

Tero Schroderus ja Mikko Suni

Alku- ja väliverryttelyn kuormittavuuden vaikutus sprinttihiltoosuoritukseen

Opinnäytetyö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala
Liikunnan- ja vapaa-ajan koulutusohjelma
Syksy 2008



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	Koulutusohjelma Liikunnan- ja vapaa-ajan koulutusohjelma
Tekijä(t) Tero Schroderus ja Mikko Suni	
Työn nimi Alku- ja väliverryttelyn kuormittavuuden vaikutus sprinttihilhtosuoritukseen	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Talvilajien valmennus	Ohjaaja(t) Anne Karhu ja Jyrki Uotila Toimeksiantaja Vuokatin Urheiluopisto
Aika Syksy 2008	Sivumäärä ja liitteet 45 + 3
<p>Opinnäytetyömme aiheena oli alku- ja väliverryttelyn kuormittavuuden vaikutus sprinttihilhtosuoritukseen. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää eri muuttujien (aika, syke ja laktaatti) avulla, mikä vaikutus eri kuormitustasoilla tehdyillä verryttelyillä on sprinttihilhtosuoritukseen. Tarkoituksena tutkimuksessa oli tuoda tietoa sprinttihilhto- valmennukseen, millaisilla kuormitustasoilla tulisi verryttellä ennen kilpailua ja sen aikana. Tutkimuksemme oli muodoltaan määrällinen.</p> <p>Saimme toimeksiannon opinnäytetyöllemme Vuokatin Urheiluopistolta. Kohdehenkilöt mittauksiimme saimme Sotkamon Urheilulukiosta. Kohderyhmässä oli seitsemän miespuolista hiihtäjää. Suoritimme kaksipäiväiset testit toukokuussa 2008 Vuokatin hiihtoputkessa ja testeissä käytettiin kahta erilaista verryttelykokonaisuutta, kovempaa kuormitusta sisältävä (verryttely A) ja kevyempää kuormitusta (verryttely B). Molemmat verryttelykokonaisuudet sisälsivät kaksi vetoa, joten koehenkilöille tuli yhteensä neljä sprinttihilhtosuoritusta, pituudeltaan rata oli 1100 metriä. Työssämme vertailimme pääasiassa kahta eri verryttelyä toisiinsa ja miten muuttujat (aika, syke, laktaatti) vaihtelivat verryttelyn kuormittavuuden mukaan. Keräsimme tietoja käsiajanotolla, sykemittareilla ja laktaatinäytteillä.</p> <p>Tuloksien tarkastelussa ilmeni, että kuormittavamman alkuverryttelyn jälkeen suorituskyky oli parempi kuin kevyemmän kuormittavassa. Kovan alkuverryttelyn myötä elimistö oli valmiimpi ja mahdollisesti kovemman alkukiihdytyksen (100m). Laktaattiarvoilla on yhteys vetojen keskiarvoaikoihin, sillä mitä parempi aika on ollut suorituksessa, sitä alhaisempi on ollut koko ryhmän laktaattiarvo. Kuormittavampi verryttely nosti vedon aikaista maksimisykettä korkeammaksi kuin kevyessä ja näin antoi elimistöstä tehoja paremmin käyttöön.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Sprinttihilhto, verryttely, väsyminen, palautuminen, kestävyys, energia-aineenvaihdunta
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kaktus-tietokanta <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Health and Sports	Degree Programme Degree Programme in Sports and Leisure Management
Author(s) Tero Schroderus and Mikko Suni	
Title The effect of different levels of strain in warm-ups to sprint performance before and between the heats	
Optional Professional Studies Winter Sports Coaching	Instructor(s) Anne Karhu, Jyrki Uotila
	Commissioned by Vuokatti Sport Institute
Date Autumn 2008	Total Number of Pages and Appendices 45 + 3
<p>The goal of this thesis was to find out what effects different levels of strain in warm-ups had on sprint performance. There were different variables like heartbeat and lactic acid in tests. The purpose was to produce information for sprint coaching on what levels of strain athletes should use when warming up before and between the heats. The analysis was quantitative.</p> <p>This thesis was commissioned by Vuokatti Sport Institute. The test group consisted of seven male skiers, all from Sotkamo high school that specialises in sports. The two-day tests were made in May 2008 in Vuokatti ski tunnel. There were two sets of warm-ups, and the first warm-up (warm-up A) included harder strain and the second one (warm-up B) lighter strain. Thus, every test subject had four sprint performances in a 1100-meter-long track. The different warm-ups were compared with each other and it was noted how the variables alternated. The test data was collected using timing, heart rate monitors and lactic acid samples.</p> <p>The main results showed that after warm-up A the performance was better than after warm-up B and that before the first heat the body was readier to accelerate (the first 100 meters) after warm-up A than warm-up B. The lactic acid values were related to the average heat times of the whole group. The better the average time was in a heat, the lower was the average lactic acid value of the group. The maximum heart rate was higher after warm-up A allowing more intensity to the sprint performance.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Sprint skiing, warm-up, fatigue, recovery, endurance, energy metabolism
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Kaktus Database at Kajaani University of Applied Sciences <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 SPRINTTIHIIHTO	3
3 KESTÄVYYYS JA ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA	6
3.1 Kestävyyden perusteet	6
3.1.1 Aerobinen peruskestävyys	7
3.1.2 Vauhtikestävyys	7
3.1.3 Maksimikestävyys	8
3.2 Nopeuskestävyys	8
3.2.1 Maitohapollinen nopeuskestävyys	9
3.2.2 Maitohapoton nopeuskestävyys	9
3.3 Energia-aineenvaihdunta	9
4 VERRYTTELEMINEN, VÄSYMINEN JA PALAUTUMINEN	12
4.1 Verrytteleminen	12
4.1.1 Verryttelyn vaikutus sydämen ja verenkierron toimintaan	13
4.1.2 Verryttelyn vaikutus hengityselimistöön	14
4.1.3 Verryttelyn vaikutus hermo-lihasjärjestelmään	14
4.1.4 Verryttelyn vaikutus psyykkisiin suoritusmuuttujiin	15
4.2 Väsyminen	16
4.2.1 Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan muutokset väsymisessä	16
4.3 Palautuminen	18
5 TUTKIMUSONGELMAT	20
6 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	21
6.1 Kohdehenkilöt	21
6.2 Mittausmenetelmät	21
7 TULOKSET	24
8 POHDINTA	33
8.1 Tulosten tarkastelua	33
8.2 Luotettavuus ja eettisyys	36

8.3 Opinnäytetyöprosessin tarkastelua

40

9 LÄHTEET

43

LIITTEET

1. SUOSTUMUS- JA PERUSTIEDOT
2. VERRYTTELYJEN OHJEISTUS
3. MITTAUSTEN AIKATAULU

1 JOHDANTO

Intensiiviset kamppailut, tiukat loppukurotukset ja dramatiikka. Nämä kaikki kuvastavat osuvasti suhteellisen uutta hiihdon kilpailumuotoa, sprinttihiihtoa. Sprinttihiihto on kasvanut nopealla tahdilla mediaseksikkääksi lajiksi. Kilpailumuoto on tullut yhä lähemmäksi yleisöä muun muassa city-sprinttien myötä. Sprinttihiihto on saanut osittain alkunsa median tarpeista saada hiihto houkuttelevammaksi lajiksi sekä television katsojille että paikan päälle oleville hiihdon ystäville.

Aiheen valinta sprinttihiihdon parista oli meille luonnollinen ratkaisu, sillä olemme suuntautuneet opintoissamme talvilajien valmennukseen ja suoritamme koulun ohessa valmentajan ammattitutkintoa Vuokatin Urheiluopistolla. Lisäksi meillä molemmilla on kilpahiihtotatausta ja toimimme valmennustehtävissä, mitkä lisäsivät kiinnostusta edelleen aihetta kohtaan. Toimeksiannonkin saimme juuri Vuokatin Urheiluopistolta. Vuokatin Urheiluopisto on korkea-korkeatasoinen, arvostettu, kehittyvä ja erityisesti lumiliikuntaan erikoistunut liikunnan koulutuskeskus ja monipuolinen terveysliikunnan ja työhyvinvoinnin asiantuntijataho. Vuokatin Urheiluopisto on myös johtava maastohiihdon harrastekeskus, joka tarjoaa mahtavat puitteet aktiiviseen lomailuun ympäri vuoden niin kilpaurheilijoille, harrastajille, nuorille ja koko perheelle. (Vuokattisport 2008.)

Opinnäytetyömme tavoitteena on selvittää, mikä vaikutus eri kuormitustasoilla tehdyillä verryttelyillä on sprinttihiihtosuoritukseen. Suoritimme kaksipäiväiset mittaukset Vuokatin hiihtoputkessa toukokuussa 2008. Kohderyhmässä oli seitsemän miespuolista urheilijaa Sotkan Urheilulukiosta. Mittauksissa käytettiin kahta erilaista verryttelykokonaisuutta, kovempaa kuormitusta sisältävä (verryttely A) ja kevyempää kuormitusta (verryttely B). Molemmat kokonaisuudet sisälsivät kaksi vetoa, joten koehenkilöille tuli jokaiselle yhteensä neljä sprinttihiihtosuoritusta. Opinnäytetyössämme vertailimme pääasiassa kahta eri verryttelyä toisiinsa ja miten muuttajat (aika, syke ja laktaatti) vaihtelivat verryttelyn kuormittavuuden mukaan. Keräsimme tietoja käsiajanotolla, sykemittareilla ja laktaatinäytteillä.

Jatkossa samantyyppiset mittaukset voisi tehdä oikean sprinttihiluokituksen yhteydessä. Neljän sprinttihiluokituksen pohjalta voisi tehdä pitemmälle meneviä johtopäätöksiä, sillä maksimaalisen kuormituksen osuus kasvaisi ja palautuminen olisi entistä suuremmissa roolissa. Tiedossamme ei ole yhtään tutkimusta, jotka olisi tehty lumiolosuhteissa.

Kilpailun ohella tehty tutkimus voisi tuoda lisää luotettavuutta, koska urheilijoilla kilpailuihin asennoituminen on useasti parempaa, kuin pelkässä testaamismielessä tehdyissä tutkimuksissa. Kilpailu toisi mukanaan myös luonnollista jännitystä ja valmistautuminen itse suoritukseen todennäköisesti olisi keskittyneempää. Samalla voisi mukaan ottaa tarkempaa välineistöä (esimerkiksi ajanotto kennoilla). Otokoko voisi olla suurempi ja kohdejoukko erikoistuneita sprinttihiluokituksen.

Teoriaosuudessa käsittelemme sprinttihiluokituksen, verryttelyä, väsymistä, palautumista, kestävyyttä ja energia-aineenvaihduntaa. Nämä ovat sprinttihiluokituksen kuuluvia avainkäsitteitä, jotka ovat aina mukana vaikuttamassa sprinttihiluokituksen suoritukseen. Tämän pohjalta hankimme kirjallisuutta. Sprinttihiluokituksen on vähän validia tietoa, koska se on suhteellisen uusi kilpailumuoto. Olemme käyttäneet suomenkielisen materiaalin lisäksi paljon ulkomaankielisiä lähteitä. Lähteisiin olemme suhtautuneet kriittisesti, jotta opinnäytetyö olisi mahdollisimman luotettava.

