen hapenottokyky.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	1
SISÄLTÖ	2
1 JOHDANTO	3
2 SUUNNISTUSSUORITUS JA SEN FYYSISET VAATIMUKSET	4
2.1 Suunnistussuorituksen biomekaniikka	4
2.1.1 Etenemisnopeudet suunnistussuorituksessa	4
2.1.2 Kontaktiajat, askelpituus ja askeltiheys suunnistussuorituksessa.....	5
2.1.3 Voimantuoton yhteydet suunnistussuoritukseen	6
2.2 Suunnistussuorituksen fysiologia.....	7
2.2.1 Syke suunnistussuorituksen aikana.....	7
2.2.2 Veren laktaattipitoisuus suunnistussuorituksen aikana	8
2.2.3 Maksimaalinen hapenottokyky, hapenkulutus ja kynnystehot suunnistussuorituksessa	9
2.3 Juoksu- ja suunnistusjuoksusuorituksen taloudellisuus	11
3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT.....	13
4 MENETELMÄT	16
4.1 Koehenkilöt	16
4.2 Tutkimusasetelma.....	17
4.3 Aineiston keräys ja analysointi	18
4.4 Tilastolliset menetelmät	19
5 TULOKSET	20
5.1 Juoksutestien tulokset ja kilpailumenestys.....	20
5.2 Kokeellisen tutkimuksen tulokset	24
6 POHDINTA	26
6.1 Päätulokset.....	26
6.2 Juoksutesti- ja kilpailumenestysaineiston tulokset.....	26
6.3 Kokeellisen tutkimuksen tulokset	30
7 LÄHTEET	32
8 LIITTEET	35

1 JOHDANTO

Suunnistus ymmärrettiin pitkään suurelta osin fyysiseksi suoritukseksi, jossa taito ja tekniikka ovat vain apuvälineitä, eivät varsinaisia suorituskykyisyyttä määrittäviä tekijöitä. Teoksessaan *Suunnistusvalmennus* Kärkkäinen ja Pääkkönen (1986) sekä myöhemmin Nikulainen (1988) pro gradu -tutkielmassaan *Suunnistusajattelun teoria* muuttivat käsityksiä tieteellisellä tasolla suuresti 80-luvulla. Fyysinen suorituskyky on vain yksi osatekijä ja sen lisäksi suoritukseen vaikuttavat suunnistustaidolliset tekijät sekä psyykkiset suoritustekijät. Nikulainen (1988) esitti, että tärkeimpänä tekijänä on psyykinen suoritustekijä nimeltään suunnistusajattelu, joka ohjaa taidollista toimintaa. Fyysinen osa suoritusta kuvattiin fyysisiksi valmiuksiksi (Nikulainen 1988).

Suunnistustaito ja –ajattelu eivät ole kuitenkaan tämän tutkielman keskeisiä teemoja, koska nykysuunnistuksessa juoksuvauhti on noussut merkittävään rooliin. Tämä johtuu mahdollisesti juuri urheilijoiden parantuneesta suunnistustaidosta ja –ajattelusta. Tehtyjen virheiden määrät ovat vähentyneet ja virheiden koko pienentynyt, jolloin urheilijoiden pitää keskittyä entisestään myös fyysisien valmiuksien parantamiseen. Fyysisen suorituskyvyn parantaminen johtaa yksinkertaisesti parempaan loppuaikaan ja tulokseen.

Huippusuunnistajille on nykyisen päävalmentajan aikana (2006-) painotettu erityisesti juoksuvauhdin parantamista ja kehoitettu osallistumaan ratajuoksutesteihin sekä –kilpailuihin. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko suorituskyky juoksussa ollut vuonna 2007 yhteydessä kilpailumenestykseen suunnistuksessa Suomessa järjestetyissä kilpailuissa. Toisekseen haluttiin selvittää mitkä ovat saman päivän aikana tapahtuvien juoksu- ja suunnistustestien väliset yhteydet. Tärkeää tutkimuksen tulosten kannalta on mahdollinen hyöty käytännön harjoitteluun ja asennoitumiseen kilpailuihin. Ilman kovaa juoksukapasiteettia juoksutestissä radalla on vaikea saavuttaa menestystä suunnistuksessa.

2 SUUNNISTUSSUORITUS JA SEN FYYSISET VAATIMUKSET

2.1 Suunnistussuorituksen biomekaniikka

Suunnistusjuoksun biomekaniikkaa on tutkittu vähän. Luotettava mittaaminen on erittäin vaikeaa toteuttaa johtuen olosuhteiden ja juoksualustan jatkuvasta muuttumisesta. (Väisänen 2002.) Maastopohjan vaihtelevuuden vuoksi voi suunnistajan askeleen pituus, korkeus, tiheys ja suunta vaihdella askel askeleelta. Siten suunnistajan on kyettävä jatkuvasti muuttamaan juoksun biomekaanista luonnetta. (Kärkkäinen & Pääkkönen 1986.)

2.1.1 Etenemisnopeudet suunnistussuorituksessa

Suunnistuksen lajisuorituksen pitkästä kestosta johtuen suunnistaja ei liiku suorituksen aikana nopeutensa ääri rajoilla ja näin ollen perinteisesti ymmärretyn nopeuden (pikajuoksu-nopeus) merkitys on suunnistajalle vähäinen. Suunnistaja tarvitsee kuitenkin kykyä nopeisiin, vaihteleviin liikkeisiin, sillä suunnistusjuoksu sisältää paljon hyppyjä ja väistöliikkeitä, jotka pitää pystyä tekemään nopeasti. (Kärkkäinen & Pääkkönen 1986.)

Suunnistajien todellisia etenemisnopeuksia on määritelty useissa tutkimuksissa (Weltzien 1979; Kärkkäinen ym. 1984; Laakso ym. 1994; Salmi 2002). Taulukoissa 1-3 esitellään Weltzienin (1979) Norjassa ja Laakson ym. (1994) Saksassa toteuttamien tutkimusten tuloksia. Tärkeää on huomioida, että Weltzienin (1979) tutkimuksessa mitattiin etenemisnopeuksia miesten suunnistuskilpailussa pohjoismaisessa maastotyypissä, Laakson ym. (1994) tutkimuksessa etenemisnopeuksia suunnistusjuoksutestissä mannermaisessa maastotyypissä ja Salmen (2002) tutkimuksessa suunnistuskilpailussa mannermaisessa maastotyypissä.

TAULUKKO 1. Etenemisnopeudet eri maastonkohdissa suunnistuskilpailussa (Weltzien 1979).

Maastonkohta	Kilometrivahti (min/km)
Tie	3.30-4.00 min/km
Hyvä polku	4.00-4.30 min/km
Huono polku	4.30-5.30 min/km
Suo	5.00-6.00 min/km
Tasainen maasto	6.00-7.30 min/km
Mäkinen maasto	7.30-10.00 min/km
Todella mäkinen maasto	10.00 -> min/km

TAULUKKO 2. Etenemisnopeudet eri maastonkohdissa maastotestiradalla (Laakso ym. 1994).

Maastonkohta	Miehet (min/km)	Naiset (min/km)
Tasainen	3.54 min/km (3.39-4.10)	3.54 min/km (3.39-4.10)
Loiva alamäki	3.34 min/km (3.20-3.47)	4.35 min/km (3.47-6.34)
Loiva ylämäki	4.23 min/km (4.08-4.36)	5.25 min/km (5.13-5.43)
Jyrkkä ylämäki	7.19 min/km (6.48-7.53)	9.03 min/km (7.53-10.15)

TAULUKKO 3. Etenemisnopeudet eri maastonkohdissa suunnistuskilpailussa (Salmi 2002).

Maastonkohta	Miehet (min/km)	Naiset (min/km)
Tie/polku	3.45 - 4.00 min/km	4.30 – 4.45 min/km
Tasainen maasto	4.15 - 4.30 min/km	5.15 - 5.30 min/km
Loiva ylämäki	5.30 - 6.00 min/km	7.00 – 7.30 min/km
Jyrkkä ylämäki	8.00 – 8.30 min/km	9.30 – 10.00 min/km
Loiva alamäki	4.30 – 4.45 min/km	5.30 – 6.00 min/km
Jyrkkä alamäki	5.15 – 5.30 min/km	6.30 – 7.00 min/km
Keskiarvo	5.36 - 5.53 min/km	6.40 - 6.46 min/km

Eri tutkimusasetelmista huolimatta on havaittavissa selkeä ero pohjoismaisen ja mannermaisen maastotyyppien etenemisnopeuksien välillä erityisesti maaston nopeimpien ja hitaimpien osien välillä. Myös tasaisen maaston etenemisnopeuksissa on selvä ero pohjoismaisen- ja mannermaisen maastotyyppien välillä. (Salmi 2002). Harvempien maastokohteiden, hyvän näkyvyyden ja kulkukelpoisuuden vuoksi suunnistajan vauhti nousee usein mannermaisessa maastossa kovemmaksi kuin Pohjoismaissa (Nikulainen 1994). Viime vuosina on suunnistuksen arvokilpailuja käyty ja käydään erityisesti juuri mannermaisissa maastoissa, kuten MM-kisat Unkarissa 2009. (IOF, www.orientering.org 27.10.2009).

2.1.2 Kontaktiajat, askelpituus ja askeltiheys suunnistussuorituksessa

Havas (1989) mittasi suunnistusjuoksun askelkontaktien kestoksi suorituksen aikana 200 - 270 ms. Kilpailuvauhdissa suunnistusjuoksunopeudet ja kontaktiajat tiellä olivat keskimäärin 4.2 m/s ja 210 ms, normaalimaastossa 3.7 m/s ja 230 ms, ryteikössä 3.7 m/s ja 240 ms, alamäessä 3.4 m/s ja 200 ms sekä ylämäessä 2.4 m/s ja 270 ms. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että maastossa kontaktiajat vaihtelevat enemmän kuin tiejuoksussa. (Havas 1989.)

Varsinainen nopeus lisääntyy suunnistusjuoksussa pääsääntöisesti askelpituutta kasvattamalla, toisin kuin kestävyysjuoksussa, jossa nopeutta lisätään sekä askelpituutta että askel-
tiheyttä lisäämällä (Kärkkäinen ym. 1984). Suunnistusjuoksussa askelpituus on 5 – 15 cm
pidempi kuin juoksumatolla tai tiellä vastaavalla nopeudella, ja vastaavasti askel-
tiheys maastossa on pienempi (Havas 1989).

Creagh & Reilly (1997) totesivat pehmeän maastopohjan pidentävän kontaktiaikaa ja askel-
pituuden riippuvan myös aluskasvillisuuden paksuudesta. Havas & Kärkkäinen (1995)
havaittivat jalkalihasten EMG -aktiivisuuksia erilaisilla alustoilla mitatessaan, että juok-
sunopeuden kasvaessa kaksoiskantalihaksen ja kaksipäisen reisilihaksen lihasaktiivisuus
pieneni 20 % siirryttäessä polulta maastoon. Tutkijat pitivät näiden lihasten heikkoutta yh-
tenä mahdollisesti rajoittavana tekijänä maksimaaliselle juoksuvauhdille mäkisessä maas-
tossa. (Havas & Kärkkäinen 1995.)

2.1.3 Voimantuoton yhteydet suunnistussuoritukseen

Kärkkäisen ja Pääkkösen (1986) mukaan suunnistaja tarvitsee lihasvoimaa oman kehon
liikuttamiseen. Tärkeää on tällöin suunnistajan suhteellinen voima eli lihaksiston voiman
on oltava urheilijan painon suhteen mahdollisimman suuri. Suhteellista voimaa voidaan
näin ollen lisätä sekä kehonpainoa pienentämällä että lihasvoimaa lisäämällä. (Kärkkäinen
ja Pääkkönen 1986.)

Tammelin (1992) havaitsi että lihasten hyvät maksimivoimaominaisuudet ja relaksaatio-
kyky korreloivat nopean alamäkijuoksukyvyn kanssa ja vahvat nopeusvoimaominaisuudet
puolestaan hyvän ylämäkijuoksukyvyn kanssa. Koehenkilöjoukko oli tosin pieni, joten tu-
loket ovat vain suuntaa antavia. (Tammelin 1992.)

Väisäsen (2002) tutkimuksessa pyrittiin myös löytämään yhteyksiä voimantuot-
to-ominaisuuksien ja suunnistusjuoksukyvyn välille. Nopeusvoimaominaisuudet eivät tässä
tutkimuksessa korreloineet erityisesti ylämäkijuoksukyvyn kanssa, vaan tasaisesti eri radan
osioiden kanssa. Maksimivoimaominaisuudet eivät korreloineet yhtä hyvin kaikkien suunn-
istusjuoksuradan osioiden kanssa kuin nopeusvoimaominaisuudet. Parhaiden suunnistus-

juoksijoiden maksimivoima oli hieman heikompi kuin muiden koehenkilöiden, mutta voimantuottomittauksissa suoritettua väsytyksen jälkeen he tuottivat parhaan maksimivoiman. Väisänen (2002) mukaan tämä viittaa nopeimpien suunnistusjuoksijoiden muuta ryhmää parempaan voimakestävyyskykyyn. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että miesten korrelaatiot eri voimamuuttujien ja suunnistusjuoksun osien välillä olivat voimakkaammat kuin pojilla. Vaikuttaakin siltä, että pojat eivät saa voimaominaisuuksiaan käyttöön suunnistusjuoksussa yhtä hyvin kuin miehet ja tutkija arvioi että se johtuu miesten paremmasta suunnistusjuoksu-tekniikasta. (Väisänen 2002.)

2.2 Suunnistussuorituksen fysiologia

Meron ym. (1984) mukaan suunnistus on intensiteetiltään melko vakiona pysyvää työtä, jonka laatu vaihtelee. Suunnistusjuoksu-kyvyssä ovat ratkaisevina tekijöinä sekä suunnistajan fyysiset edellytykset että maastajuoksu-kyky (Kärkkäinen & Pääkkönen 1986). Kestävyysominaisuuksista aerobinen ja anaerobinen kynnykset ovat tärkeimmät suunnistusjuoksu-kykyä kuvaavat muuttujat ja vauhti määräytyy maastossa erityisesti niiden perusteella (Väisänen 2002).

2.2.1 Syke suunnistussuorituksen aikana

Suunnistajan syketiheyden on suorituksen aikana todettu pysyvän lähes koko ajan samalla tasolla, kunhan suunnistajan taitotaso on riittävän korkea (Kärkkäinen & Pääkkönen 1986). Huippusuunnistajan ja harrastelijan erottaa toisistaan suorituksen aikainen sykkeenvaihtelu ja huippusuunnistajalla se on parhaimmillaan alle 3 lyöntiä (Creagh & Reilly 1997). Sykkeenvaihtelu on pientä onnistuneen suorituksen aikana, mutta myös huippusuunnistajalla vaikea suunnistusalue saattaa kuitenkin näkyä sykkeen alenemisena (Karppinen & Laukkanen 1994).

Kilpailun aikana syke vaihtelee maastonkohdan ja suunnistustehtävän mukaan noin 80 - 96 % tasolla HR_{max} :sta (Andersson ym. 1993; Mero ym. 1984). Pitkällä matkalla (90 - 100 min) syke on keskimäärin hieman alle anaerobisen kynnyksen ja pikamatkalla (20 - 25 min) anaerobisen kynnyksen tasolla tai hieman sen yläpuolella (Moser ym. 1995; Gjerset ym. 1997).

Creagh ym. (1998) tutkivat neljän maasto-olosuhteissa tapahtuvan juoksulajin sykkeitä suhteessa tiejuoksuun. Korkein keskiarvosyke saavutettiin tiejuoksussa (182 l/min) ja matalin suunnistuksessa (172 l/min). Maastajuoksun ja mäkijuoksun keskiarvosykkeet asetuivat edellisten välimaastoon. Suunnistuksessa havaittiin merkittävästi enemmän vaihtelua kuin muissa lajeissa, vaihteluvälin ollessa 142 - 186 l/min. Tutkijoiden mukaan se johtuu mahdollisesti maaston vaihtelusta ja lajin teknisestä luonteesta. (Creagh ym. 1998.) Väisänen (2002) tutkimuksessa havaittiin, että juostaessa suunnistusrata kahteen kertaan keskimääräinen syke on toisella kertaa juostaessa korkeampi kuin ensimmäisellä (miehet HR 164 l/min vs. 173 l/min ja pojat HR 168 l/min vs. 174 l/min). Nivukosken (2006) tutkimuksessa havaittiin aikuisten miesten syketason vaihtelevan huomattavasti vähemmän kuin nuorien suunnistajien, ja tutkija arvioi sen johtuvan nuorempien heikommasta taitotasosta.

2.2.2 Veren laktaattipitoisuus suunnistussuorituksen aikana

Veren laktaattipitoisuudet normaalimatkan suunnistuskilpailussa ovat anaerobisen kynnyksen tuntumassa ja sen yläpuolella (keskimäärin 3 - 6 mmol/l), mutta raskaimpien maastonkohtien jälkeen voidaan mitata hetkellisesti jopa yli 10 mmol/l arvoja. Mitä lyhyempi suunnistussuoritus on, sitä korkeammalle laktaattipitoisuuden on mittauksissa todettu nousevan. (Andersson ym. 1993; Gjerset ym. 1997; Mero ym. 1984; Moser ym. 1995.) Dresel (1985) havaitsi saksalaisilla eliittisuunnistajilla vaihteluja veren laktaattipitoisuuksissa radan eri vaiheissa seuraavasti:

- Vaikeat välit 3.57 - 4.60 mmol/l
- Helpot välit 4.41 - 6.72 mmol/l
- Huonokulkuinen maasto 4.41 mmol/l
- Jyrkän nousun jälkeen 7.28 mmol/l

Norjalaisilla suunnistajilla 1990-luvun puolivälissä tehdyissä tutkimuksissa havaittiin veren laktaattipitoisuuden olevan pitkän matkan kilpailussa keskimäärin 3.0 mmol/l ja saman radan suunnistusjuoksussa 4.2 mmol/l. Radan nopeimpien suunnistajien laktaattipitoisuus

det olivat koko radalla keskimäärin alhaisempia kuin hitaampien, mutta fyysisissä kohdissa nousivat selvästi korkeammalle kuin hitaampien. Pikamatkalla havaittiin samat ilmiöt nopeimpien ja hitaampien välillä koko ryhmän laktaattipitoisuuksien ollessa suunnistuskilpailussa keskimäärin 4.0 mmol/l ja pikamatkan suunnistusjuoksussa 4.8 mmol/l. (Moser ym. 1995; Gjerset ym. 1997.)

Laakson ym. (1994) suunnistusjuoksuradalla tekemissä mittauksissa veren laktaattipitoisuus vaihteli miehillä välillä 4 - 14.5 mmol/l ja naisilla välillä 2.5 - 13.8 mmol/l maastonkohdasta riippuen. Korkeimmat laktaattipitoisuudet mitattiin jyrkän ylämäen päällä ja matalimmat pitoisuudet suorituksen alussa tasaisella. Tammelinin (1992) tutkimuksessa 40 - 50 minuutin suorituksen lopussa miessuunnistajien veren laktaattipitoisuus oli keskimäärin 8.7 mmol/l ja naisten 7.6 mmol/l (Tammelin 1992).

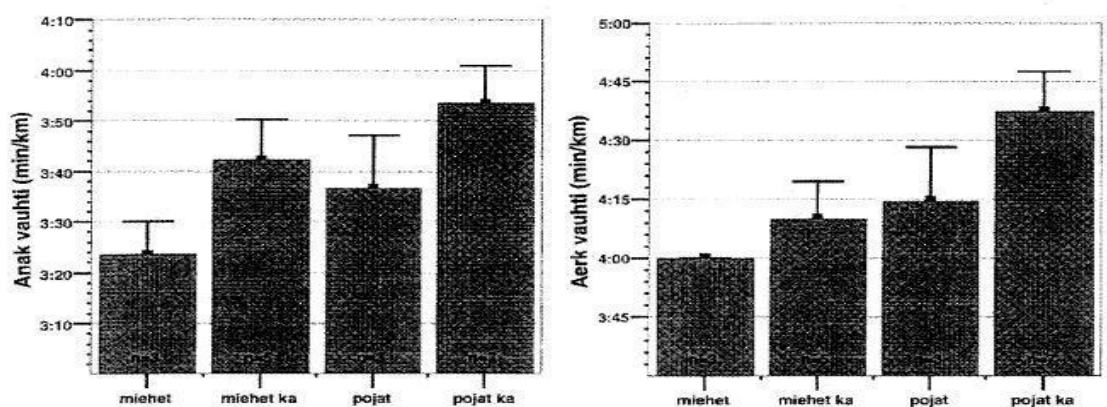
2.2.3 Maksimaalinen hapenottokyky, hapenkulutus ja kynnystehot suunnistussuorituksessa

Maksimaalinen hapenottokyky (VO_{2max}) tarkoittaa suurinta aerobisen energiantuottokyvyn määrää ja kestävyysuorituskyky perustuu lajista riippumatta maksimaaliseen aerobiseen tehoon (VO_{2max}). Pitkäaikaista aerobista kestävyyttä määrittävät lisäksi fysiologiset kuntekijät, kuten aerobinen ja anaerobinen kynnysteho. (Nummela, A ym. teoksessa Urheiluvallmennus 2004, 333.)

Aiemmissä tutkimuksissa ei miessuunnistajien maksimaalisen hapenottokyvyn ole todettu korreloivan kilpailumenestyksen kanssa, mutta naisilla heikko yhteys on havaittu joissakin tutkimuksissa (Moser ym. 1995; Creagh & Reilly, 1997). Jensen ym. (1994) havaitsivat, että suunnistajien hapenkulutus normaalimatkan kilpailussa vaihteli 75 - 88 % tasolla maksimaalisesta hapenotosta. Suunnistajien hapenkulutuksen on todettu olevan hieman korkeampi maastossa kuin juoksumatolla kynnystasoilla juostessa. Maksimaalinen hapenottokyky on sen sijaan yhtä korkea sekä maastajuoksussa että juoksumatolla. (Tammelin 1995.)

Väisänen (2002) arvioi, että menestyäkseen aikuisten arvokilpailuissa maksimihapenoton tulisi olla lähes $80 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ sekä anaerobisen kynnyksen vauhdin juoksumatolla noin 3.20min/km. Koska kilpailusuoritus tapahtuu anaerobisen kynnyksen tasolla tai hie- man sen yli, on tärkeää että anaerobisen kynnyksen suhteellinen taso maksimihapenotosta on korkea. Tutkimuksessa juostussa suunnistusjuoksusuorituksessa miehet kykenivät tut- kijan mukaan juoksemaan anaerobisella kynnyksellä, kun taas pojat jäivät siitä sykkeinä viisi lyöntiä/min. Tämä ero johtuu mahdollisesti vaativan maastajuoksutekniikan hitaasta, vain useiden harjoitusvuosien ja suurien toistomäärien kautta tapahtuvasta omaksumisesta. Viimeiseksi, viimeistä suunnistusjuoksutestiä edeltäneet mattotesti ja suunnistusrata aset- tavat vaatimuksia palautumiselle, joka on saattanut olla miehillä paremman aerobisen pe- ruskestävyyden vuoksi nopeampaa ja tehokkaampaa kuin pojilla. (Väisänen 2002.)

Useissa tutkimuksissa on löydetty yhteys suunnistusjuoksuradan loppuajan (=suunnistusjuoksu- kyky) ja anaerobisen kynnysvauhdin välillä (Moser ym. 1995; Gjerset ym 1997; Held & Muller 1997; Tammelin 1992 (vain miehet); Väisänen 2002). Kuvasta 1 havaitaan, kuinka suunnistusjuoksun parhaat ovat saavuttaneet nopeammat kynnysvauhdit kuin koehenkilöjoukko keskimäärin (KUVA 1). Maksimaalisen hapenottokyvyn ja suun- nistusjuoksu- kyvyn välillä on löydetty vähemmän yhteyksiä (Moser 1995; Held & Muller 1997).



KUVA 1. Anaerobisen ja aerobisen kynnyksen juoksu- vauhti kolmella parhaalla maastajuoksisjapo- jalla ja –miehellä verrattuna muihin ryhmien jäseniin (Väisänen 2002).