2 SPRINTTIHIIHTO

Sprinttihilhdossa kilpailumatka on tällä hetkellä virallisesti miehillä 1000 – 1800 metriä ja naisilla 800 – 1400 metriä. Kansainvälisen hiihtoliiton sääntöjen mukaan korkeuseroa sprinttiradalla saa olla enintään 50 m ja kokonaisnousua 0 – 60 m. Perinteisen hiihtotavan sprinttikilpailuissa kokonaisnousua tulee olla yhteensä 20 – 60 m. Suurimman nousun tulee olla vapaalla hiihtotavalla 0 – 30 m ja perinteisellä 10 – 30 m. Perinteisen tavan kilpailussa täytyy mäen keskijyrkkyys olla 12 – 18 % luokkaa, etteivät kilpailijat pystyisi hiihtämään perinteisen hiihtotavan sprinttejä vapaan suksilla tasatyönöllä. (Kansainvälinen hiihtoliitto 2008.)

Sprinttihilhto tuli maastohiihdon maailmancupin ja arvokisojen lajiohjelman vuosituhatannen vaihteessa. Sprinttihilhto kelpuutettiin aikuisten arvokisaohjelmaan vuoden 2001 MM-hiihtoihin Lahteen. Olympialaisten ohjelmassa sprinttihilhto oli ensimmäisen kerran Salt Lake Cityssä vuonna 2002. Sittemmin laji on vakiinnuttanut paikkansa arvokilpailujen ja maailmancupin ohjelmissa. (Stöggli ym. 2006a.)

Lajina sprinttihilhto on vielä hyvin nuori ja se hakee vielä lopullista muotoaan. Nykyisten sääntöjen mukaisesti karsinnan tulosten perusteella pudotuseriin kelpuutetaan 30 nopeinta kilpailijaa. Karsinnan jälkeen hiihdetään puolivälierät kuuden hiihtäjän ryhmissä, joista kaksi parasta jokaisesta erästä selviytyy välieriin. Välierät hiihdetään kahdessa kuuden hiihtäjän erässä, joista A-finaaliin pääsee suoraan kummankin erän kaksi nopeinta hiihtäjää sekä erien kaksi seuraavaa aikavertailun perusteella. Loput kuusi hiihtäjää, jotka eivät selviydy A-finaaliin, hiihtävät B-finaalissa. (Kansainvälinen hiihtoliitto 2008.) Hiihtäjälle voi tulla 2 - 3 tunnin sisällä enimmillään neljä lähtöä eli lähtöjen välinen palautus voi olla lyhyimmillään noin 20 minuuttia.

Maastohiihdon suoritukseen vaikuttavia tekijöitä on tutkittu viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana paljon, mutta nämä tutkimukset ovat koskeneet normaalimatkoja, joilla tarkoitetaan 5-50 kilometrin mittaisia matkoja. Kestävyystekijöiden (maksimaalinen hapenotto, anaerobinen kynnyks, suorituksen taloudellisuus) merkitys normaalimatkojen kilpailusuorituksessa on erittäin suuri. (mm. Bilodeau ym. 1996, Hoffman & Clifford 1992, Mahood ym. 2001.) Sprinttihilhto poikkeaa sekä fysiologisilta että biomekaanisilta vaatimuksiltaan selvästi lyhyemmän kilpailumatkan ja nopeatempoisen mies-miestä vastaan käytävän kilpailumuodon ta-

kia. (Stöggli ym. 2006a.) Viime vuosina ovat tulleet maastohiihtoon kilpailumuotona myös erilaiset yhteislähtökilpailut, joissa ratkaisua monesti haetaan loppusuoran kirissä mies-miestä vastaan, kuten sprinttihiihdossa.

Sprinttikilpailussa hiihtovauhdit ovat suuremmat ja voimantuottoajat lyhyemmät, kuin normaalimatkoilla, ja kilpailussa hiihtäjä joutuu tekemään paljon nopeita rytmivaihdoksia. (Mikkola 2006). Kova hiihtovauhti vaati hermo-lihasjärjestelmältä yhä enemmän, jotta voimantuotto on tehokasta. Ennen sauvojen iskeytymistä lumeen huippuhiittäjien käsien lihaksissa on selvästi havaittavissa korkea hermostollinen esiaktiivisuus, jolla valmistaudutaan te-rävään voimantuottovaiheeseen. Esiaktiivisuus lisääntyy nopeuden kasvaessa, koska silloin myös voimaa vaaditaan enemmän. Hermostollinen esiaktiivisuus varmistaa, ettei voima pääse vuotamaan työnnössä läpi. Näin ollen lihaksiin varastoituu maksimaalisesti työnnössä hyö-dynnettävää elastista energiaa. Lihasten jännitystilaa ei ylläpidetä kaiken aikaa, vaan ne rentoutuvat työnnön lopussa. Sen jälkeen alkaakin valmistautuminen uuteen työntöön, jossa lihakset esiaktivoidaan tulevaan räväkkään voimantuottoon. (Heinonen 2008.) Sprinttihiihdon intervallityyppinen kilpailu (jopa neljä lähtöä saman päivän aikana lyhyimmillään noin 20–30 minuutin välein) aiheuttaa urheilijan palautumiskyvylle aivan omat vaatimukset. (Mikkola 2006).

Viime vuosien aikana useimpien kestävyyslajien kilpailuvauhdit ovat kasvaneet ja näin on tapahtunut maastohiihdossakin. Tämä on ollut mahdollista välineiden ja suoritustekniikan muutosten myötä, mikä on korostanut anaerobisten ja hermolihaskäytön voimantuotto-ominaisuuksien merkitystä hiihdossa. Sprinttihiihdossa tämä korostuu vielä entisestään lyhyemmän kilpailumatkan takia. On siis oletettavaa, että sprinttihiihtosuoritukseen oleellisesti vaikuttaa perinteisten kestävyysominaisuuksien lisäksi urheilijan anaerobinen kapasiteetti, kilpailuvauhtinen tekninen osaaminen eli hiihtämisen taloudellisuus kovilla hiihtovauhdeilla, lajinomaiset voima- ja nopeusominaisuudet sekä urheilijan palautumiskyky suoritusten välillä. Lisäksi urheilijan taktinen kyvykyys vaikuttaa usein lopputulokseen. (Mikkola 2006.)

Sprinttihiihto on lajina niin nuori, että julkaistua luotettavaa ja validia tutkimustietoa kilpailumuodosta on hyvin vähän. Aiemmin lajin fysiologista tietoutta on saatu soveltamalla samantyyppisten ja –kestoisten lajien kautta, kuten pikaluistelu ja keskimatkojen juoksu. Näistäkin lajeista kuitenkin usein puuttuu suoritusten intervalliomaisuus lyhyellä aikavälillä. (Mikkola 2006.)

Suomessa Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus (KIHU) on tehnyt sprinttihilhtoa koskevaa tutkimusprojektia. KIHUN tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää sprinttihilhtoon lajisuurituksen fysiologisia ja biomekaanisia vaatimuksia, tutkia intervallinomaisessa kilpailumuodossa tapahtuvaa väsymystä ja palautumista lähtöjen välillä sekä pyrkiä selvittämään, mitkä kunto-ominaisuudet vaikuttavat sprinttihilhtosuoritukseen olennaisimmin. (KIHU 2008.)

Sprinttihilhtoon myötä hiihto on saanut oman nopeuskestävyysominaisuuksiin läheisesti liittyvän kilpailulajinsa. Fysiologisilta ominaisuuksiltaan se muistuttaakin paljon juoksijoiden keskimittaisia matkoja. Mailin juoksumatkojen ja sprinttihilhtoon suoritus aika on verrannollinen keskenään. Tosin hiihdossa tulee samana päivänä useampia startteja, joten hiihdossa palautuminen on paljon tärkeämpää kuin juoksussa, jossa startit voivat olla vain peräkkäisinä päivinä. Sprinttihilhto on kilpailumuoto, joka on kehitelty yleisön tarpeista nähdä tiukkoja kamppailuja useita peräkkäin. Sprinttihilhdossa usein käykin niin, että teknisesti parhaimmat suoritukset hiihtäjältä nähdään aika-ajoissa. Sitten, kun varsinainen mies-miestä vastaan kisailu alkaa, niin suoritukset ovat kamppailua väsymystä ja maitohappoja vastaan. Tilanne on kuitenkin kaikille kilpailijoille samanlainen ja harjoittelua pitää suunnata tämän mukaan. Starttien välillä on oleellista saada laktatitasot alas ja hermosto käymään lepotilassa. Jos sprintterit hiihtäisivät vain kerran, voitaisiin hiihdossakin puhua mailimatkoista. Toistojen lisääntyessä myös kestävyysominaisuuksien merkitys lisääntyy ja näin puhtaita mailereita eivät sprinttihilhtajat kuitenkaan ole. (Backman 2006.)

3 KESTÄVYYS JA ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA

3.1 Kestävyyden perusteet

Kestävyyden merkitys on suuri lajeissa, joissa suorituksen kesto on yli kaksi minuuttia tai toistuu pitemmän ajan kuluessa tehokkaita ja useita lyhyitä työjaksoja. Kestävyyden luonne muuttuu kuitenkin ratkaisevasti suorituksen keston muuttuessa kahden minuutin suorituksesta useamman tunnin suoritukseksi. Kestävyys jaetaan neljään eri osa-alueeseen suorituksen tehon mukaan. Kestävyyden lajeja ovat nopeuskestävyys, aerobinen peruskestävyys, vauhtikestävyys ja maksimikestävyys. Kestävyysuorituskyky perustuu pitkäaikaiseen aerobiciseen kestävyYTEEN, suorituksen taloudellisuuteen, maksimaaliseen aerobiciseen energiantuotokkyyn (VO₂max) sekä hermo-lihasjärjestelmän voimantuotokkyyn. VO₂max vaikuttaa pitkäaikaiseen kestävyYTEEN asettamalla toimintarajat aerobiciselle energiantuotolle. Pitkäaikainen kestävyys määräytyy pitkälti fysiologisista kuntotekijöistä (aerobinen ja anaerobinen kynnysteho) sekä väsymisestä ja energiavarastojen (glykogeeni) riittävydestä. Lihaksissa tuotettu energia muutetaan liikuntasuoritukseksi ja tätä suoritustekniikasta ja hermo-lihasjärjestelmän voimantuotokyvystä riippuvaa tekijää sanotaan suorituksen taloudellisuudeksi. VO₂max ja hermo-lihasjärjestelmän voimantuotokky yhdessä antavat kestävyysuoritukselle rajat. Suorituksen taloudellisuus ratkaisee lopullisesti millaiseen kestävyysuoritukseen urheilija pystyy. Suorituksen kesto, lajin luonne ja lajitekniikka muuttavat edellä mainittuja kestävyysuorituskykyä selittävien ominaisuuksien painoarvoa, mikä tarkoittaa, että kestävyysuorituskyky on aina lajisidonnainen. Tästä syystä maailman parhaat hiihtäjät eivät menesty juoksun huipputasolla tai päinvastoin. (Mero ym. 2004.)