2.3 Juoksu- ja suunnistusjuoksusuorituksen taloudellisuus

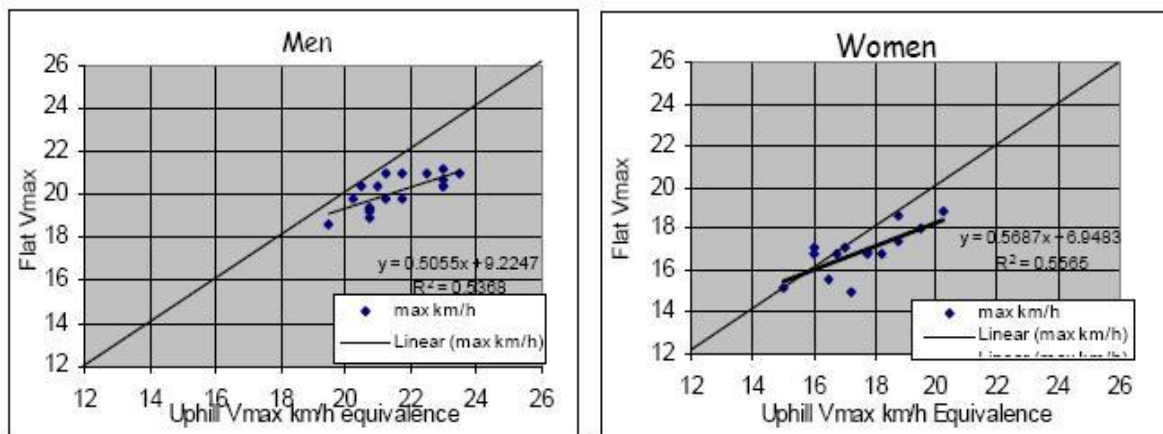
Maksimaalinen hapenottokyky ja hermo-lihasjärjestelmän voimantuottokyky ovat kestävyysuorituksen perustekijöitä ja suorituksen taloudellisuus ratkaisee lopulta kuinka hyvään kestävyysuoritukseen urheilija kykenee (Nummela 2004, teoksessa Urheiluvalmennus 2004). Taloudellisuudella tarkoitetaan kestävyysurheilussa mahdollisimman pientä energiankulutusta määrättyllä submaksimaalisella kuormitustasolla (Cavanagh & Kram 1985). Juoksun taloudellisuus on tärkeä ominaisuus suunnistajalle. Juoksumatolla tehdyt taloudellisuusmittaukset eivät kuitenkaan ole hyviä ennustajia suunnistajan juoksun taloudellisuudelle maastossa. (Kärkkäinen ym. 1984; Jensen ym. 1994; Tammelin 1995.)

Tammelin (1995) vertaili hapenkulutusta, sykettä ja laktaattipitoisuutta juoksumatolla ja maastossa portaittain nousevassa kuormituksessa ja totesi, että samalla syke- ja hapenkulutustasolla laktaattipitoisuus oli korkeampi juoksumatolla kuin maastossa. Toisaalta Moser ym. (1995) havaitsivat, että anaerobisella kynnyksellä laktaattipitoisuus oli alhaisempi juoksumatolla (3.6 mmol/l) kuin myöhemmissä suunnistussuorituksessa (4.8 mmol/l) ja suunnistusjuoksussa (6.1 mmol/l). Korkeimmat laktaattipitoisuudet mitattiin tosin jyrkän ylämäen jälkeen. (Moser ym. 1995.)

Jensen ym. (1999) pyrkivät selvittämään syitä suunnistajien ja juoksijoiden juoksun taloudellisuuden taustalla mittaamalla hapenkulutusta kenttäolosuhteissa. Tutkimuksessa juostiin sekä tasaisella polulla, että jyrkkäpiirteisessä metsämaastossa. Polulla taloudellisuus oli juoksijaryhmän ja suunnistajaryhmän välillä lähes sama, mutta polulta metsään siirryttäessä suunnistajien juoksun taloudellisuus heikkeni merkitsevästi vähemmän kuin juoksijoiden. Lisäksi havaittiin että eliittisuunnistajien juoksun taloudellisuus oli maastossa parempi (5 %) kuin ns. subeliittitason suunnistajien. Tutkijoiden mukaan suunnistajien parempi metsäjuoksun taloudellisuus johtuu mahdollisesti luontaisesta kyvystä tai runsaasta harjoittelusta ko. olosuhteissa, viitaten tällaisen erityisharjoittelun tärkeyteen suunnistajien harjoittelussa. (Jensen ym. 1999.)

Zürcher ym. (2005) havaitsi juoksumatolla toteutetuissa ylämäen- ja tasaisen juoksun kuormituksissa, että suunnistajien juoksukapasiteetti on suurempi ylämäkijuoksussa kuin

tasaisella. Tasaisella juostun mattotestin ja ylämäkitestin suhteutettu maksiminopeus poikkesivat toisistaan lineaarisesti (KUVA 2). Tämä johtuu tutkijoiden mukaan mahdollisesti tasaisella juostessa II-tyyppin lihassolujen käytön aiheuttamasta neuromuskulaarisesta väsymyksestä ja toisaalta ylämäkijuoksun hitaista nopeuksista. Tulokset ovat ristiriitaisia aiempiin tutkimuksiin nähden erityisesti laktaatin osalta ja siihen saattoi tutkijan mukaan vaikuttaa tutkimusasetelma, jossa ensin juostiin mattotesti tasaisella ja 3-4 tunnin palautuksen jälkeen mattotesti ylämäessä. Tällöin glykogeenivarastoissa saattoi olla vajetta. Lisäksi tutkimuksen ylämäkijuoksutestissä käytetty nousukulma oli niin suuri, että nopeita motorisia yksiköitä ei kyetty rekrytoimaan ja mahdollisesti tämä johti matalampaan laktaattipitoisuuteen. Tutkimuksen tuloksia verrattiin myös vuoden 2005 Japanin MM-kisojen tuloksiin, jotka käytiin erittäin mäkisissä maastoissa. Ylämäkijuoksun kapasiteetti korreloi suunnistajan tuloksien kanssa Japanissa, sillä ylämäkitestin paras oli paras myös kisajoukkueen sisällä sekä erittäin menestyksekkäs itse kilpailuissa. Viimeiseksi (Zürcher 2005.)



KUVA 2. Mattotestin maksimivauhdin ja ylämäkitestin suhteutetun maksiminopeuden poikkeavuus.

3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Kestävyysmuuttujien, suunnistussuorituskyvyn ja suunnistusjuoksukyvyn välisiä yhteyksiä on tutkittu kattavasti. Näiden edellä mainittujen tekijöiden väliset yhteydet eivät ole kuitenkaan yksiselitteisiä lajissa, jonka tuloksiin vaikuttavat niin monet tekijät kuten esimerkiksi suunnistussuorituksen taidolliset tekijät, joita on lajinomaisen asetelman kärsimättä hankala rajata pois. On kuitenkin tärkeää että kestävyysominaisuuksia pystytään selkeillä ja yksinkertaisilla menetelmillä mittaamaan ja näin arvioimaan suunnistajien fyysistä suorituskyyä.

Tutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena on selvittää, mitkä ovat Suomen Suunnistusliiton käyttämien juoksutestien (naiset 3000m ja miehet 5000m) tulosten ja kilpailumenestyksen väliset yhteydet. Tätä varten tutkimuksen ensimmäisenä aineistona käytetään vuoden 2007 aikana juostujen juoksutestien aikoja, vuoden 2007 ranking-tuloksia sekä lisäksi menestymistä sprintin ja keskimatkan SM-kilpailuissa. Toisekseen tutkimuksessa halutaan selvittää kokeellisella tutkimuksella, ovatko juoksutestien tulokset yhteydessä suunnistusradan loppu-aikaan ja kahteen sen aikana juostavaan väliin, joissa fyysinen suorituskyy painottuu.

Tutkimusongelmat ja hypoteesit

Ongelma 1: Ovatko juoksutestien tulokset yhteydessä koko kauden kilpailumenestykseen (ranking-sijoitus)?

Hypoteesi:

Juoksutestien tulokset ovat yhteydessä kilpailumenestykseen (ranking).

Perustelu:

Moser ym. (1995) vertasivat laboratoriotesteissä mitattuja kestävyysmuuttujia (maksimaalinen hapenottokyy, anaerobisen kynnyksen vauhti ja anaerobisen kynnyksen hapenkulu-

tus) suunnistuskilpailun tuloksiin, ja havaitsivat vahvan korrelaation naisilla. Myös miesten korrelaatiot olivat merkitseviä, mutta eivät yhtä vahvoja kuin naisilla. (Moser ym. 1995.) Suunnistusjuoksukyvyn ja kestävyysmuuttujien välillä eniten positiivisia korrelaatioita on löydetty anaerobisen kynnysvauhdin ja suunnistusjuoksuradan loppuajan välillä (Moser 1995; Gjerset ym 1997; Held & Muller 1997; Tammelin 1992 (vain miehet); Väisänen 2002). 3000 ja 5000 metrin juoksutesteissä työskennellään anaerobisen kynnyksen teholla ja yli, joten kyseessä oleva testimenetelmä on sen osalta validi. Ylämäkijuoksukyvyn ja kilpailumenestyksen välillä todetaan olevan yhteys Zürcherin (2005) tutkimuksessa. Parhaat ylämäkijuoksijat mattotestillä toteutetussa kuormituksessa olivat myös vahvimpia MM-kilpailussa samana vuonna. (Zürcher ym. 2005.)

Ongelma 2: Ovatko juoksutestien tulokset yhteydessä yksittäisessä kilpailussa menestymiseen (SM-sprintti ja SM-keskimatka 2007) kanssa?

Hypoteesi:

Juoksutestien tulokset ovat yhteydessä yksittäisessä kilpailussa menestymiseen naisten sarjassa.

Perustelu:

Tämän hypoteesin perustelut ovat yhtenevät ongelman 1 perusteluiden kanssa. Lisäksi Moserin ym. (1995) havaitsemat vahvat yhteydet naisten mitattujen kestävyysmuuttujien ja kilpailumenestyksen välillä perustelevat hypoteesiä, jossa naisten yhteyksien oletetaan vahvempia kuin miesten.

Ongelma 3: Ovatko samana päivänä toteutetut juoksutestin ja suunnistussuoritus tulos yhteydessä toisiinsa nuorilla suunnistajilla?

Hypoteesi:

Samana päivänä toteutettujen juoksutestin ja suunnistussuorituksen tulokset eivät ole yhteydessä toisiinsa nuorilla suunnistajilla. Suunnistussuorituksen eri osioiden tulokset ovat yhteydessä juoksutestin tulokseen.

Perustelu:

Väisänen (2002) tutkimuksessa todetaan miesten suunnistustaidon olevan merkitsevästi parempi kuin poikien. Tämä ilmenee poikien suurempana virhemääränä. Lisäksi kokeneempien urheilijoiden paremmat aerobiset kunto-ominaisuudet mahdollistavat nopeamman palautumisen. (Väisänen 2002.) Näin ollen voidaan olettaa, että nuorilla suunnistajilla sekä virheet että väsyminen vaikuttavat juokсутestin ja suunnistussuorituksen väliseen korrelaatioon. Suunnistussuoritus häiriintyy nuorilla enemmän edeltävästä väsytyksestä johtuen.

Väisänen (2002) tutkimuksessa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja poikien ja miesten välillä polku/ura -väleillä tai alamäkimaastajuoksussa. Samassa tutkimuksessa todettiin, ettei kestävyysominaisuuksien suhteen löydetty tilastollisesti merkitseviä eroja poikien ja miesten välillä. (Väisänen 2002.) Tämän perusteella voidaan olettaa, että kestävyysominaisuuksia tässä tutkimuksessa kuvaava juokсутestin aika korreloi myös hyvin vähäistä suunnistushaastetta sisältävien tievälin ja alamäkivälin aikojen kanssa.

4 MENETELMÄT

4.1 Koehenkilöt

Juoksutesti- ja kilpailumenestysaineiston koehenkilöinä olivat vuoden 2007 aikana Suomen Suunnistusliiton järjestämiin juoksutesteihin osallistuneet urheilijat. Näistä urheilijoista valittiin analyysiin mukaan pääsarjoissa (D21 ja H21) ranking-listalla 100 parhaan sijoittuneet ja nuorten sarjoissa (H/D20, H/D18 ja H/D16) 50 parhaan joukkoon sijoittuneet. Tällä otoksella pyrittiin rakentamaan sellainen koehenkilöjoukko, joka edustaa kilpailija huippu-urheilijoita. Taulukossa 4 on esitelty analyysiin valikoitu koehenkilöjoukko.

TAULUKKO 4. Suomen Suunnistusliiton juoksutesteihin 2007 osallistuneet menestymiskriteerit täyttäneet urheilijat.

Ratatestit 2007	n=64	Ikä (v)	Ranking
D21	21	25.5 ± 3.6	33 ± 32
D20	18	19.5 ± 0.5	16 ± 12
D18	17	17.7 ± 0.5	24 ± 17
D16	8	15.9 ± 0.3	17 ± 16
Ratatestit 2007	n=46	Ikä (v)	Ranking
H21	11	27.8 ± 3.1	20 ± 18
H20	11	19.3 ± 0.5	25 ± 17
H18	12	17.6 ± 0.5	25 ± 18
H16	12	15.8 ± 0.4	25 ± 16

Toisen aineiston kokeellisiin mittauksiin osallistuivat koehenkilöinä (n=10kpl) Varsinais-Suomen aluevalmennusryhmän suunnistajia iältään 15 - 17 v, jotka osallistuivat mittauksiin vapaaehtoisesti. Koehenkilöiltä selvitettiin kyselylomakkeella syntymäaika, pituus ja paino. Koehenkilöt kutsuttiin testiin sähköpostitse, jossa informoitiin testin perustiedoista ja aikatauluista. Ennen mittauksia koehenkilöt täyttivät suostumuslomakkeen, jossa informoitiin testien riskeistä ja korostettiin että testin saa keskeyttää, mikäli siihen tuntee aiheutta (LIITE 3). Kokeellisten mittausten koehenkilöt on esitelty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Koehenkilöt kokeellisissa mittauksissa.

Kuusisto 10.11.07	n (kpl)	Ikä (v)	Pituus (cm)	Paino (kg)	Ranking
Tytöt	6	15.8 ± 2.5	168 ± 8	56 ± 10	27.3 ± 23
Pojat	3	15.8 ± 2	179 ± 7	67 ± 8	30 ± 40

4.2 Tutkimusasetelma

Juoksutesti- ja kilpailumenestysaineiston juoksutestit järjestettiin vuoden 2007 aikana. Juoksutestit suoritettiin poikkeuksetta päällystetyillä urheilukentillä. Urheilijoita ohjeistettiin saapumaan testiin valmistautumalla siihen kuten kilpailuun. Yhteensä eri testejä järjestettiin kymmenen kappaletta aikavälillä huhtikuusta syyskuuhun.

Kokeellinen tutkimus toteutettiin Kaarinassa 10.11.2007. Aamupäivän juoksutestit suoritettiin Kaarinan urheilukentällä. Olosuhteet olivat kaikille samat; lämpötila 0-1°C, räntäsade ja voimakas tuuli takasuoralla. Tytöt (n=6) juoksivat 3000 metriä ja pojat (n=3) 5000 metriä. Koehenkilöt verryttelivät 15 – 20 min ennen ja jälkeen juoksutestin. Koehenkilöitä ohjeistettiin juoksemaan testi mahdollisimman tasaista vauhtia. Iltapäivän suunnistustesti juosti Kuusistossa paikallisen seuran majalta. Tyttöjen radalla oli pituutta 2km (LIITE 2) ja pojilla 2,5km (LIITE 1). Suunnistusradalta valikoitiin ennalta määräämätön osuus (pojat 1,6km ja tytöt 1,2km) tutkimuksen tuloksiin ja analyysiin. Lisäksi rata sisälsi kaksi juoksuväliä: 1) tieväli 340m ja 2) alamäki väli 130m. Koeasetelma on havainnollistettu kuvassa 3.

klo 10-11	klo 12-14	klo 14.30-17.00	klo 17-19	12/2007
Ratatestit Kaarinan yu-kenttä Tytöt 3000m/Pojat 5000m	Ruoka, luento ja ohjeistus	Suunnistus- testit, Alppila Tytöt 2km/Pojat 2,5km	Analyysi- lomake + palaute	S-radan palaute
Laktaatti ennen ja jälkeen		Laktaatti ennen rataa, keskellä rataa ja radan lopussa	Syketietojen keräys	Tutkijan toimittama

Kuva 3. Kokeellisen tutkimuspäivän kulku.

4.3 Aineiston keräys ja analysointi

Juoksutesti- ja kilpailumenestysaineiston mittauksissa koehenkilöiltä mitattiin juoksutestin aika sekä selvitettiin sijoitukset rankingilla, SM-sprintissä ja SM-keskimatkalla. Rankingin osalta mittauksiin valikoitiin mukaan pääsarjoissa (D21 ja H21) 100 parhaan sijoittuneet ja nuorten sarjoissa (H/D20, H/D18 ja H/D16) 50 parhaan joukkoon sijoittuneet. SM-sprintissä ja keskimatkalla mittauksiin valikoitiin finaaleihin selviytyneet.

Toisen aineiston käytännön mittausten juoksutestissä koehenkilöiltä mitattiin aika, keskinopeus (min/km), keskisyke (HR_{avg}) ja laktaatti (mmol/l) maalissa. Ajat mitattiin koehenkilöiden sykemittareilla ja varmuudeksi tutkijan kellolla (eri valmistajia). Keskisyke mitattiin koehenkilöiden sykemittareilla (eri valmistajia: Polar Electro Oy, Suomi; Suunto t-mallisto, Suunto Oy, Suomi) juoksutestin koko ajalta. Laktaatin mittauksessa käytettiin pika-analysointia (Lactate Pro, ARKRAY, Japani).

Suunnistustestissä mitattiin aika (EMIT, Norja) kokonaisaikana ja rastiväleittäin, syke koko radalta sykemittareilla ja laktaatti mitattiin ennen suunnistustestiä, suunnistustestin keskellä ja suunnistustestin maalissa. Kesken radan tehtävään laktaatin mittaukseen kulunut aika vähennettiin ajasta käyttämällä kahta leimasinta mittauspaiikalla.

Syketietojen käsittelyyn käytettiin sykemittarien ohjelmistoja (Polar Pro Trainer 5, Polar Electro Oy, Suomi ja Suunto Training Manager, Suunto Oy, Suomi), joilla selvitettiin keskisykkeet juoksutestistä ja suunnistustestin kahdelta erilliseltä osiolta (tieväli ja alamäkierastiväli). Suunnistustestin tieväli oli sekä tytöillä että pojilla sama 3-4 -rastiväli. Alamäkierastiväli oli pojilla rastiväli 7-Maali ja tytöillä 6-Maali (LIITE 1 ja LIITE 2). Tievälillä lähtörasti ja välin pääterasti sijaitsivat tien vieressä. Alamäkivälillä taas juostiin polkua pitkin alamäkeen.

4.4 Tilastolliset menetelmät

Molemmassa aineistoissa käytettiin samoja tilastollisia menetelmiä. Aineistojen juoksutes-tien keskiarvot ja keskihajonnat laskettiin Microsoft Excel –ohjelmalla. Kokeellisten mit-tauksien aineiston suunnistustestin ja sen erillisten osioiden laskemisessa käytettiin samoja menetelmiä.

Tulosten tilastollinen analyysi tapahtui Microsoft Excel –ohjelmalla. Muuttujien välistä yhteyttä selvitettiin lineaarisen regressioanalyysin menetelmällä. Tilastolliset merkitse-vyydet analysoitiin lisäksi SPSS for Windows 15.0 -ohjelmalla. Tilastolliseksi merkitse-vyydeksi katsottiin kun $p < 0.05$.

5 TULOKSET

5.1 Juoksutestien tulokset ja kilpailumenestys

Juoksutestien aineisto koostuu eri ryhmistä ja vertailua tehdään eri kilpailujen suhteen. Kaikki juoksutestin suorittaneet koehenkilöt eivät ole mukana jokaisessa vertailussa. Ensinnäkin vertailuihin on valittu aikuisten sarjoista (H21 ja D21) 100 parasta ja nuorten sarjoista 50 ranking-listalla korkeimmalle sijoittunutta. Toisekseen osa koehenkilöistä ei ole kilpaillut tutkimuksessa mukana olevissa SM-kilpailuissa tai selviytynyt niiden A-finaaleihin. Täten on syytä kuvata aineiston muodostuminen ennen tulosten esittelyä. Taulukossa 9 kuvataan ryhmien jakaantuminen.

TAULUKKO 9. Juoksutestien ja kilpailumenestysaineiston kuvaus.

Miehet	5000m	Ranking	SM-sprint	SM-keski
H21	11	11	9	7
H20	11	11	8	9
H18	12	12	9	5
H16	12	12	7	8
n yht.	<u>46</u>	<u>46</u>	<u>33</u>	<u>29</u>

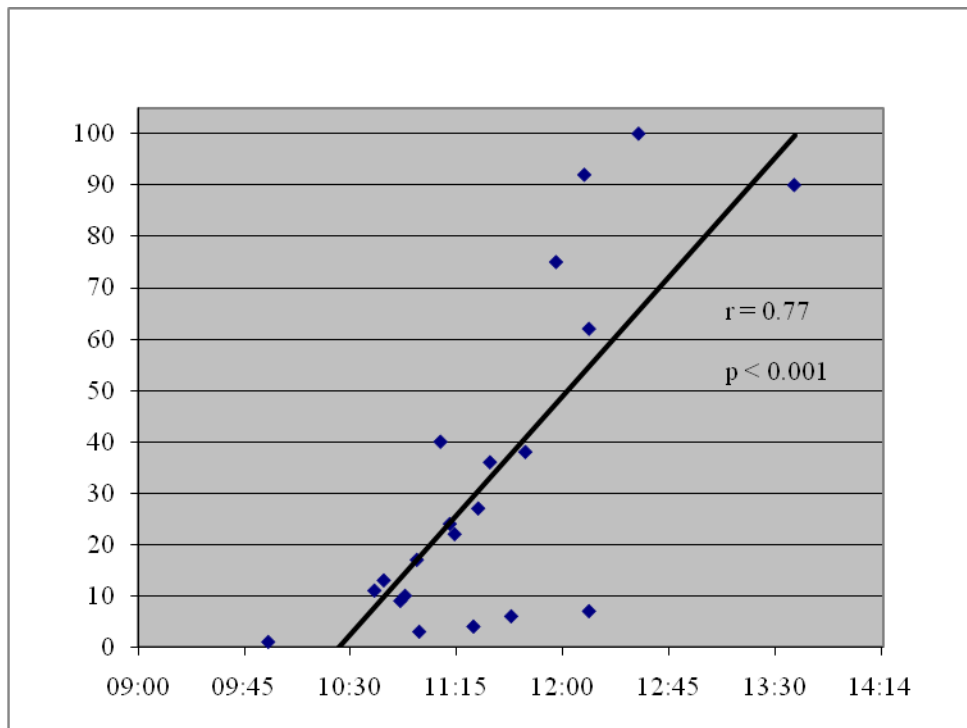
Naiset	3000m	Ranking	SM-sprint	SM-keski
D21	21	21	12	11
D20	18	18	16	16
D18	17	17	15	10
D16	8	8	8	6
n yht.	<u>64</u>	<u>64</u>	<u>51</u>	<u>43</u>

Ensiksi esitellään juoksutestien ja ranking-sijoituksen välisten tilastollisten analyysien tulokset. Juoksutestien ja ranking-sijoituksen välinen yhteys oli tilastollisesti merkitsevä kaikissa naisten ikäluokissa ja erittäin merkitsevä sarjoissa D21, D20 ja D18 ($r = 0.77$, $p < 0.001$; $r = 0.72$, $p < 0.001$; $r = 0.72$, $p = 0.001$). Sarjan D21 juoksutestien tuloksen ja ranking-sijoituksen välinen yhteys on esitetty kuvaajassa 1. Myös miehillä juoksutestien tulos

korreloi merkitsevästi ranking-sijoituksen kanssa lukuun ottamatta sarjaa H21, jossa yhteyttä ei havaittu ($r = 0.01$, $p = 0.97$). Juoksutestien ja ranking-sijoituksen väliset yhteydet ja tilastolliset merkitsevyydet eri sarjoissa on esitelty taulukossa 10.

TAULUKKO 10. Juoksutestin ja ranking-sijoituksen välinen korrelaatio eri sarjoissa.