Jotta saataisiin harjoitusvaikutus, on hengitys- ja verenkiertoelimistöä sekä hermo-lihasjärjestelmää järkytettävä normaalista tasapainotilasta pois. Tätä ilmiötä kutsutaan myös termillä homeostaasi. Jo yksittäinen harjoitus tuottaa järkytyksen, johon elimistö pyrkii harjoituksen aikana sopeutumaan ja myös välittömästi harjoituksen jälkeen. Pitkäkestoista adaptaatiota tapahtuu vasta usean peräkkäin toistetun harjoituksen jälkeen ja niiden seurauksena harjoitukset eivät järkytä elimistöä niin paljoa, jos harjoituksia ei muuteta. Kestävyyspainotteisissa harjoituksissa elimistöä järkytetään oikeastaan kahdella eri tavalla: harjoituksen suuren tehon tai pitkän keston avulla. Tehon avulla elimistöä voi järkyttää siten, että hapenkulu-

tus on 70–80% VO₂max:sta, jolloin maitohappoa muodostuu lihaksissa ja hengitys on voimakasta. Harjoitusvaikutus kohdistuu erityisesti Vo₂max:iin ja hengitys- ja verenkiertoelimistöön, joten ne kehittyvät. Varsinkin intervallityyppisillä harjoitteilla saadaan aikaan riittävä suoritusteho, jossa hapenkulutus nostetaan monta kertaa korkealle tasolle. Myös anaerobinen energiantuotto korostuu suorituksen alussa syntyvän happivajeen seurauksena. (Mero ym. 2004.)

3.1.1 Aerobinen peruskestävyys

Lajinomainen kestävyys tarvitsee kehittyäkseen hyvän aerobisen peruskestävyyden. Kun aerobinen peruskestävyys kehittyy paremmaksi, voi harjoittelun painopistettä siirtää enemmän tehoharjoittelun puolelle. Aerobinen kestävyysharjoittelu onkin erittäin tärkeä harjoitusmuoto aloitteleville kestävyysurheilijoille sekä nuorille. Uran alkuvaiheessa harjoittelutiheys on ratkaisevassa osassa kestävyysurheilijalla, sillä jo kevyt kestävyysharjoitus riittää järkyttämään elimistön homeostaasia. Voidaankin sanoa, että mitä useammin peruskestävyyttä nuori urheilija harjoittelee, sitä enemmän ja nopeammin aerobinen peruskestävyys kehittyy. (Mero ym. 2004.)

3.1.2 Vauhtikestävyys

Vauhtikestävyysharjoitukset vaikuttavat kutakuinkin juuri samoihin fysiologisiin tekijöihin kuin peruskestävyysharjoituksetkin. Suurimmat erot peruskestävyys- ja vauhtikestävyysharjoituksissa ovatkin intensiteetissä ja energiantuotossa, sillä peruskestävyysharjoituksissa jopa puolet energiasta tulee rasvoista, kun taas vauhtikestävyysissä rasvojen osuus on alle 30 %. Loppuosa energiasta saadaan hiilihydraateista. Peruskestävyysharjoitus kehittää suorituksen taloudellisuutta aerobisen kynnyksen alapuolella ja vauhtikestävyysharjoitus puolestaan aerobisen ja anaerobisen kynnyksen välisellä alueella. (Mero ym. 2004.) Vauhtikestävyysalue on keskimäärin sykkeinä ilmaistuna 25–50 lyöntiä alle maksimisykkeen, mutta yksilölliset erot voivat olla suuria. Maitohappotasot vauhtikestävyysharjoituksissa ovat 2-3,5 mmol. (Anttila 2008.)

3.1.3 Maksimikestävyys

Maksimikestävyden tarkoituksena on kehittää hengitys – ja verenkiertoelimistön kapasiteettia ja maksimaalista hapenottokykyä. Toisaalta lihastasolla maksimikestävyysharjoitteet vaikuttavat sekä aerobisiin ja anaerobisiin ominaisuuksiin. Maksimikestävyysharjoitteet täytyisi tehdä siten, että harjoitusvaikutus kohdistuisi mahdollisimman tehokkaasti hengitys- ja verenkiertoelimistöön. Tämä onnistuu siten, että suuri osa lihaksista on toiminnassa harjoituksen aikana, kuten hiihdossa. Maksimikestävyysharjoituksen toisena tärkeänä periaatteena voidaan pitää, että harjoitus vaikuttaa hyvin spesifisti hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyyn. Toisin sanoen ne lajisuorituksen tehoalueet kehittyvät harjoituksen seurauksena parhaiten, joita harjoitetaan. (Mero ym. 2004.)

3.2 Nopeuskestävyys

Nopeuskestävyys on kestävyiden alalaji, jonka merkitys on suurimmillaan, kun suorituksen kesto on 10–90 sekuntia. Energiantuotannollisesti nopeuskestävyys perustuu lähinnä anaerobiseen energiantuottoon. Juuri energiantuoton ja sen lisäksi suoritustehon mukaan nopeuskestävyys voidaan jakaa anaerobiseen, maitohapolliseen (maksimaaliseen ja submaksimaaliseen) sekä maitohapottomaan nopeuskestävyyteen. Nopeuskestävyys rakentuu kestävyiden, nopeuden, voiman ja lajitekniikan varaan, joten se ei ole samanlainen perusominaisuus kuin voima ja kestävyys. Siksi nopeuskestävyyttä harjoitettaessa täytyy ottaa huomioon edeltävä harjoittelu ja eri ominaisuuksien taso, eli sitä ei voi käsitellä yksittäisenä ominaisuutena. Parantunut lajinopeus ja lajinomaiset voimaominaisuudet mahdollistavat nopeuskestävyyden kehittämisen. Myös lajinomainen kestävyys parantaa kehittymisen edellytyksiä. Nopeuskestävyyden kaksi taustaominaisuutta, nopeus ja kestävyys, ovat siinä mielessä hankalia kehittää samanaikaisesti, että yleensä kun toista kehittää niin toinen heikkenee. Nopeuskestävyys on hyvin lajisidonnainen ominaisuus ja sitä kannattaakin harjoittaa lajinomaisesti, jotta harjoitusvaikutukset kohdistuisivat juuri oikeisiin lihaksiin. Harjoitusvaikutus voidaan kohdistaa anaerobiseen kapasiteettiin tai tehoon harjoittelun intensiteettiä, vetojen pituutta ja palautumisaikoja muuntelemalla. Niillä voidaan muuttaa myös anaerobisen kapasiteetin laktista (maitohapollista) ja alaktista (maitohapotonta) painotusta. (Mero ym. 2004.)

3.2.1 Maitohapollinen nopeuskestävyys

Maitohapollinen nopeuskestävyysharjoittelu sisältää intervalliharjoitukset, joissa suorituksen intensiteetti on yli 75 % vetomatkan maksimista ja veren laktaattipitoisuus on urheilijasta riippuen 7-9 mmol x l⁻¹. Suoritusten kestot ovat 10–120 sekuntia. 75 % teho maksimiin nähden on vain keskimääräinen arvio, sillä joillakin urheilijoilla intervalliharjoittelusta tulee maitohapollinen vasta 80 % suorituksissa ja joillakin jo 55 % tehoisissa suorituksissa. Onkin tärkeää harjoittelun onnistumisen kannalta, että selvitetään yksilöllinen tehoarvo. Maitohapollisella nopeuskestävyysharjoittelulla pyritään kehittämään pääasiassa suorituksen taloudellisuutta suurilla tehoilla sekä anaerobisen energiantuoton tehoa ja kapasiteettiä. Tämän tyyppinen harjoittelu kannattaa sijoittaa kilpailuun valmistavalle kaudelle, kun kestävyys ja nopeus on kehitetty uudelle tasolle. Harjoitusvaikutuksen ja suorituksen intensiteetin mukaan maitohapollinen nopeuskestävyysharjoittelu voidaan jakaa submaksimaalisiin ja maksimaalisiin nopeuskestävyysharjoituksiin sekä tehointervalleihin. (Mero ym. 2004.)

3.2.2 Maitohapoton nopeuskestävyys

Maitohapottomat nopeuskestävyysharjoitukset eroavat maitohapollisesta etenkin vetoajan pituuden mukaan mistä syystä harjoitusvaikutus kohdistuu maitohapottomissa pääasiassa alaktiseen tehoon. Tavoitteena on parantaa lihaksiston kykyä hyödyntää kreatiinifosfaattivarastoa (KP-varastot) ja sillä tavalla siirtää nopeuden vähenemisen vaihetta myöhäisemmäksi kilpailusuorituksessa. Maitohapottomien harjoitusten tavoitteena on myös mukauttaa hermoston lihasjärjestelmää suureen suoritusnopeuteen sekä rentouden ja lajitekniikan ylläpitäminen ja kehittäminen. Maitohapon tuotolta ei voida välttyä kokonaan vaikka harjoitusmuodon nimitys on maitohapoton harjoitus. Suorituksen intensiteetti ja kesto tulisi olla sellainen, että veren laktaattipitoisuus urheilijasta riippuen on alle 7-12 mmol x l⁻¹ harjoituksen jälkeen. Tällöin väsymys ei pääse vaikuttamaan liikaa suoritustekniikkaan. (Mero ym. 2004.)

3.3 Energia-aineenvaihdunta

Lihaskuitu tarvitsee supistukseensa energiaa ja saa sitä adenosinitrifosfaattiin (ATP) sitoutuneen vapaan energian muodossa (Mero ym. 2004). Lihaksen ATP-pitoisuus on hyvin pieni, min-

kä vuoksi sitä täytyy muodostaa koko ajan lisää. ATP: n muodostuksessa on kolme pääreittiä: kreatiinifosfaattivarastot (KP), glukoosin ja glykogeenin anaerobinen (glykolyysi) ja aerobinen pilkkominen (Krebsin sykli ja oksidatiivinen fosforylaatio) sekä rasvojen pilkkominen (β -oksidaatio). (Mero ym. 2004.)

Nopeimmin ATP: n uudismuodostus tapahtuu KP:sta kreatiinikinaasientsyymin katalysoimassa reaktiossa. KP:n ohella käytetään samaan aikaan myös muita energiantuottosysteemiä, koska KP varastot eivät ole kovin suuret. (Mero ym. 2004.) Toinen tapa tuottaa nopeasti ATP:ta on glykolyysi. Anaerobisessa glykolyysissä veren glukoosista ja lihasten glykogeenistä muodostetaan energiaa. Tämän prosessin seurauksena muodostuu aineenvaihduntatuotteena laktaattia. ATP ja KP varastojen käyttö sekä anaerobinen glykolyysi eivät tarvitse happea, joten niistä käytetään nimitystä anaerobinen energiantuotto. Aerobinen energianmuodostus tapahtuu solun mitokondrioissa hapen avulla. Glykolyysin lopputuotteena syntynyt palorypäle happo pilkataan kemiallisten reaktioiden seurauksena hiilidioksidiksi ja vedyksi (Krebsin sykli). Vety voidaan hapettaa edelleen oksidatiivisessa fosforylaatiossa ATP:ksi ja vedeksi. Rasvojen pilkkominen (β -oksidaatio) on myös aerobinen energiantuottosysteemi, jossa lipaasientsyymin katalysoimassa reaktiossa syntyneet glyserolit pilkataan energiaksi. (McArdle ym. 2001.)

ATP ja KP varastot ovat pienet, joten niiden suurin merkitys on lyhyissä, alle 10 sekuntia kestävässä, maksimaalisissa suorituksissa (Mero ym. 2004). Näin lyhyissä suorituksissa energiavarastojen koolla ei ole suurta merkitystä, vaan energiantuotossa korostuu sen nopeus (anaerobinen teho). Anaerobinen teho tarkoittaa maksimaalista energiantuottonopeutta lyhytkestoisessa suorituksessa, jolloin ATP:ta muodostuu KP:sta ja anaerobisen glykolyysin avulla. Aerobiset energiantuottoprosessit ovat niin hitaita, että niiden avulla voidaan tuottaa energiasta vain noin alle 10 prosenttia alle 10 sekunnin suorituksessa. (McArdle ym. 2001, Nummela 1998, Wilmore & Costill 2004.) Kun suorituksen kesto pitenee yli 30 sekuntiin, anaerobisen kapasiteetin merkitys nousee ohi anaerobisen tehon maksimaalista suoritusta selittävänä tekijänä (Mero ym. 2004). Anaerobinen kapasiteetti tarkoittaa lyhytkestoisen suorituksen aikaista, pääosin anaerobisen glykolyysin kautta muodostuvaa, maksimaalista energiamäärää. Anaerobiseen kapasiteettiin vaikuttaa glykolyysin energiantuottokyvyn lisäksi KP – varastojen koko sekä lihasten ja veren puskurointikyky. (Mero ym.2004.) Yli kahden minuutin maksimaalisessa suorituksessa energiantuotto tapahtuu pääosin aerobisesti, jolloin

energia muodostuu hiilihydraateista ja yhä pidempikestoisessa suorituksessa rasvoista hapen avulla (McArdle ym. 2001).

Energialähteiden käyttö tapahtuu aina jonkin verran päällekkäin, joka riippuu esimerkiksi suorituksen kestosta, intensiteetistä, harjoittelutaustasta ja lihassolujakaumasta. Yksilölliset erot energiatuottosysteemin hallitsevuudessa voivat olla suuret, koska harjoittelua suunnataan lajista johtuen tiettyyn suuntaan ja toisaalta luontaiset ominaisuudet ohjaavat urheilijat parhaiten omia edellytyksiään vastaaviin lajeihin. Aerobinen harjoittelu aiheuttaa energiantuoton painopisteen siirtymisen aerobiseen suuntaan ja anaerobinen harjoittelu puolestaan anaerobiseen suuntaan. (Mero ym. 1987, Mero ym. 2004.)

Yksittäinen sprinttihilhtosuoritus kestää noin 2-3 minuuttia. Ruskon (2003) mukaan 1000 metrin sprinttikilpailussa, jossa kesto on noin kaksi minuuttia, energiasta muodostuu puolet aerobisesti ja puolet anaerobisesti. Aerobinen energiantuotto jakautuu siten, että 99 % muodostuu hiilihydraateista ja 1 % rasvoista. Sprinttihilhtokilpailun alkupuolella energiaa muodostetaan lähes yksinomaan anaerobisesti, 20 sekunnin hiihdon jälkeen 60–70 % energiasta muodostetaan anaerobisesti, suorituksen puolivälin jälkeen noin 40–50 % ja loppukirissä noin 50 –60 %. (Rusko 2003.)

4 VERRYTTELEMINEN, VÄSYMINEN JA PALAUTUMINEN

4.1 Verrytteleminen

Verryttely tarkoittaa toimintaa, joka auttaa saavuttamaan optimaalisen psyko-fyysisen ja koordinatiivis-kinesteettisen valmiustilan sekä auttaa ehkäisemään loukkaantumisia. Urheilussa verryttelyn tärkein tavoite on parantaa suorituskykyä. Verryttely voidaan jakaa yleiseen ja lajinomaiseen verryttelyyn. Yleisen verryttelyn tavoitteena on parantaa elimistön toiminnallisia edellytyksiä. Harjoitteiden pitää kohdistua isoille lihasryhmille, joka toteutuu esimerkiksi juoksuverryttelyssä. Lajinomainen verryttely vaihtelee lajista riippuen. Liikkeiden täytyy olla sellaisia, jotka kohdistuvat lajissa käytettäviin lihaksiin. (Weineck 1982.)

Verryttely voidaan toteuttaa aktiivisesti tai passiivisesti sekä näitä molempia tapoja yhdistelemällä. Aktiivisessa verryttelyssä eri fysiologiset vaikutukset saadaan aikaan tekemällä aktiivista lihastyötä. Jotta lopputulos olisi paras mahdollinen, verryttelyn tulisi sisältää ainakin osaksi lajisuoritusta muistuttavia osia. Passiivisella verryttelyllä ymmärretään ulkopuolisten tekijöiden aikaansaamia verryttelyvaikutuksia (esim. suihku, kylvyt, lämpöhoidot, hieronta, rentouttavat ravistelut ja mentaalinen eli henkinen valmistautuminen suorituksiin). Useimmiten passiivinen verryttely ei ole syvävaikutteinen, vaan vaikutukset ovat lähinnä ihoverenkiertoa, sekä lihasten rentoutta ja liikelaajuuksia lisääviä. Passiivisella verryttelyllä säästetään energiaa, mutta huonona puolena voidaan pitää tuntuman puutetta lajinomaiseen suoritukseen. Kokemukset nopeuslajeissa tehdyistä tutkimuksista ovat osoittaneet, että paras vaihtoehto on aktiivinen verryttely tai aktiivisen ja passiivisen verryttelyn yhdistelmä, jollaiseksi verryttely usein muodostuukin. Keskittyminen pitää olla aina mukana valmistauduttaessa maksimaalisiin suorituksiin, mikä liittyy passiiviseen verryttelyyn. (Helin ym. 1982.)

Jokaiselle biologiselle säätelyjärjestelmälle on ominaista tietty hitaus, joka kuitenkin vaihtelee eri osatekijöillä. Tämä vaihtelevuus johtaa siihen, että eri toiminta-alueiden käynnistyminen ei tapahdu täysin yhtäaikaaisesti. Verryttelyn tehtävänä on sulauttaa optimaalisesti yksittäiset toimintajärjestelmät yhteen, jotka vaikuttavat urheilijan suorituskykyyn. (Weineck 1982.)

4.1.1 Verryttelyn vaikutus sydämen ja verenkierron toimintaan

Leposykkeestä rasisusyккеeseen siirryttäessä erotetaan alkuvaihe (primaarivaihe), joka johtuu adrenergisestä stimulaatiosta (sydämeen, verenkiertoon ja aineenvaihduntaan vaikuttavan adrenaliini-hormonin vaikutukset) ja kestää harjoitelleella noin 10, harjoittelemattomalla 30 sekuntia, ja niin sanotun sekundaarivaiheen, jossa vaikuttavat aineenvaihdunnalliset tapahtumat. Ennen urheilukuormituksen alkamista vallitsevalla vaiheella on tärkeä merkitys näiden kahden vaiheen käynnistymistapahtuman optimoimisessa, jossa isoavokuoressa tulevat ärsykkeet kohottavat hermoston ja verenkierron kautta koko verenkierron aktivaatiotasoa. Ehdollisilla reflekseillä on tässä suuri merkitys harjoitelleella urheilijalla. Ehdolliset refleksit vaikuttavat parantavasti sekä lähtöä edeltävään tilaan (sykkeen kohoamisen psyykinen komponentti) sekä fyysiseen suorituskyykyyn (sykkeen kohoamisen fyysinen komponentti). Tästä seuraa, että syke nousee ajoissa myöhemmin tarvittavalle tasolle ja sykkeen kohoamisen epätaloudellinen primaarivaihe lyhenee. (Weineck 1982.)

Kuormituksen aikana verenpaineen kohoaminen johtuu ensinnäkin kiertävän verimäärän tarpeen kasvamisesta ja siihen liittyen sydämen minuuttivolyymien kasvamisesta. Kaikki verivarastot (esim. perna, maksa, ruuansulatuskanava) luovuttavat verta työtä tekeviin elimiin – ja toisaalta verisuonien perifeerisen vastuksen kohoamisesta. Noradrenaliini aiheuttaa perifeeristen verisuonien supistumisen (kaikki iho- ja verisuonet supistuvat, jotta työtä tekeville lihaksille olisi käytettävissä tarpeellinen määrä verta), mitä vapautuu kuten adrenaaliakin lisämunuaisytimestä ja sympaattisista hermopäätteistä suoritusvaatimuksen vaikutuksesta. (Weineck 1982.)

Fyysiseen ja jonkin verran myös psyykkiseen toimintaan kytkeytyy kiertävän verimäärän suureneminen. Keuhkojen verenkierto ja sydämen minuuttivolyymi voivat kohota jopa 6-8 –kertaiseksi, aivojen verenkierto noin 50 %:lla ja lihaksiston verenkierto 20–30 –kertaiseksi. (Helin ym. 1982.) Tämän tapahtuman tarkoituksena on toimittaa riittävästi ravintoaineita ja happea työtä tekeviin lihaksiin ja toisaalta muodostuvien kuona-aineiden poiskuljettaminen. Näin pyritään ehkäisemään lihaksiston liiallista happanemista, koska veren pH-arvon laskeminen (harjoitustilasta riippuen huippu-urheilijan sietoraja on noin 6,8 ja harjoittelemattoman noin 7,2) heikentää lihaksiston toimintakykyä tai estää sen kokonaan. (Weineck 1982.)

4.1.2 Verryttelyn vaikutus hengityselimistöön

Verryttelyyn liittyvän fyysisen rasituksen voimakkuudesta ja määrästä riippuen hengitystiheys ja hengityssyvyys suurenevat, jotta hengityselimistö kykenisi tyydyttämään työskentelevien lihasten lisääntyneen hapentarpeen ja poistamaan hiilidioksidin, jota samalla muodostuu enemmän. Suotuisa vaikutus on lisäksi sillä, että sisäänhengitetyn ilman ja siitä otetun hapen määrän suhde on 38,5 – 39 asteen lämmössä edullisimmillaan. Tästä seuraa, että tietyn suuruisessa hengitystiheydessä elimistö ottaa erityisen paljon happea. Hengityksen kiihtymiseen liittyy tietty viive kuormituksen alkamisesta. Kuormituksen kestäessä pitemmän aikaa, tasapainoon energiankulutuksessa ja energianmuodostuksessa (steady-state) päästään vasta tietyn ajan kuluttua. Verryttely onkin tärkeässä asemassa vähennettäessä lähdön jälkeistä viivettä mahdollisimman pieneksi. Verryttely saattaa hengityksen jo valmiiksi tarvittavalle lähtötasolle sekä sopeuttaa säätelymekanismit hyvin toisiinsa. (Weineck 1982.)