5000m vs. ranking		r	p	3000m vs. ranking		r	p
H21	n=11	0.01	0.97	D21	n=21	0.77	< 0.001
H20	n=11	0.68	0.02	D20	n=18	0.72	< 0.001
H18	n=12	0.64	0.02	D18	n=17	0.72	0.001
H16	n=12	0.59	0.04	D16	n=8	0.83	0.01
yht. 46				yht. 64			



KUVAAJA 1. Naisten D21 -sarjan juoksutestin tuloksen ja ranking-sijoituksen välinen yhteys.

Seuraavaksi esitellään tilastollisten analyysien tulokset juoksutestin ja SM-sprintin välillä (TAULUKKO 11). Juoksutestin ja SM-sprintissä menestymisen välillä yhteys on tilastollisesti merkitsevä kahdessa naisten ikäryhmässä (D18: $r = 0.69$, $p < 0.01$; D16: $r = 0.75$, $p = 0.03$). Sarjan D18 juoksutestin tuloksen ja SM-sprintin menestyksen välinen yhteys on esitelty kuvaajassa 2. Naisten sarjoissa D21 ja D20 juoksutesti ei ole yhteydessä

SM-sprintin sijoitukseen. Yhdessä miesten ryhmässä juoksutesti ei ole yhteydessä sprintin tulokseen tilastollisesti merkitsevästi, vaikka nuorimpien poikien sarjoissa korrelaatiota ilmeneekin (H18: $r = 0.57$, $p = 0.11$, H16: $r = 0.72$, $p = 0.07$).

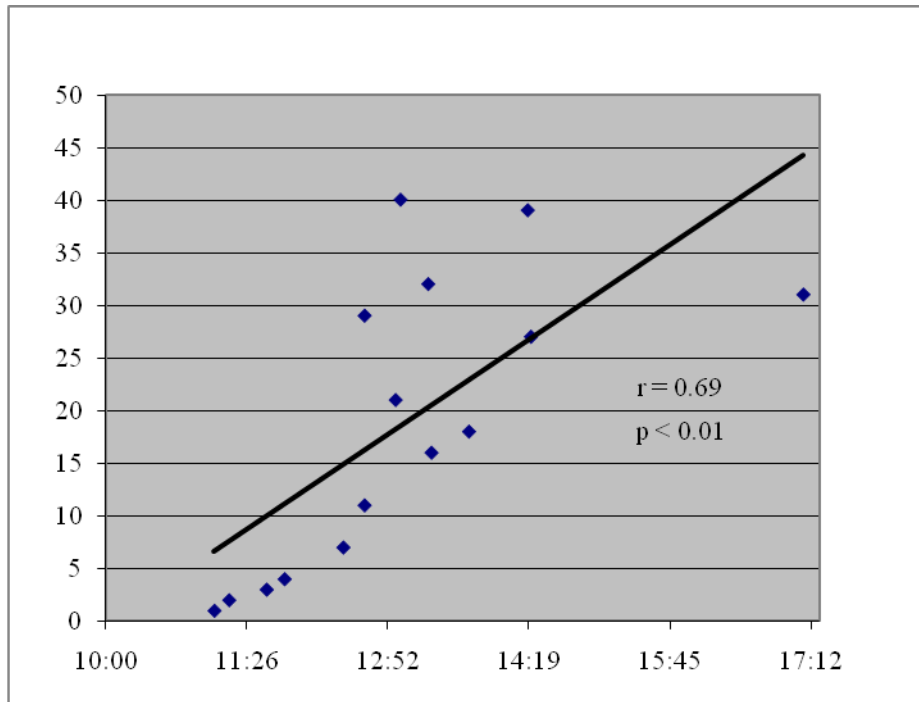
TAULUKKO 11. Juoksutestin ja SM-sprintin sijoituksen välinen korrelaatio eri sarjoissa.

5000m vs. SM-sprint		r	p
H21	n=9	0.14	0.72
H20	n=8	0.14	0.74
H18	n=9	0.57	0.11
H16	n=7	0.72	0.07

yht. 33

3000m vs. SM-sprint		r	p
D21	n=12	0.31	0.32
D20	n=16	0.13	0.63
D18	n=15	0.69	< 0.01
D16	n=8	0.75	< 0.05

yht. 51



KUVAAJA 2. Naisten D18 –sarjan juoksutestin tuloksen ja SM-sprintin menestyksen välinen yhteys.

Viimeisenä esitellään juoksutestin ja SM-keskimatkan väliset yhteydet. Tilastollisten analyysien tulokset ovat esitelty taulukossa 12. Yhteys on tilastollisesti merkitsevä yhdessä naisten sarjassa (D20: $r = 0.63$, $p < 0.01$) (KUVAAJA 3) ja lähes merkitsevä sarjassa D18 ($r = 0.61$, $p = 0.06$). Miehistä korrelaatiot ovat riittävän koehenkilöjoukon käsittävissä

ryhmissä heikkoja. H18 sarjassa korrelaatio on korkea ($r = 0.74$), mutta koehenkilöjoukko on pieni ($n=5$) ja korrelaatio ei ole tilastollisesti merkitsevä ($p = 0.15$).

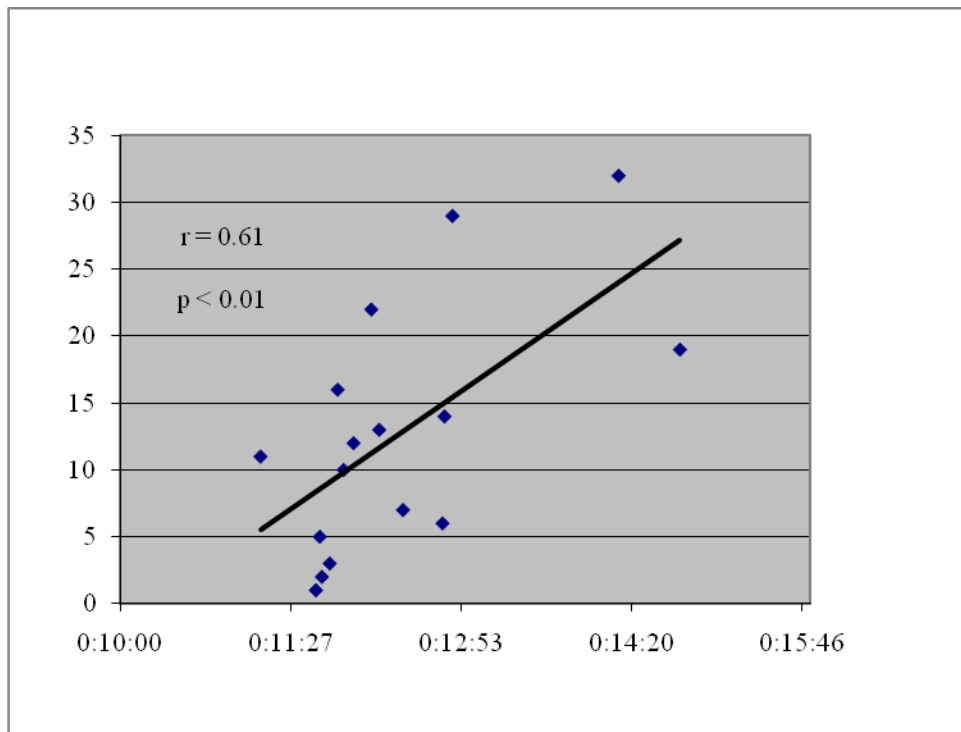
TAULUKKO 12. Juoksutestin ja SM-keskimatkan sijoituksen välinen korrelaatio.

5000m vs. SM-keski		r	p
H21	n=7	0.46	0.30
H20	n=9	0.23	0.55
H18	n=5	0.74	0.15
H16	n=8	0.26	0.54

yht. 29

3000m vs. SM-keski		r	p
D21	n=11	0.03	0.93
D20	n=16	0.63	< 0.01
D18	n=10	0.61	0.06
D16	n=6	0.71	0.12

yht. 43



KUVAAJA 3. Juoksutestin tuloksen ja SM-keskimatkan välinen yhteys sarjassa D20.

5.2 Kokeellisen tutkimuksen tulokset

Alla olevissa taulukoissa esitellään kokeellisen tutkimuksen tulokset. Taulukossa 6 on kuvattu juokсутestien mittaustulokset ja taulukossa 7 suunnistustestin tulokset.

TAULUKKO 6. Mittaustulokset 3000 metrin ja 5000 metrin juokсутesteissä.

Tytöt 3000m (n=6)	Aika	min/km	Syke ka	Syke max	La lepo	La maali
Keskiarvo	12:52	04:18	183	191	2.0	10.2
SD	01:14	00:25	3.72	5.81	1.14	1.09

Pojat 5000m (n=3)	Aika	min/km	Syke ka	Syke max	La lepo	La maali
Keskiarvo	19:22	03:52	181	193	1.7	9.1
SD	00:16	00:03	5.57	5.86	0.12	0.31

TAULUKKO 7. Suunnistustestin mittaustulokset.

Tytöt 1220m (n=6)	Aika	min/km	Tieväli	min/km	Alamäki	min/km
Keskiarvo	12:16	10:02	01:52	05:31	00:44	06:10
SD	05:31	04:31	00:10	00:29	00:07	00:59

Pojat 1600m (n=3)	Aika	min/km	Tieväli	min/km	Alamäki	min/km
Keskiarvo	13:24	08:22	01:39	04:51	00:44	06:04
SD	00:45	00:28	00:15	00:45	00:02	00:17

Tytöt (n=6)	Syke ka	Syke max	La lepo	La metsä	La maali
Keskiarvo	165	190	2.1	4.8	2.9
SD	13.90	10.11	1.08	1.59	1.19

Pojat (n=3)	Syke ka	Syke max	La lepo	La metsä	La maali
Keskiarvo	172	192	2.7	5.5	3.4
SD	9.56	3.37	0.64	2.47	1.82

Taulukossa 8 esitellään tilastollisten analyysien tulokset kokeellisissa mittauksissa. Tilastollisesti merkitsevä yhteys löytyy vain juokсутestin ja alamäkilin väliltä (KUVAAJA 4).

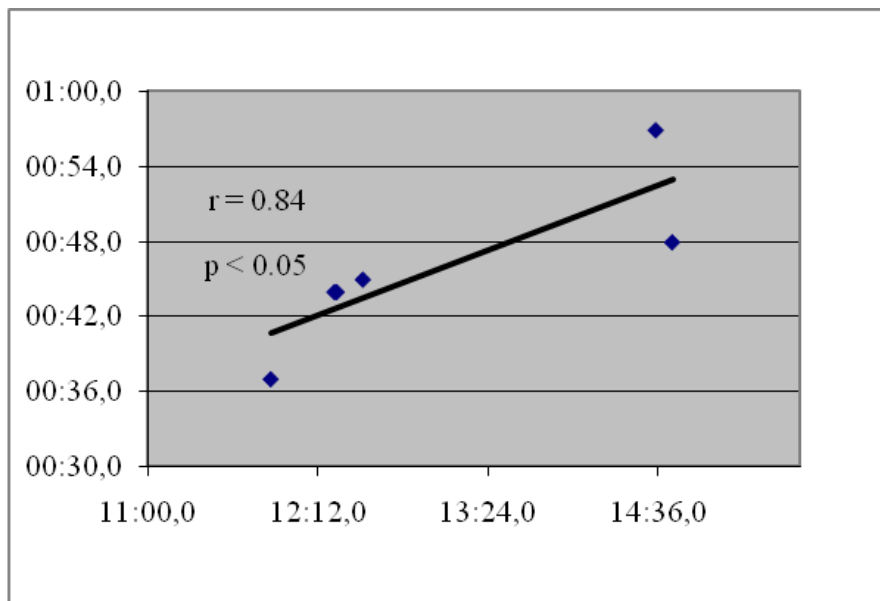
Yhteyksiä ilmenee tyttöjen ryhmässä myös juoksutestin ja suunnistustestin loppuajan ($r = 0.49$) sekä juoksutestin ja tievälin ajan ($r = 0.48$) välillä. Yhteydet eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

TAULUKKO 8. Juoksutestin, suunnistustestin sekä suunnistustestin erillisten osioiden väliset yhteydet.