Elimistön optimaalisella virittäytymisellä on erityisen tärkeä asema ennen kaikkea niissä lajeissa, jotka laittavat sydän- ja verenkiertojärjestelmän sekä aineenvaihdunnan toimintakyvylle suuret vaatimukset. Jos näiden säätelyjärjestelmien toisiinsa niveltymisessä ei ole valmisteltu riittävästi, saattaa ilmetä suoritusta heikentäviä yleis- ja paikallisilmiöitä: seurauksena saattaa olla nopea väsyminen, kun työtä tekevät lihakset eivät kuormituksen alkuvaiheessa saa riittävästi happea, joutuvat työskentelemään liian pitkään anaerobisesti ja happamien aineenvaihduntatuotteiden määrä kasvaa suureksi. (Weineck 1982.)

4.1.3 Verryttelyn vaikutus hermo-lihasjärjestelmään

Verryttelyllä aikaansaatu verenkierron kiihtyminen ei kohota ainoastaan lihasten lämpötilaa, vaan lämpötilaa myös koko elimistössä. On todettu, että 15–20 minuutin hölkkä kohottaa elimistön lämpötilan 38,5 asteeseen. Tämän seurauksena lihaksiston sisäinen kitka pienenee ja lihaksista, jänteistä sekä nivelistä tulee joustavampia ja venyvämpiä. Näin lihasrevähtymien ja yleensäkin loukkaantumisriski vähenee etenkin maksimaalisessa kuormituksessa. Lisääntyneestä lihasten venyvyydestä ja siihen liittyvästä pienemmästä loukkaantumisriskistä seuraa myös suorituskyvyn parantuminen. Lihas supistuu voimakkaammin ja nopeammin hyvän esivenytyksen ansiosta, millä on suurin merkitys etenkin räjähtävää voimaa vaativissa lajeissa. (Weineck 1982.)

Verryttelyn ansiosta lihas saa enemmän runsasenergisistä substraateista (glukoosi, aminohapot ja vapaat rasvahapot) ja happea, joka edesauttaa näiden polttamista. Tämä taas johtuu adrenaliinin erityksen lisääntymisestä ja kuormitetun lihaksiston verenkierron parantumisesta. Lisäksi kohonnut lämpötila aiheuttaa hapen nopeamman vapautumisen punasolujen hemoglobiinista ja näin hapen parantuneen hyväksikäytön. Koska kemiallisen energian muuttuminen mekaaniseksi on tehokasta, verryttely parantaa käytännössä maksimaalista hapenottokykyä, joka on suoraan verrannollinen lämmön nousuun tiettyyn optimiarvoon saakka. (Weineck 1982.)

Verryttelyn aiheuttamasta lihaksen kitkan pienenemisestä ja joustavuuden lisääntymisestä seuraa hermo-lihaskoordinaation parantuminen. Energiantarpeen vähentyminen ja väsyminen eivät ole yhtä nopeaa. Lisäksi lihaksen rentoutuskyky paranee, mikä on tärkeää etenkin maksiminopeudella tehtävissä tai erityisen täsmällisissä liikkeissä. Kohonnut lämpötila lihaksissa parantaa hermoston johtamisnopeutta ja lisää proprioreseptoreiden (aistinsolut, jotka reagoivat kehon osan asentoon ja liikkeeseen) herkkyyttä. Näin reaktionopeus ja kinesteettiset aistimukset paranevat, mikä on hyvin tärkeää herkän liiketunnon kehittymiselle. Jotta refleksit saataisiin vaikuttamaan optimaalisesti lajin tekniseen liikekulkuun, olisi lajinomaisessa verryttelyssä huolehdittava siitä, että se vastaa dynaamiselta ja kineettiseltä rakenteeltaan varsinaista suoritusta tai muistuttaa sitä mahdollisimman paljon. (Weineck 1982.)

4.1.4 Verryttelyn vaikutus psyykkisiin suoritusmuuttujiin

Urheilusuoritukseen liittyy fyysisten ja motoristen tekijöiden lisäksi psyykkisiä taitoja, kuten keskittyminen, stressinhallinta, mielikuvien käyttö, rauhoittumiskyky ja ulkopuolisten häiriötekijöiden poissulkeminen (Liukkonen 2003). Viimeinen psyykkinen latautuminen tapahtuu useasti verryttelyn aikana. Verryttelyn kuluessa varmuus, itseluottamus sekä oikeanlainen taistelumieli kaivetaan lopullisesti esiin. (Helin ym. 1982.) Verryttely luo psyykkisen valmiustilan, joka aiheuttaa suotuisan ärystystilan hermostossa ja parantaa tällä tavalla asennoitumista ja keskittymistä urheilusuoritukseen (Weineck 1982).

Jokaiselle urheilijalle on muodostunut vuosien varrella omat psyykkiset keskittymistapansa urheilusuoritukseen. Keskittymisen avulla urheilija suuntaa huomionsa itse urheilusuorituk-

seen ja pystyy näin sulkemaan ulkopuoliset häiriötekijät pois. Oikeanlaisen vireen löytäminen on erityisen tärkeää räjähtävissä ja hyvin nopeissa suorituksissa kuten sprinttihilhdossa. (Heino 2000.)

4.2 Väsyminen

4.2.1 Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan muutokset väsymisessä

Hermosto-lihasjärjestelmän (HLJ) väsymisellä tarkoitetaan vähentynyttä kykyä tuottaa voimaa tai tehdä työtä (Gandevia 2001, Gibson ym. 2001). Väsymisen syntymekanismiin voi liittyä useita fysiologisia ja biomekaanisia muutoksia. Tiedossa on, että hermosto-lihasjärjestelmän väsyminen tapahtuu aivojen ja lihassolukalvon välisellä alueella. Koska väsymiseen johtavat syyt voivat tapahtua hermosto-lihasjärjestelmän toimintaketjun eri osissa, hermosto-lihasjärjestelmän aiheuttama väsymys jaetaan sentraaliseen ja perifeeriseen väsymykseen. (Gibson ym. 2001, Gibson & Edwards 1985.)

Sentraalinen väsymys liittyy keskushermoston laskeneeseen hermostuskykyyn, joka heikentää kykyä tuottaa ja ylläpitää tarvittavaa lihasvoimaa. Heikentynyt lihaksen hermostollinen kontrollointi vaikuttaa käytettävien motoristen yksiköiden määrän laskuun tai syyttymistiheyden madaltumiseen. Uskotaan, että sentraalisen väsymyksen taustalla on useita fysiologisia muutoksia kuten pienentyneet glykogeenivarastot ja haaraketjuisten aminohappojen pitoisuudet sekä lisääntyneet veren vapaiden rasvahappo-, tryptofaani- ja serotoniinitasot (Gandevia 2001.)

Perifeeriseen väsymyksen aiheuttama heikentynyt kyky tuottaa tai ylläpitää tarvittavaa lihasvoimaa johtuu lihassolun reagoimattomuudesta tai heikentyneestä kyvystä supistua. Perifeeriseen väsymykseen liittyy hermosto-lihasliitoksen heikentynyt kyky johtaa impulsseja, neuronien heikentynyt toiminta, lihassolun sisäisen aktivaation aleneminen tai lihassolun sähköisen toiminnan heikkeneminen. Lisäksi verenkierröllisillä ja aineenvaihdunnallisilla tekijöillä on todettu olevan yhteys lihasväsymykseen. (Gibson & Edwards 1985.) Lihassolutyypillä on myös vaikutusta väsymiseen. On todettu, että I – (hidas) ja IIA – tyyppin (nopea, väsymystä

sietävä) lihassolut, kestävät paremmin väsymystä vastaan, kuin tyypin IIB (nopea, väsyvä) (Mero ym. 2004).

4.2.2 Aineenvaihdunnalliset tekijät väsymyksessä

Lähinnä kestävyyslajeissa keskeisin väsymisen syy on lihasten energian loppuminen ja nopeustyyppisissä lajeissa lihasten happamuuden nousu. Kretiinifosfaattivarastojen (KP) on todettu olevan yhteydessä lihaksien väsymiseen heikentämällä lihasten voimantuottokykyä. KP –varastojen tyhjentyminen on nopeinta suorituksen alkuvaiheessa, jonka jälkeen tyhjentyminen tasaantuu, koska KP:n tuotto on nopeaa suorituksen aikana. On todettu, että KP –varastot ovat pienentyneet 30–70 % 1-2 minuutin hiihdon jälkeen. (Rusko 2003.)

Anaerobinen suoritus lisää elimistön laktaattia ja happamuutta riippuen suorituksen intensiteetistä ja kestosta. Nopeaa ja suurta laktaatin kertymistä tapahtuu, kun maksimaalisen suorituksen kesto on 60 – 180 sekuntia. (McArdle ym. 2001.) Happamuuden kasvu estää glykolyysiä ja hidastaa sekä vaikeuttaa lihassolujen supistumista, jotka vaikuttavat lihasten väsymisen lisääntymiseen. Elimistöllä on omat puskurimekanisminsa, joiden avulla se pyrkii neutraloimaan happamuutta ja näin säilyttämään elimistön toiminnan tasapainossa (Mero ym.1987). Ilman veren ja lihaksen puskurointikykyä lihaksen ja veren pH:n lasku olisi maitohapon tuottoon nähden huomattavaa. Happamuutta aiheuttavia H⁺ -ioneja puskuroidaan lähinnä bikarbonaatin, proteiinien, hemoglobiinin, epäorgaanisen fosfaatin ja KP:n avulla. (McArdle ym. 2001.) Puskuroinnin ansiosta veren pH ei voi laskea alle 6,8 eikä lihaksen alle 6,5. Puskurointikyvyn kehittymisellä on vaikutusta myös anaerobisen kapasiteetin paranemiseen, sillä anaerobisessa glykolyysissä voidaan tuottaa enemmän maitohappoa suhteessa pH:n muutokseen. (Nummela 1998.)

4.3 Palautuminen

Elimistön palautumiskykyä edistää hyvät aerobiset lihassolutason ominaisuudet (Friden ym. 2003). Sprinttihiltoisuus on erittäin kovatehoinen, joka aiheuttaa lihasten välittömien energiavarastojen pienenemistä, hermostollista väsymistä sekä laktaatti – ja vetyionipitoisuuksien nousua (McArdle ym. 2001).

Kuormittavan suorituksen jälkeen hapenkulutus ja ventilaatio ovat lepotasoon nähden koholla (Wilmore & Costill 2004). Ne johtuvat kuormituksen aiheuttamasta happivelasta (EPOC). Kuormituksen tehosta ja kestosta riippuen hapenkulutus on koholla muutamasta minuutista jopa useisiin tunteihin. Kohonnut hapenkulutus johtuu kuormituksen aikana muodostuneesta happivajeesta, hormonaalisista muutoksista ja kohonneesta kehon lämmöstä. Sen lisäksi EPOC aiheutuu ventilaation, sykkeen ja muiden fysiologisten toimintojen lisäämästä energiantarpeesta. (Nummela 1998.) Palautumisen aikainen EPOC viittaa kuormituksen anaerobiseen aineenvaihduntaan. Mitä enemmän anaerobiset tekijät ovat olleet kuormituksessa mukana, sitä suurempi EPOC on kuormituksen jälkeen. (McArdle ym. 2001, Rusko ym. 2003.)