Juoksu vs. suunnistus		r	p
Tytöt	n=6	0.49	0.32
Pojat	n=3	0.46	0.69

Juoksu vs. tieväli		r	p
Tytöt	n=6	0.48	0.35
Pojat	n=3	0.04	0.98

Juoksu vs. alamäkiväli		r	p
Tytöt	n=6	0.84	0.04
Pojat	n=3	1.00	0.03



KUVAAJA 4. Juoksutestin tuloksen yhteys alamäkivälin aikaan tytöillä.

6 POHDINTA

6.1 Päätulokset

Tutkimuksen päälöydös on juoksutestin tuloksen vahva yhteys ranking-sijoitukseen. Tilastollisesti erittäin merkitsevä yhteys löydettiin naisten sarjoissa D21, D20 ja D18. Merkitsevä yhteys havaittiin tyttöjen sarjassa D16 sekä kaikista poikien sarjoista (H20, H18 ja H16). Toinen tärkeä löydös ovat juoksutestin tuloksien ja yksittäisten kilpailujen menestyksen väliset yhteydet nuorten naisten sarjoissa. Kokeellisissa mittauksissa tilastollisesti merkitsevä yhteys löydettiin juoksutestin ja alamäkiläin välillä.

6.2 Juoksutesti- ja kilpailumenestysaineiston tulokset

Koska tässä tutkimuksessa tutkittiin juoksutestien ja kilpailumenestyksen välistä yhteyttä, on syytä muistaa että kilpailumenestykseen vaikuttaa vahvasti taidollinen ja tekninen suunnistusajattelu. Suunnistajat tekevät kilpailuissa virheitä, jotka luonnollisesti vaikuttavat loppu-aikaan. Koska virheiden määrä ja koko vaikuttavat lopputulokseen, on aiemmissa tutkimuksissa pääosin pyritty rajaamaan virheet pois ja selvittämään vain juoksutestin ja suunnistusjuoksun (merkityllä radalla metsässä tehty puhtaasti fyysinen suoritus) välisiä yhteyksiä eri kestävyysmuuttujia apuna käyttäen. Tämän tutkimuksen tarkoitus oli kuitenkin selvittää vain varsinaisen suunnistuskilpailun lopputuloksen (johon kuuluvat virheet) ja juoksutestin välistä yhteyttä. Tässä mielessä tutkimus on ensimmäinen laatuaan.

Tutkimuksen pääongelmana oli selvittää, ovatko juoksutestien tulokset yhteydessä kilpailumenestykseen. Tutkimusongelma 1:n hypoteesina oli että juoksutestin ja koko kautta kuvaavan kilpailumenestyksen (ranking) välillä on yhteys. Tämä oletamus osoittautui oikeaksi, sillä juoksutestin tulos korreloi ranking-sijoituksen kanssa vahvasti. Erityisesti naisten sarjoissa yhteys oli vahva ja myös kaikkien poikien sarjojen yhteydet olivat tilastollisesti merkitseviä (TAULUKKO 10). Vaikka aiemmissa tutkimuksissa ei olekaan verrailtu juoksusuorituskyvyn yhteyttä koko kauden kilpailumenestykseen, on aiemmissa tutkimuksissa havaittu vastaavaa. Moserin ym. (1995) tutkimuksessa havaittiin anaerobisen

kynnysvauhdin olevan yhteydessä suunnistuskilpailun loppuaikaan sekä miehillä että naisilla. Naisilla yhteys oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. (Moser ym. 1995.) Tämän tutkimuksen tulos on siis yhteneväinen Moserin ym. (1995) tutkimustulosten kanssa. Naisten sarjojen D21 ja D20 tuloksissa on merkillepantavaa että juoksutestin ja ranking-sijoituksen välinen yhteys on vahvinta aivan terävimmän kärjen jälkeen (sijoilla 10 →). Rankingilla kymmenen joukkoon sijoittuneiden välillä on suurta hajontaa. Tämä antaa syyn olettaa, että aivan terävimmällä huipulla juoksutestin tulos ei selitä yhtä vahvasti menestystä Suomen kilpailuissa näissä sarjoissa kyseisenä vuonna. Nuorimpien naisten sarjoissa D18 ja D16 parhaat juoksutestin ajat tehneet sijoittuivat myös ranking-listalla kärkeen.

Miesten tulokset ovat myös linjassa aiemman tutkimustiedon suhteen. Väisäsen (2002) tutkimuksessa havaittiin pojilla vahva korrelaatio maastajuoksun ja suunnistussuorituksen ajan välillä ja tämä voidaan tulkita niin, että pojilla kestävyysominaisuudet selittävät suunnistustulosta miehiä enemmän. Myös tässä tutkimuksessa miesten kestävyysominaisuuksien eli juoksutestin ja kilpailumenestyksen välinen yhteys oli heikko ($r = 0.01$, $p = 0.97$). Aineiston miehistä lähes kaikki kuuluivat aikuisten maajoukkueisiin, joten tulos on mielenkiintoinen. Kun katsellaan miesten aineistoa yksityiskohtaisesti, havaitaan että parhaat juoksutulokset tehneet ovat menestyneet heikommin Suomen kilpailuissa ja osa heikomista ratajuoksijoista edellisiä paremmin. Huomionarvoista on, että tämä tutkimus selvittää vain juoksutestin ajan ja Suomen kilpailujen välisiä yhteyksiä, eikä ota huomioon kansainvälisiä kilpailuja, joihin osa ranking-listan kärkipään urheilijoista luonnollisestikin tähtäsi eniten. Lisäksi ranking-listan kärjestä muutamilta urheilijoilta puuttui juoksutestin tulos. Näistä huolimatta tämän tutkimuksen tulokset antavat olettaa että miesten sarjassa kilpailumenestykseen vaaditaan muutakin kuin hyvä juoksutestin tulos, kun taas naisten sarjoissa ja juoksutestin tulos on vahvasti yhteydessä menestykseen suunnistuksessa koko kauden aikana. Poikien sarjoissa juoksutestin tulos on yhteydessä koko kauden aikaiseen menestymiseen tilastollisesti merkitsevästi kaikissa sarjoissa ja tätä voidaan pitää tärkeänä tietona. Fyysinen paremmuus ja juoksulahjakkuus antavat eväät menestymiselle nuorten sarjoissa ja on mahdollista että tämän valikoitumisen kautta aikuisten menestykseen tähtääviin urheilijoihin valikoituu juuri fyysisesti vahvimmat. Tämä on luonnollisesti hyvä asia suomalaisen suunnistuksen kannalta, koska he ovat osoittaneet kilpailumenestysel-

lään hallitsevan myös itse lajin taitamisen. Fyysisyyden kautta heillä on mahdollisuuksia menestyä myös vähemmän taitoa vaativissa kilpailuissa, joissa juoksusuorituskyky korostuu.

Tutkimusongelma 2:n hypoteesina oli että juoksutestin ja yksittäisten kilpailujen menestyksen välillä löytyy yhteyksiä, mutta vain naisten sarjassa. Tuloksista havaittiin että korrelaatiota ilmenee, mutta vähemmän kuin koko kautta kuvaavan ranking-sijoituksen kohdalla. Moserin ym. (1995) tutkimuksessahan havaittiin korrelaatioiden olevan korkeampia naisten sarjassa kuin miehissä vertailtaessa anaerobisen kynnysvauhdin ja suunnistuskilpailun loppuajan välistä yhteyttä. Lisäksi Väisäsen (2002) tutkimuksessa havaittiin miesten suunnistustaidon olevan merkitsevästi parempi kuin poikien. Saman havainnon teki Nivukoski (2006) pro gradu-tutkielmassaan. Tieto poikien heikommasta suunnistustaidosta kertoo mahdollisesti siitä, että yksittäisessä kilpailussa hyvän lopputuloksen aikaansaaminen on vaikeaa, kun taas kauden aikana tilaisuuksia saavuttaa hyvä ranking-sijoitus tulee paljon. Ranking-listalle otetaan mukaan vain viisi parasta kilpailua koko kauden ajalta, mutta tässäkin tutkimuksessa mukana olevat SM-kilpailut tuottavat ranking-pisteitä enemmän. Toisaalta tärkeässä kilpailussa menestymisen paine saattaa tuottaa virheitä.

Edellä mainitusta esimerkkinä on ikäryhmän D20 suoriutuminen SM-sprinttikilpailussa (KUVAAJA 3). Hyviä aikoja juoksutesteissä saavuttaneet eivät menestyneet kilpailussa, ja korrelaatio oli heikko ($r = 0.13$, $p = 0.63$), vaikka sprinttikilpailun pitäisi kovan vauhtinsa puolesta sopia koville juoksijoille. Nuorimpien naisten sarjoissa korrelaatio oli kuitenkin juoksutestin ja SM-sprinttikilpailun loppusijan välillä merkitsevä (D18; $r = 0.69$, $p < 0.01$, D16; $r = 0.75$, $p = 0.03$). Miesten sarjoissa yhteys oli suuntaa antava sarjassa H16 ($r = 0.72$, $p = 0.07$). Johtopäätöksenä on, että sprintissä juoksuvauhti selittää tässä aineistossa menestystä jonkin verran nuorten sarjoissa, vaikka tämän aineiston D20 ikäryhmän juoksutestissä menestyneistä osa ei tällä kertaa kilpailussa menestynytäkään. Naisten sarjassa heikko yhteys selittyy mm. rankingyökkösen hylkäyksellä hänen leimatessaan lopussa vierisellä rastilla sekä sillä, että moni ranking-listan kärkipään urheilija jostain syystä epäonnistui helpohkossa kilpailussa.

Viimeisenä selvitettiin yhteyttä juoksutestin ja SM-keskimatkan menestyksen välillä, koska keskimatkalla korostuu enemmän suunnistuksen taidollinen puoli ja toisaalta myös suunnistusjuoksu-kyky. Tämä oli perusteltua, sillä suunnistuksessa kilpaillaan kuitenkin pääosin metsässä ja sprinttikilpailujen osuus on pienempi (Suomen Suunnistusliitto, www.ssl.fi, 1.1.2010). SM-keskimatkaa koskevissa vertailuissa päälöydös oli, että juoksutestin yhteys kilpailun lopputulokseen pieneni verrattuna SM-sprinttiin. Vain naisten D20-sarjassa havaittiin tilastollisesti merkitsevä korrelaatio juoksutestin ajan ja SM-keskimatkan sijoituksen välillä ($r = 0.63$, $p < 0.01$). Keskimatka on suunnistuksen kilpailumatkoista suunnistuksellisesti vaativin ja tällöin suunnistukselliset osatekijät (taito, suorituksenhallinta) korostuvat suhteessa fyysiseen suorituskykyyn. Myös fyysisiltä vaatimuksiltaan keskimatka on hyvin erilainen kuin sprintti, jossa suuri osa matkasta edetään kovia tai helppokulkuisia alustoja pitkin. On oletettavaa että juuri näiden muiden osatekijöiden korostuminen pienentää juoksutestien selitysarvoa keskimatkan kilpailun loppusijoitukselle, mutta koska suunnistuksen osatekijöiden vaikutusta loppuaikaan ei voi käytännössä mitata kilpailutilanteessa, tätä johtopäätöstä ei voi tehdä. SM-keskimatkan kilpailu käytiin kuitenkin verrattain helppokulkuisessa kangasmaastossa, jossa hyvien juoksijoiden menestyminen on todennäköisempää. Siitä huolimatta tätä ei havaittu tässä tutkimuksessa. Onkin todennäköistä että pelkkä metsässä juokseminen ja suunnistusteknisesti haastavat tehtävät muuttavat suoritusta sellaiseksi, että kuormitusmallin yhteydet radalla tehtävään pelkästään fyysiseen kuormitukseen ovat pieniä. On silti syytä muistaa että kyseessä oli vain yksi SM-keskimatka, ja vaikka se käytiin helppokulkuisessa maastossa, suunnistus on lajina niin vaihteleva, että vaikeakulkuisessakin maastossa on juoksutestissä vauhdikkaan suunnistajan mahdollista menestyä.

Tärkein johtopäätös juoksutestien ja suunnistusmenestyksen suhteen on vahva yhteys juoksutestin ajan ja ranking-sijoituksen välillä. Koko kautta kuvaavan ranking-sijoituksen yhteys juoksuaikaan on nähtävissä tulostaulukoista ja kuvaajista. Toisekseen on huomattava että yksittäisessä kisassa juoksutestin tulos ei selitäkään yhtä vahvasti menestymistä. Tämä voi osin johtua pienehköistä koehenkilöjoukoista, mutta tilastollisten analyysien tulokset osoittavat toisaalta yhteyden selvää heikkenemistä verrattuna juoksutestien ja koko kautta kuvaavan kilpailumenestyksen välillä tehtyyn analyysiin. Koko kauden aikana saa-

vutettu menestyminen korreloi siis vahvasti juoksutestin ajan kanssa, mutta yksittäisen kilpailun suhteen juoksutestin ajalla ei ole niin paljon selittävää vaikutusta.

6.3 Kokeellisen tutkimuksen tulokset

Kokeellisissa mittauksissa havaittiin yhteys juoksutestin ajan ja suunnistustestin alamäki-välin välillä tyttöjen sarjassa. Koehenkilöjoukot olivat pieniä (tytöt, $n = 6$; pojat, $n = 3$), mutta tyttöjen tuloksia on syytä pohtia. Ratajuoksutestin olosuhteet olivat vaikeat ja osittain siitä johtuen tulokset olivat heikkoja. Olosuhteet eivät parantuneet muutaman tunnin päästä suoritettuun suunnistustestiin, joten siinä mielessä tulokset ovat vertailukelpoisia keskenään. Rankkojen olosuhteiden vaikutus suunnistussuorituksiin on oletettavaa ja Väisänen (2002) tutkimuksessa pääteltiin myös, että nuorien suunnistajien heikompi aerobinen kestävyys voi aiheuttaa fyysistä väsymystä mittausten edetessä (Väisänen 2002). Väsymys aamun juoksutestistä ja rankoissa olosuhteissa toteutettu testipäivä ovat todennäköisesti vaikuttaneet suunnistustestin tuloksiin, jotka olivat nopeahkon maastotyypin huomioon ottaen poikkeuksellisen hitaita (Tytöt $10.03 \text{ min/km} \pm 4.31 \text{ min/km}$).

Kokeellisen tutkimuksen mittausten syketiedot juoksu- ja suunnistussuorituksissa ovat linjassa Creagh ym. (1998) tutkimuksen kanssa. Tyttöjen ryhmän syke oli $183 \text{ l/min} \pm 3.7$ tiejuoksussa ja suunnistuksessa $165 \text{ l/min} \pm 13.9$. Sykevaihtelun suhteen suunnistuksessa havaittiin enemmän vaihtelua kuin juoksussa vaihteluvälin ollessa $140 - 190 \text{ l/min}$. Creagh ym. (1998) mukaan se johtuu mahdollisesti maaston vaihtelusta ja lajin teknisestä luonteesta (Creagh ym. 1998). Tässä tutkimuksessa maasto vaihteli jonkin verran, mutta virheidän vaikutus oli jälkikäteen täytettyjen suoritusanalyysien mukaan suurin vaikuttava tekijä.

Juoksutestin laktaattiarvot mitattiin ennen testiä (pojat $2.0 \text{ mmol/l} \pm 1.14$; tytöt $1.7 \text{ mmol/l} \pm 0.12$) ja testin jälkeen (pojat $9.1 \text{ mmol/l} \pm 0.31$); tytöt $10.2 \text{ mmol/l} \pm 1.09$). Pienet vaihtelut kuvastavat koehenkilöiden työskennelleen samalla anaerobisella tasolla laktaatin suhteen. Suunnistustestin aikana laktaatti mitattiin ennen testiä, radan keskellä tievälin jälkeen ja maalissa. Tyttöjen koehenkilöjoukon tulokset (ennen testiä $2.1 \text{ mmol/l} \pm 1.08$; tievälin

jälkeen $4.8 \text{ mmol/l} \pm 1.59$ ja maalissa 2.9 ± 1.19) ovat osittain linjassa Dreselin (1985) tutkimustulosten kanssa. Helppoilla väleillä, kuten tämän tutkimuksen tieväli, laktaatti on Dreselin aiemman tutkimuksen mukaan $4.41 - 6.72 \text{ mmol/l}$ (Dresel 1985). Tutkimuksesamme maalia edelsi vaativan suunnistuksen osuus vähäisillä korkeuseroilla, joten laktaattiarvojen aleneminen maalimittauksessa on järkevää. Suunnistusteknilliset tekijät eli suunnistussuorituksen vaativuus ja alamäkisuunnistuksen kasvanut osuus ovat tätä muutosta todennäköisimmin selittävät tekijät.

Viimeinen väli ei kuitenkaan sisältänyt suunnistustehtävää juurikaan, ja siinä löydettiinkin yhteys juokсутestin ajan ja tämän alamäkivälin ajan välillä. Alamäkiväli suoritettiin kuitenkin palautuneessa tilassa vaikeiden välien jälkeen, joten tilastollisesti merkitsevä yhteys juokсутestin ajan ja tämän viimeisen rastivälin välillä on arveluttava. Parhaat juoksijat pystyvät tässä tilanteessa mahdollisesti juoksemaan kovaa suhteessa heikompiin juoksijoihin. Se kuvastaa heidän kykyään juosta suorituskäytöksensä mukaisesti, joka ei ole aiemmalla osuudella ollut mahdollista. Toisaalta tievälillä asia oli lähes samoin ja tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ei havaittu.

Maajoukkueleirillä tammikuussa 2008 suoritetuissa jatkomittauksissa kokeellisen tutkimuksen ongelmat olivat myös suuret, vaikka kyseessä oli aikuisten ryhmä. Molempien mittauksien ongelmat osoittavat, että suunnistus on ensinnäkin erittäin vaativa laji mitata määrällisesti ja toisekseen ongelmia aiheuttavat urheilijoiden erilaiset lähestymistavat tutkimusta kohtaan. Huolimatta ohjeistuksista ja suoranaisista käskyistä, urheilijat tekevät kuitenkin omien mieltymyksiensä mukaan. Lisäksi suunnistussuorituksen sisältämät virheet voivat käytännössä muuttaa hyvääkin asennetta kesken tutkimuksen.

Johtopäätöksinä tutkimuksesta on, että juokсутestin tulos on vahvasti yhteydessä ranking-sijoitukseen. Koko kautta kuvaavan ranking-sijoituksen yhteys kilpailumenestykseen kertoo, että kova fyysinen juoksukunto määrittää menestymistä koko kauden aikana, mutta ei vahvasti yksittäisessä kilpailussa. Isommilla koehenkilöjoukoilla ja kontrolloidummista olosuhteissa olisi kuitenkin syytä tutkia juoksukunnon ja suunnistussuorituskyvyn välistä yhteyttä.

7 LÄHTEET

Andersson, G., Johansson, C., Aulin, K. & Saltin, B (1993). Orienteering en fysiologisk märdom. Skogssport 5: 21-23.

Cavanagh, PR. & Kram, P (1985). The efficiency of human movement: a statement of the problem. Medical Science of Sport and Exercise 17: 304-308.

Creagh, U. & Reilly, T (1997). Physiological and biomechanical aspects of orienteering. Sports Medicine 6: 409-418

Creagh, U., Reilly, T., Nevill AM (1998). Heart rate response to “off-road” running events in female athletes. British Journal of Sports Medicine 1998 32(1): 34-8.

Dresel, U (1985). Lactate acidosis with different stages in the course of a competitive orienteering performance. Scientific Journal of Orienteering 1: 4-13.

Gjerset, A., Johansen, E. & Moser, T (1997). Aerobic and anaerobic demands in short distance orienteering. Scientific Journal of Orienteering 13: 4-25.

Havas, E (1989). Kontaktiajat suunnistuksessa. Liikuntabiologian laitoksen seminaarityö, Jyväskylän yliopisto.

Havas, E. & Kärkkäinen, OP (1995). The effects of running speed and surface on muscle activity a field study in orienteering. Kirjassa: 15th Congress of the International Society of Biomechanics. Book of abstracts. The University of Jyväskylä July 2-6, 1995.

Held, T. & Muller I (1997). Endurance capacity in orienteering – new field test vs. laboratory test. Scientific Journal of Orienteering 13: 26-37.

International Orienteering Federation. Internet WWW-sivu, URL: <http://www.orienteeing.org> (27.10.2009).

Jensen, K., Franch, J., Kärkkäinen OP & Madsen, K (1994). Field measurements of oxygen uptake in elite orienteers during cross-country running using telemetry. *Scandinavian Journal of Medicine and Sports*, 4: 234-238.

Jensen, K., Johansen L, Kärkkäinen OP (1999). Economy in track runners and orienteers during path and terrain running. *Journal of Sports Science* 1999 17(12): 945-50.

Karppinen, T. & Laukkanen, R (1994). Heart rate analysis in orienteering training and competitions before and during WOC 1993. *Scientific Journal of Orienteering* 10: 63-77.

Kärkkäinen, OP., Viitasalo, J. & Vähäsöyrinki, P (1984). Suunnistusjuoksun mitattavuus laboratorio-olosuhteissa sekä lajiharjoittelukauteen siirtymisen vaikutukset suunnistusjuoksuosuorituskykyyn.

Kärkkäinen, OP. & Pääkkönen, O (1986). Suunnistusvalmennus. Saarijärven Offset Ky, Saarijärvi.

Laakso ym. (1994). Etenemisnopeudet eri maastonkohdissa suunnistuksessa. Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus KIHU ja Suomen Suunnistusliitto.

Mero, A., Rusko, H & Vähäsöyrinki, P (1984). Sykkeen, veren maitohapon ja suorituskyvyn muutokset suunnistuksessa kilpailuvauhtiin verrattuna alle normaalin, normaalilla ja yli normaalin olevalla juoksunopeudella. Suunnistuksen lajiansalyysi: 5-16. Suomen Suunnistusliitto, Helsinki.

Mero, A., Häkkinen, K., Keskinen, K.L. & Nummela, A (2004). Urheiluvallmennus. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 2004.

Moser, T., Gjerset, A., Johansen, E. & Vadder, L (1995). Aerobic and anaerobic demands in orienteering. *Scientific Journal of Orienteering* 11: 3-33.

Nikulainen, P (1988). Suunnistusajattelun teoria. Pro Gradu -tutkielma. Opettajankoulutuslaitos, Turun yliopisto.

Nikulainen, P (1994). Suunnistus ja ajattelu. SASApaino. Salo.

Nivukoski, J (2006). Etenemisnopeudet ja sykkeet eritasoisilla suunnistajilla käyttäen satelliittipaikannusta. Pro Gradu –tutkielma, Jyväskylän yliopisto.

Salmi, J (2002). Mannermaisena ja pohjoismaisena maastotyypin vaatimukset suunnistuksessa, erikoispainotus Sveitsin maastotyypeissä. Liikuntafysiologian cum laude -tutkielma. Jyväskylän yliopisto.

Suomen Suunnistusliiton internet-sivut (2009). URL: <http://www.ssl.fi> (1.1.2010).

Tammelin, T (1992). Kestävyys- ja voimaominaisuuksien yhteydet suunnistajan maastosajuuksukykyyn. Liikuntafysiologian tutkielma. Jyväskylän yliopisto.

Tammelin, T (1995). Kestävyysominaisuudet ja juoksun taloudellisuus juoksumatolla ja maastossa suomalaisilla miessuunnistajilla. Liikuntafysiologian Pro Gradu – tutkielma, Jyväskylän yliopisto.