Palautumisen aikana tapahtuu monia aineenvaihdunnallisia muutoksia elimistössä, kuten kreatiinfosfaatti (KP)– ja glykogeenivarastojen täyttymistä, laktaatin poistumista ja proteiini-synteesiä lihasvaurioiden korjaamiseksi (Friden ym. 2003). KP-varastojen täytyminen on nopeaa kahden ensimmäisen minuutin aikana palautuessa. Tämän jälkeen varastojen täytyminen hidastuu ja lähtötaso saavutetaan yleensä 15 - 20 minuutin jälkeen kuormituksen loppumisesta. (Nummela 1998.) Kovan anaerobisen suorituksen jälkeen KP-varastojen täydentyminen saattaa kestää yli 30 minuuttia (Mero ym. 2004).

Palautusvaiheen ensimmäisinä minuutteina maksimaalisen suorituksen jälkeen lihaksen laktaattipitoisuus laskee ja pH-arvot kasvavat nopeasti. Mitä suurempi laktaattipitoisuus on suorituksen aikana, sitä suurempi on laktaatin poistumisnopeus. Laktaatin poistumisnopeus hidastuu noin kymmenen minuutin palautuksen jälkeen ja maksimaalisen suorituksen jälkeen se palautuu lepotasolle 60 - 90 minuutissa. Lihaksen ja veren pH:n palautuminen lepotasolle vaatii suurin piirtein saman ajan. (Nummela 1998.) Heti anaerobisen suorituksen jälkeen veren laktaattipitoisuus on lihaksen laktaattipitoisuutta pienempi, koska laktaatin tuotto on tässä vaiheessa nopeampaa kuin laktaatin poistuminen (Mero ym. 2004).

Laktaatin poistumista voidaan tutkimusten mukaan nopeuttaa aktiivisella palautumisella. Choi ym. (1994) tutkimuksessa 42 % VO₂max tasolla suoritettu aktiivinen palautuminen laskee veren laktaattipitoisuuksia merkittävästi enemmän, kun vertaa sitä passiiviseen palautumiseen. Tutkijoiden mukaan 42 %:n taso VO₂max:sta on erittäin lähellä optimaalista palautumisintensiteettiä. (Choi ym. 1994.) Toisessa tutkimuksessa (Taoutaou ym. 1996) aktiivinen palautuminen 40 % VO₂max tasolla nopeutti laktaatin poistumista varsinkin kestävyysurheilijoilla. Jos palautumisen intensiteetti on yli anaerobisen kynnyksen, silloin laktaattia muodostuu enemmän kuin poistuu ja palautuminen hidastuu. Tutkimuksissa on myös todettu, että jos urheilija saa päättää palautumisen intensiteetin, useimmat osaavat valita itsellensä optimaalisen intensiteetin. (McArdle ym. 2001.) Aktiivinen palautuminen saattaa estää glykogeenin uudelleenmuodostumista ja tästä syystä saattaa vaikuttaa palautumiseen heikentävästi. Paras palautumisen muoto onkin passiivisen ja aktiivisen palautumisen välimuoto, jolloin laktaattitasot palautuisivat hyvin lepotasoon ja glykogeenin uudelleenmuodostuminen olisi nopeaa. (Choi ym. 1994.)

Sprinttihilidossa palautumiskyky erien välillä on tärkeää, jotta elimistö ehtii palautua seuraavaan suoritukseen. Tiedot aerobisten ominaisuuksien vaikutuksesta anaerobisen suorituksen palautumisnopeuteen eivät ole samansuuntaisia. Suurimmaksi osaksi tutkimukset ovat kuitenkin sitä mieltä, että aerobinen kunto parantaa palautumiskykyä kovasta kuormituksesta tehostamalla kreatiinifosfaatin uudelleenmuodostumista ja parantamalla laktaatin poistokykyä. Parempi laktaatin poistokyky johtuu lisääntyneestä verenvirtauksesta ja puskurointikapasiteetista. Hiussuonisto kehittyy kestävyysharjoittelulla, mikä tehostaa palautumista parantamalla laktaatin ja vety-ionien poistumista lihaksista. Kun hapenkuljetuskyky on parempi, se tehostaa myös KP:n uudelleenmuodostumista. (Tomlin & Wenger 2001.)

5 TUTKIMUSONGELMAT

Opinnäytetyömme tavoitteena on selvittää eri muuttujien (aika, syke ja laktaatti) avulla, mikä vaikutus eri kuormitustasoilla ("kova" vs. "helppo") tehdyillä verryttelyillä on sprinttihilho-suoritukseen. Tarkoituksena on tuoda tietoa sprinttihilhovalmennukseen, millaisilla kuormitustasoilla tulisi verryttellä ennen kilpailua ja sen aikana. Opinnäytetyömme on tärkeä oman asiantuntijuutemme kannalta. Aihe tukee hyvin suuntautumistamme talvilajien valmennukseen. Opinnäytetyömme on merkittävä myös toimeksiantajallemme, koska he voivat käyttää tuloksiamme hyödykseen omassa koulutus- ja valmennustoiminnassaan. Kajaanin ammattikorkeakoulun liikunnan- ja vapaa-ajan koulutusohjelman tavoitteena on työelämälähtöisyys. Koulu antaa opiskelijalle valmiudet kehittyä liikunta-alan asiantuntijaksi.

Tutkimusongelmat ovat:

1. Millainen merkitys alkuverryttelyn erilaisella kuormittavuudella on sprinttihilho-suoritukseen?
 - 1.1 Minkälainen merkitys lähtöjen välisen verryttelyn erilaisella kuormittavuudella on seuraavaan sprinttihilho-suoritukseen?
 - 1.2 Minkälainen merkitys lähtöjen välisen verryttelyn erilaisella kuormittavuudella on alkukiihdytykseen?
 - 1.3 Minkälainen merkitys lähtöjen välisen verryttelyn erilaisella kuormittavuudella on loppukiihdytykseen?
2. Miten syke- ja laktaattiarvot muuttuvat kuormituksen vaihdellessa verryttelyssä?

6 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

6.1 Kohdehenkilöt

Kohdehenkilömme olivat Sotkamon Urheilulukion hiihtolinjan oppilaita. Ryhmä koostui seitsemästä mieshiihtäjästä, jotka olivat 16 - 19-vuotiaita. Kohdehenkilöiden keski-ikä oli testihetkellä 17,9 vuotta. Kohderyhmän valitsi urheilijoiden valmentaja lukion puolelta periaatteella, että kaikki pääsivät mukaan mittauksiin, jotka olivat itse halukkaita siihen. Kohdehenkilöt eivät ole erikoistuneet sprinttihiihtoon, vaan hiihtävät kaikkia kilpailumatkoja. Kohderyhmällä kuluneen kauden harjoittelumäärä vaihteli 500 – 650 tunnin välillä. Testipäiviä edeltävä harjoittelu oli painottunut voima- ja kestävyysominaisuuksien parantamiseen. Kaikki kohdehenkilöt olivat testihetkellä hyvässä terveydentilassa.

6.2 Mittausmenetelmät

Suoritimme mittaukset toukokuun lopussa kahtena peräkkäisenä päivänä. Jaoin kohdehenkilöt kahteen ryhmään. Toisessa ryhmässä oli kolme henkilöä ja toisessa neljä. Toinen ryhmä teki ensimmäisenä päivänä ”kovat” verryttelyt ja toinen ”helpot”. Seuraavana päivänä osia vaihdettiin.

Alustimme mittauksiamme palaverilla testihenkilöiden kanssa edellisenä päivänä. Kerroimme heille tarkkaan testin kulun ja annoimme jokaiselle henkilölle henkilökohtaisen aikataulun (liite 3) molemmille mittauspäiville. Testihenkilöt täyttivät myös suostumus- ja perustietolomakkeen (liite 1), jossa jokainen suostui osallistumaan mittauksiin omalla vastuullaan, mikä on yleinen käytäntö tämän tyyppisissä mittauksissa. Lisäksi kysyimme perustietoja kuten iän, painon, pituuden, aerobisen ja anaerobisen kynnyksen, kuluneen harjoituskauden ja vii-

meisen kuukauden harjoittelun tuntimäärän, terveydentilan sekä yleisen tuntemuksen kyseisellä hetkellä.

Mittaukset suoritimme Vuokatin hiihtoputkessa. Hiihdettävä matka oli 1100 metriä 550 metriä suuntaansa. Korkeuseroa hiihtoputkessa on 18 metriä. Mittausten aikana hiihtoputken lämpötila oli noin -5 astetta. Hiihtotapana oli vapaa hiihtotyylä.

Mittaukset muodostuivat "kovista" ja "helpoista" verryttelyistä sekä kahdesta kilpailunomaisesta sprinttisuorituksesta (taulukko 1). Näistä urheilijat saivat edellisenä päivänä verryttelyohjeistuksen erillisellä lapulla (liite 2). "Kovat" verryttelyt kattoivat "kovan" alkuverryttelyn ennen ensimmäistä suoritusta ja "kovan" väliverryttelyn ensimmäisen ja toisen vedon välillä. "Kova" alkuverryttely koostui 15 minuutista peruskestävyyttä, 8 minuutista vauhtikestävyyttä nousevalla teholla, jonka jälkeen hiihrettiin viisi minuuttia peruskestävyyttä ja vielä kaksi minuuttia maksimikestävyyttä. Maksimikestävyyden jälkeen oli 15 minuuttia peruskestävyyttä, johon sisältyi neljä kymmenen sekunnin mittaista hermottavaa vetoa maksimivauhdilla. Väliverryttely sisälsi viisi minuuttia peruskestävyyttä, viisi minuuttia vauhtikestävyyttä laskevalla teholla ja kymmenen minuuttia peruskestävyyttä. Näin kesto alkuverryttelylle tuli 45 minuuttia ja väliverryttelylle 20 minuuttia. "Helpossa" alkuverryttelyssä oli alkuun 25 minuuttia peruskestävyyttä, jonka jälkeen viisi minuuttia vauhtikestävyyttä nousevalla teholla. Verryttely jatkui 15 minuutilla peruskestävyyttä, johon sisältyi sama hermottava osio kuin kovassakin alkuverryttelyssä. Väliverryttelyssä oli 20 minuuttia pelkkää peruskestävyyttä. Yhteiskesto verryttelyille tuli saman verran kuin kovissakin verryttelyissä.