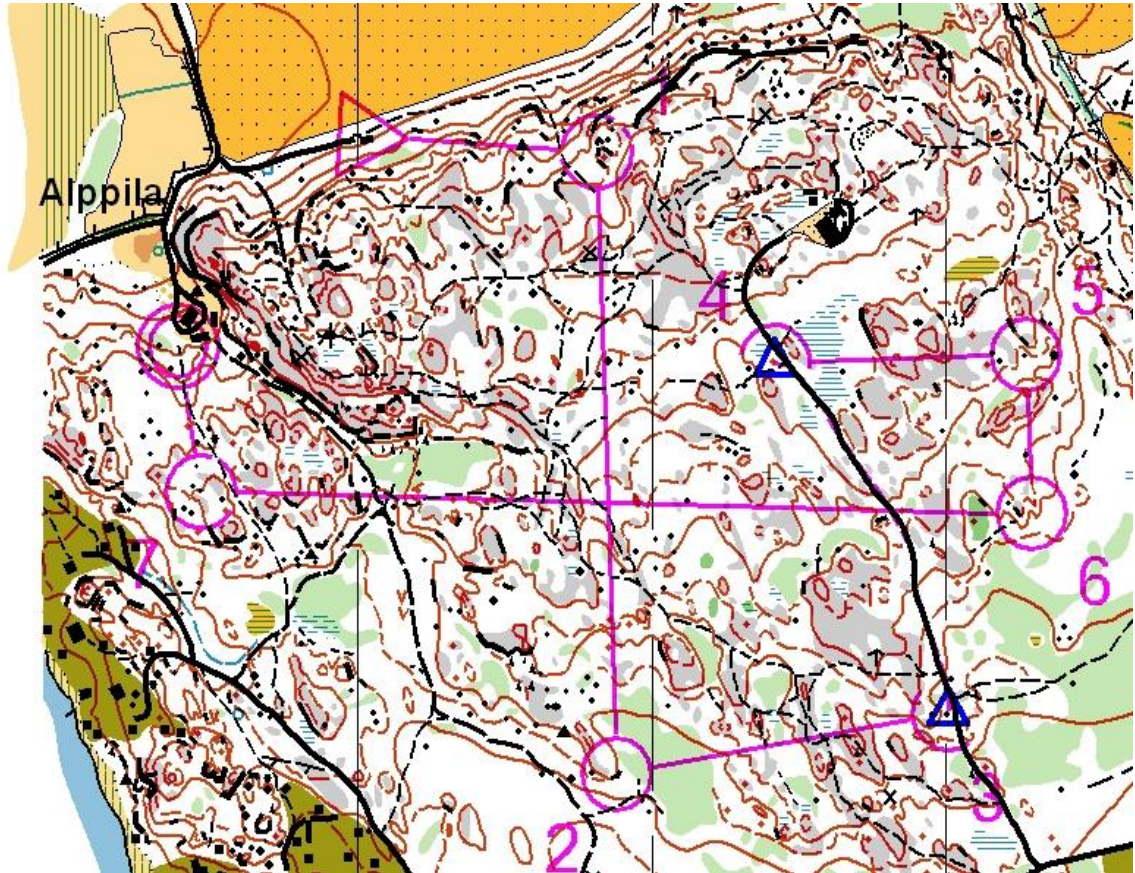
Väisänen, M (2002). Kestävyyden ja voimantuoton yhteydet suunnistusjuoksuun miehillä ja pojilla pohjoismaisessa maastotyypissä. Pro Gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto.

Weltzien, E (1979). Studie av elite o-løperes veivalg. Rapport nr. 6. Hovedfagsoppgave i idrett. Norges Idrettshøgskole. Norges Orienteringsförbund. Oslo.

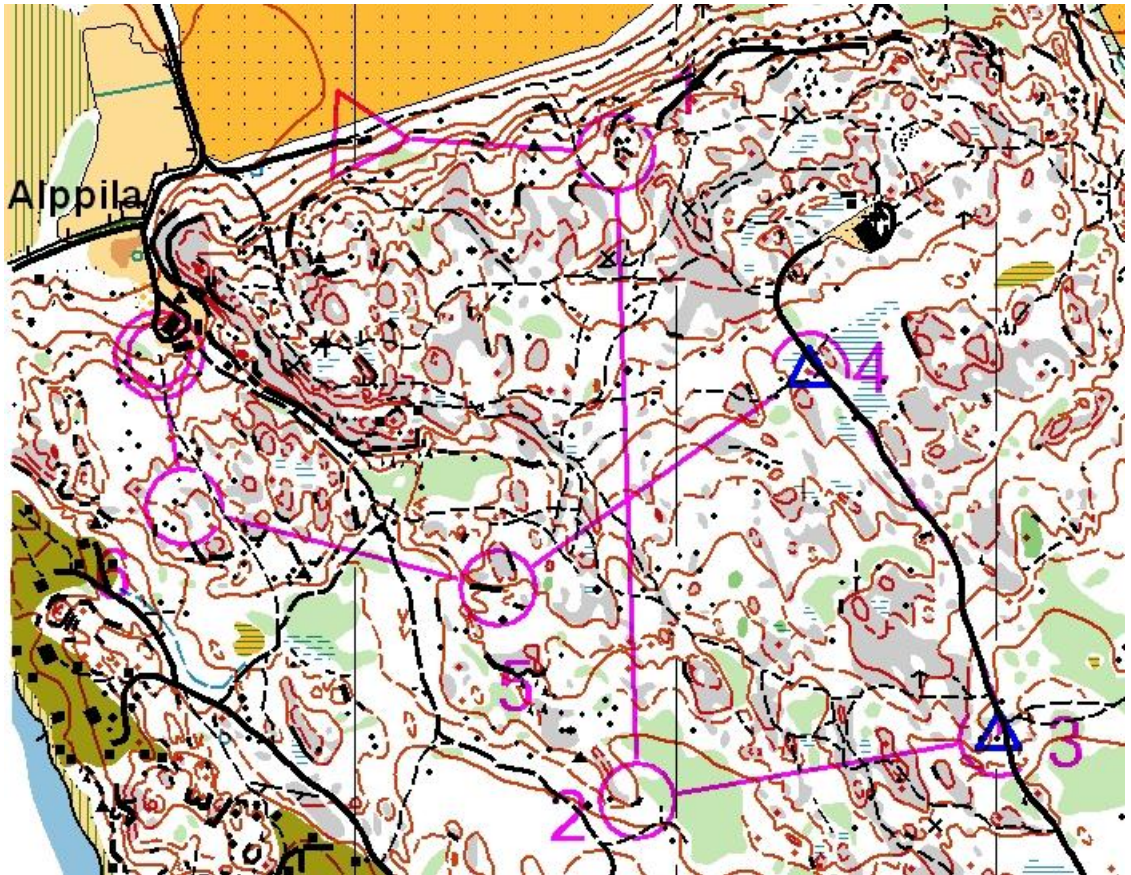
Zürcher, S., Glenin, G., Marti, B (2005). Uphill running capacity in Swiss elite orienteers. Swiss Federal Institute of Sport, Magglingen, Switzerland.

8 LIITTEET

LIITE 1. Suunnistusjuoksutestin rata pojilla.



LIITE 2. Suunnistusjuoksuksen rata tytöillä.



LIITE 3. Koehenkilön suostumuslomake ja koehenkilön lisätiedot.

Jyväskylän yliopisto, Liikuntabiologian laitos
Koehenkilötiedote ja suostumuslomake

Suunnistajien juoksutestit ja niiden yhteydet suunnistussuorituskykyyn ja kilpailutuloksiin

TIEDOTE TUTKITTAVILLE JA SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN OSALLISTUMISESTA

Tutkijoiden yhteystiedot

Vastuullinen tutkija:

Pasi Ikonen, LiikYo, Jyväskylän yliopisto

Wilhelm Schildtin katu 20 B24

40740 Jyväskylä

040-7445955, papaikon@cc.jyu.fi

Tutkimuksen taustatiedot

Tutkimus toteutetaan valmennus- ja testausopin kandityönä Liikuntabiologian laitokselle.

Tutkimus toteutetaan talven 2007/2008 aikana. Mittaukset toteutetaan 10.11.2007 Kaarinassa ja Turussa.

Tutkimusaineiston säilyttäminen

Tutkimuksen vastuullinen tutkija vastaa tutkimusaineiston turvallisesta säilyttämisestä.

Tutkimusaineiston tiedot ovat vain tutkittavan ja tutkijan käytettävissä.

Tutkimuksen tarkoitus, tavoite ja merkitys

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää yhteyksiä juoksuvauhdin ja suunnistussuorituskyvyn välillä. Tavoitteena on määrittää fyysisten testien (ratajuoksu ja suunnistusjuoksuradan) käyttökelpoisuus suorituskyvyn ennustajina. Tutkimuksella on merkitystä suomalaisten suunnistajien fyysiseen valmentautumiseen.

Menettelyt, joiden kohteeksi tutkittavat joutuvat

Tutkimuksessa koehenkilöt suorittavat aamupäivällä 3000m:n (tytöt) ja 5000m:n (pojat) ratajuoksutestin sekä iltpäivällä suunnistusratatestin ja suunnistusjuoksutestin samalla suunnistusradalla. Pojat juoksevat iltpäivällä 2 x 2,5km ja tytöt 2 x 2km.

Tutkimuksessa mitataan sykettä tutkittavien omilla sykemittareilla ja veren maitohappopitoisuuksia (laktaatti) pika-analysaattoreilla. Laktaattimittauksia tehdään tutkimuksen aikana yhteensä 6-7 kpl ja näytettä otettaessa tehdään pieni haava oikean käden keskisormeen. Tämä haava suojataan suunnistusratatesteissä paperisella hatulla, jolloin näyte voidaan ottaa aina samasta kohdasta.

Tutkimuksen hyödyt ja haitat tutkittaville

Mitä tutkittavat hyötyvät osallistumisestaan tutkimukseen.

Tutkittava saa osallistumisestaan tietoa omasta suorituskyvystään ratatestissä, suunnistuksessa ja suunnistusjuoksussa. Suunnistusratatestin ja suunnistusjuoksutestin ajoista saadaan laskettua reserviaika. Syke – ja laktaattimittauksista tutkittava saa tietoa rasiustasostaan rata- ja suunnistusratatesteissä. Lisäksi tutkimuksen jälkeen tutkittava saa palautetta onnistumisestaan suunnistusradalla yhteisessä palautetilaisuudessa ja henkilökohtaisesti. Tutkimus palvelee tutkittavaa myös erinomaisena harjoituspäivänä.

Tutkimukseen liittyvät riskit ja mahdolliset haitat.

Tutkimuksen menetelmät ovat turvallisia. Laktaattia mitattaessa tehtävä haava voi sattua hiukan. Laktaatin mittauksessa käytetään puhdistusnesteitä ja –liinoja ja näytteenottohaava suojataan paperilakilla. Laktaatin mittaajina toimivat vastuullinen tutkija, Vroni König-Salmi ja Janne Salmi. Tutkimusyksikkö on varautunut tapaturmiin ja sairauskohtauksiin. Näytteidenotolla ei ole haittavaikutuksia elimistöön.

Miten ja mihin tutkimustuloksia aiotaan käyttää

Tutkimusta tullaan ensisijaisesti käyttämään valmennustietona. Tutkimus julkaistaan mahdollisesti kansallisessa urheilujulkaisussa ja esitetään suunnistuksen valmentajakoulutuksessa.

Tutkittavien oikeudet

Osallistuminen tutkimukseen on täysin vapaaehtoista. Tutkittavilla on tutkimuksen aikana oikeus kieltäytyä mittauksista ja keskeyttää testit ilman, että siitä aiheutuu mitään seurauksia. Tutkimuksen järjestelyt ja tulosten raportointi ovat luottamuksellisia. Tutkimuksesta saatavat tiedot tulevat ainoastaan tutkittavan ja tutkijaryhmän käyttöön ja tulokset julkaistaan tutkimusraporteissa siten, ettei yksittäistä tutkittavaa voi tunnistaa. Tutkittavilla on oikeus saada lisätietoa tutkimuksesta tutkijaryhmän jäseniltä missä vaiheessa tahansa.

Tutkittavan suostumus

Olen perehtynyt tämän tutkimuksen tarkoitukseen ja sisältöön, tutkittaville aiheutuviin mahdollisiin haittoihin sekä tutkittavien oikeuksiin ja vakuutusturvaan. Suostun osallistumaan mittauksiin ja toimenpiteisiin annettujen ohjeiden mukaisesti. En osallistu mittauksiin flunssaisena, kuumeisena, toipilaana tai muuten huonovointisena. Voin halutessani peruuttaa tai keskeyttää osallistumiseni tai kieltäytyä mittauksista missä vaiheessa tahansa. Tutkimustuloksiani saa käyttää tieteelliseen raportointiin (esim. julkaisuihin) sellaisessa muodossa, jossa yksittäistä tutkittavaa ei voi tunnistaa.

10.11.2007 _____

Päiväys

Tutkittavan allekirjoitus

10.11.2007 _____

Päiväys

Tutkijan allekirjoitus

Tutkittavan lisätiedot:

Nimi ja syntymäaika: _____

Pituus ja paino: _____ cm _____ kg

Maksimisyke: _____ l/min

Aerobisen ja anaerobisen kynnyksen syke tasotestissä: _____ l/min _____ l/min

Suorassa testissä mitattu hapenotto: _____ ml/kg/min