Verryttely A (kova)	Verryttely B (helppo)
<u>alkuverryttely</u> 15min PK 8min AerK->AnaK 5min PK 2min MK (kisavauhti) 15min PK + hermottava 4*10sek	<u>alkuverryttely</u> 25min PK 5min AerK->AnaK 15min PK + hermottava 4*10sek
<u>väliverryttely</u> 5min VK (AnaK-> AerK) 10min PK	<u>väliverryttely</u> 20min PK

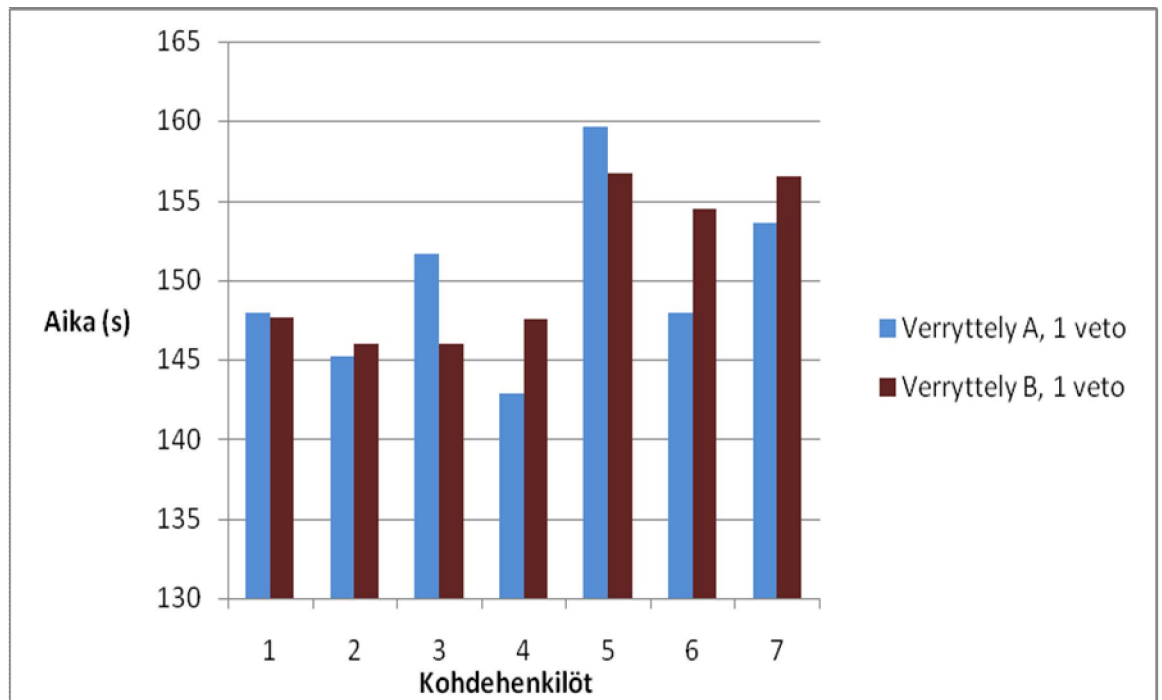
TAULUKKO 1. Verryttelyiden A ja B ohjeistukset urheilijoille

Mittaushenkilöstöön kuuluivat 3 ajanottajaa ja yksi näytteiden ottaja. Ajanottajat olivat sijoittuneet siten, että yksi oli lähtö- ja maalipaikalla, toinen 100 metriä lähdöstä ja kolmas puolessa välissä. Näistä asemista saimme tiedot alku- ja loppukiihdytyksien ajoista sekä matkan kummankin puoliskon ajat. Laktaattinäytteiden otto oli sijoitettu hiihtoputken ulkopuolelle lämpimään tilaan, jotta näytteiden otto sujuisi mahdollisimman helposti ja nopeasti.

Näytteitä otettiin yhden päivän aikana kahdeksan jokaista testihenkilöä kohden. Ensimmäinen näyte otettiin kaksi minuuttia ennen lähtöä. Ensimmäisen vedon jälkeen näytteitä otimme yhden, kolmen ja viiden minuutin kohdalla vedon päättymisestä. Viides näyte otettiin kaksi minuuttia ennen toista suoritusta sekä viimeiset kolme näytettä toisen suorituksen jälkeen, samalla tavalla kuin ensimmäisenkin jälkeen. Otimme kolme näytettä jokaisen vedon jälkeen, koska eri henkilöillä laktaatti voi saavuttaa korkeimman arvonsa eri aikaan viiden minuutin kuluessa vedon päättymisestä. Laktaattien otto ja analysointi tapahtui entsyymaattisella menetelmällä. Sykkeet mittasimme Polarin 800i mallin sykemittareilla. Mittaustulokset analysoimme testiasema Kuntokatissa, jossa apunamme oli kyseisen paikan testaaja. Mittarit ja näytteidenottovälineet saimme samasta paikasta.

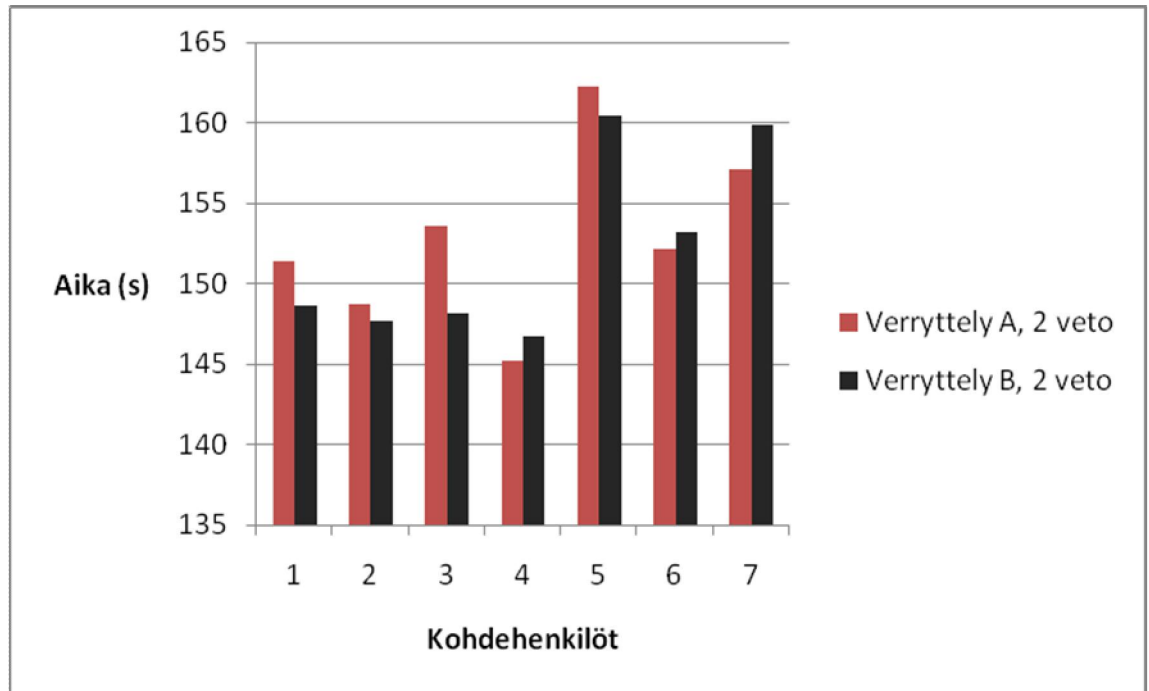
7 TULOKSET

Tuloksissa käytämme termejä verryttely A (kova verryttely) ja verryttely B (helppo verryttely). Kuvioissa 1-6 ja 8 tarkastellaan tuloksia yksilötasolla sekä kuvioissa 7 ja 9 koko ryhmänä.



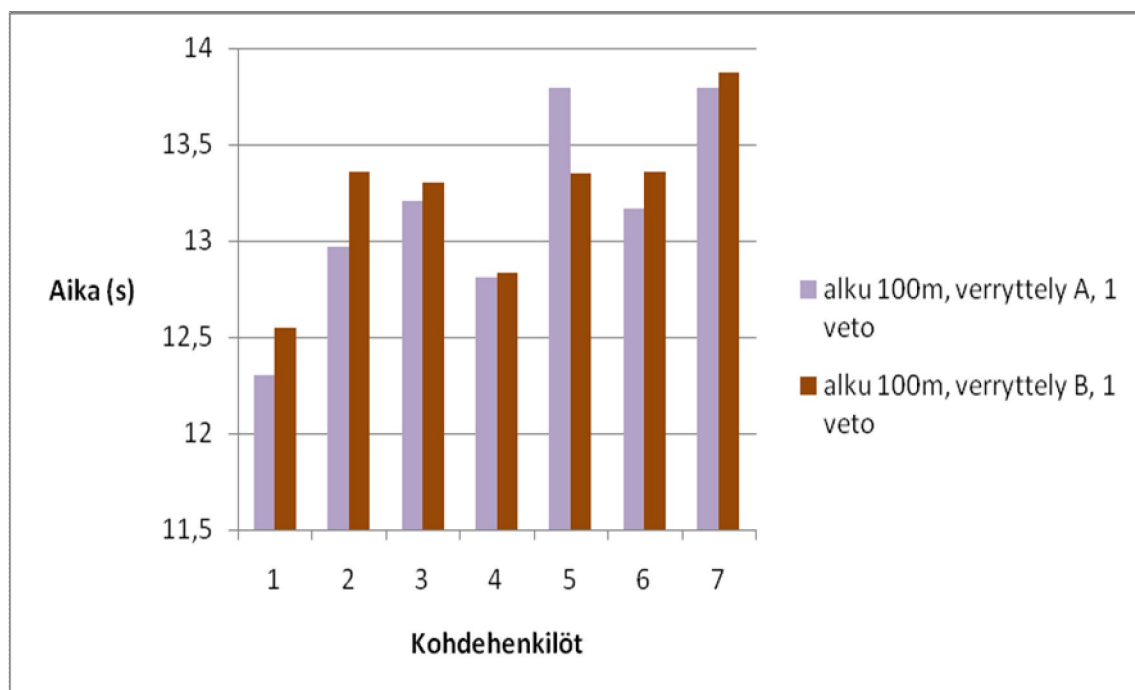
KUVIO 1. Ensimmäisten vetojen ajat (s), verryttelyt A ja B

Ensimmäisen vedon aika kuviossa 1 verryttely A:n jälkeen oli keskimäärin 149,86 sekuntia, keskihajonta 5,64 ja vaihteluväli 16,78. Verryttely B:n jälkeen aika oli 150,72, keskihajonta 4,96 ja vaihteluväli 10,73.



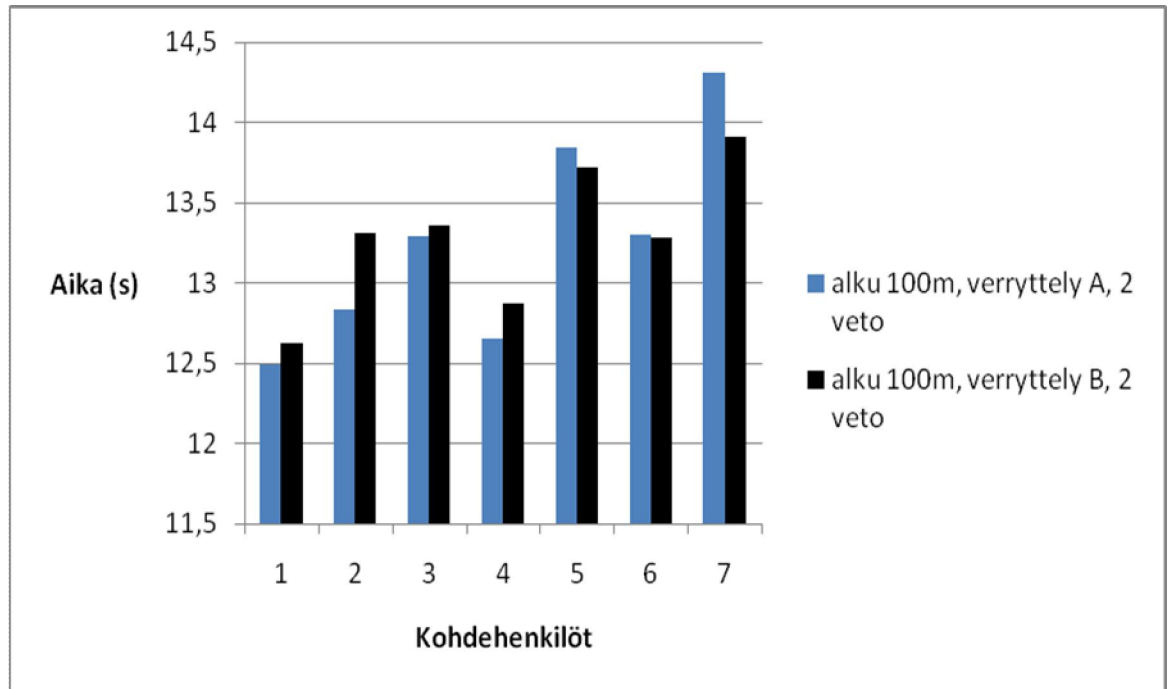
KUVIO 2. Toisten vetojen ajat (s), verryttelyt A ja B

Toisen vedon aika kuviossa 2 verryttely A:n jälkeen oli keskimäärin 152,89 sekuntia, keskihajonta 5,55 ja vaihteluväli 17,02. Verryttely B:n jälkeen 152,07, keskihajonta oli 5,86 ja vaihteluväli 13,69.



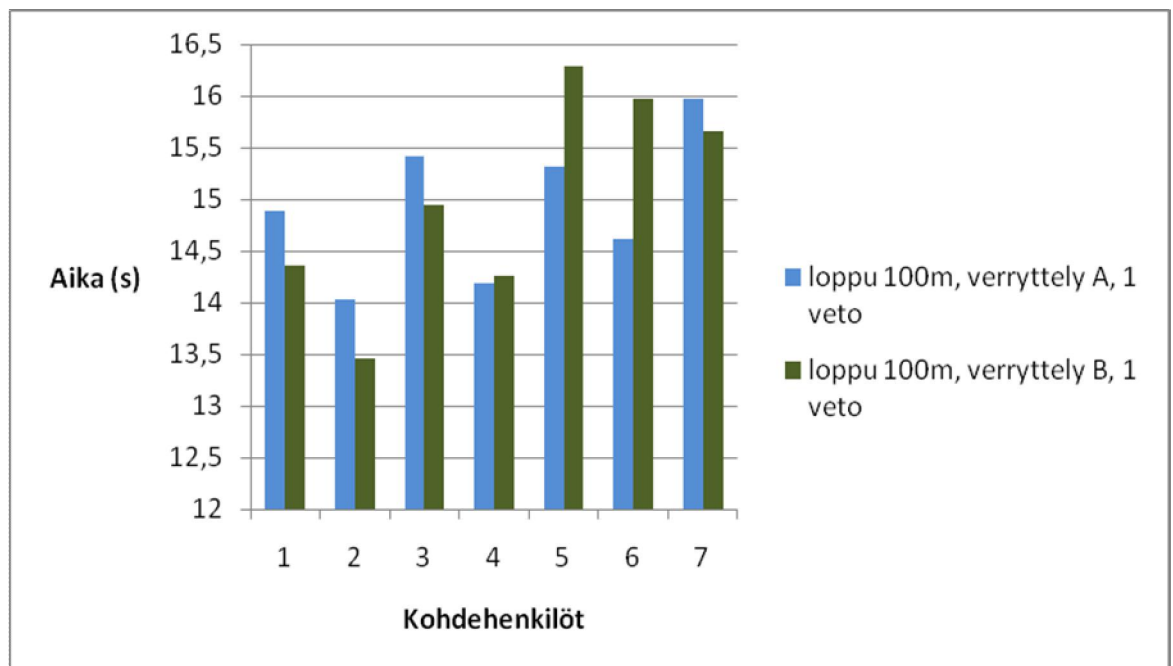
KUVIO 3. Ensimmäisten vetojen alkukiihdytys (s), 100m, verryttelyt A ja B

Ensimmäisten vetojen alkukiihdytyksen aika kuviossa 3 verryttely A:n jälkeen oli keskimäärin 13,15, keskihajonta 0,53 ja vaihteluväli 1,49. Verryttely B:n jälkeen aika oli 13,23, keskihajonta 0,43 ja vaihteluväli 1,32.



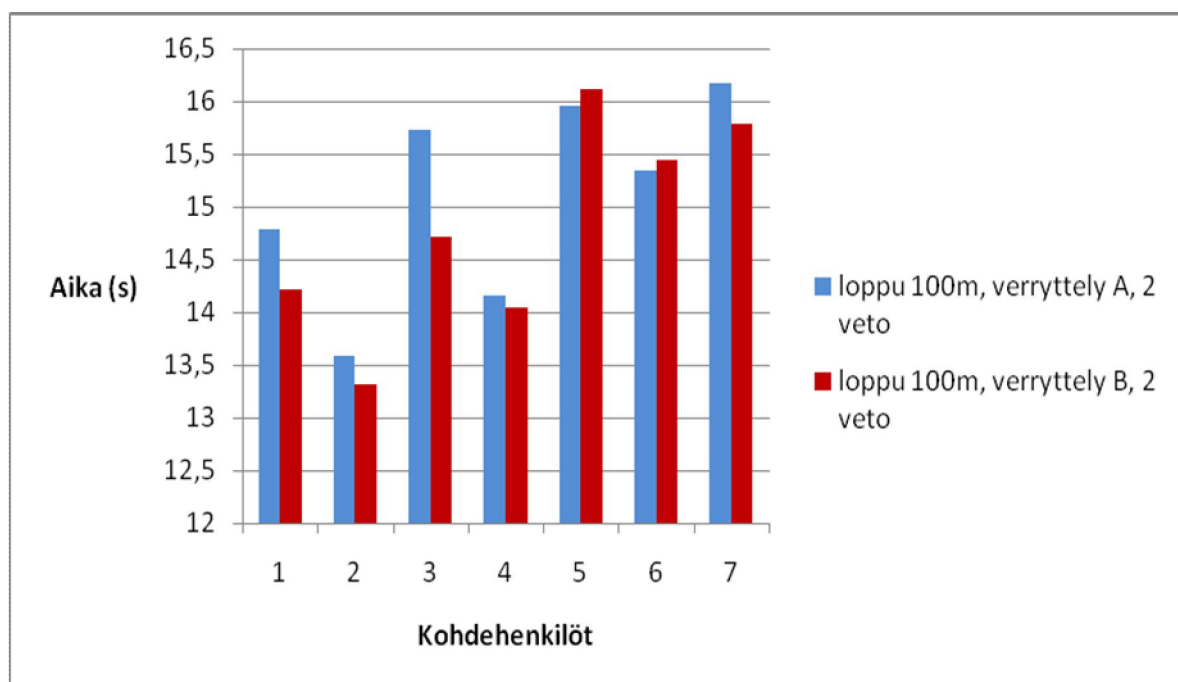
KUVIO 4. Toisten vetojen alkukiihdytys (s), 100m, verryttelyt A ja B

Toisten vetojen alkukiihdytyksen aika kuviossa 4 verryttely A:n jälkeen keskimäärin oli 13,24, keskihajonta 0,66 ja vaihteluväli 1,35. Verryttely B:n jälkeen aika oli 13,30, keskihajonta 0,45 ja vaihteluväli 1,29.



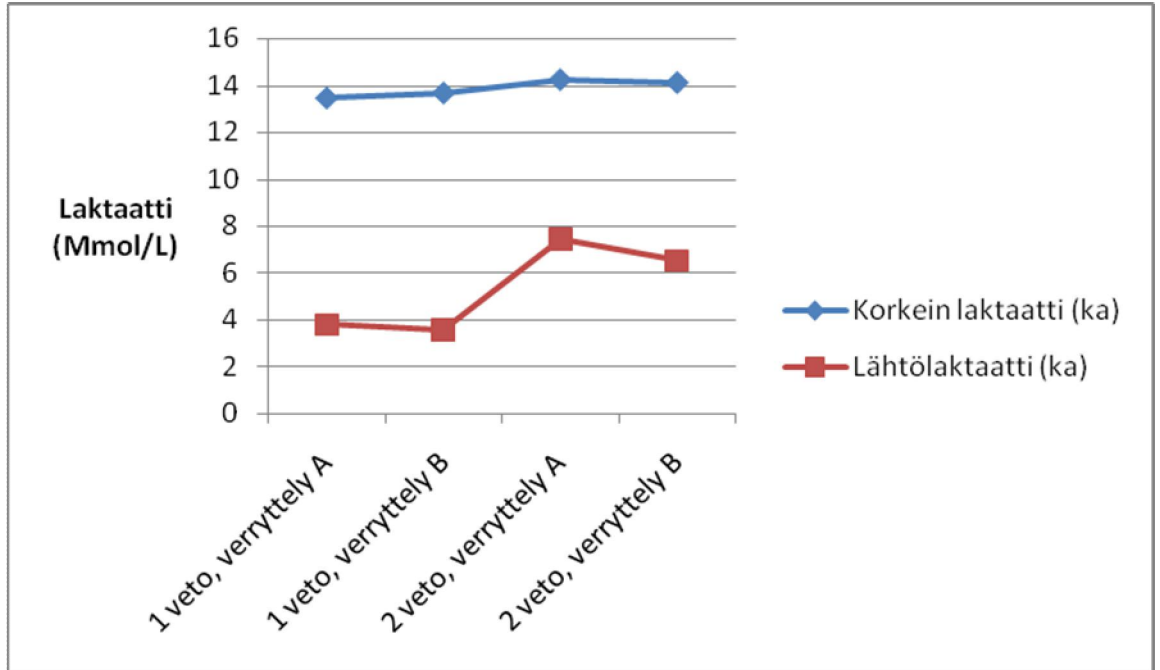
KUVIO 5. Ensimmäisten vetojen loppukiihdytys (s), 100m, verryteltä A ja B

Ensimmäisten vetojen loppukiihdytyksen aika kuviossa 5 keskimäärin verryttely A:n jälkeen oli 14,92, keskihajonta 0,70 ja vaihteluväli 1,94. Verryttely B:n jälkeen aika oli 14,99, keskihajonta 1,03 ja vaihteluväli 2,82.



KUVIO 6. Toisten vetojen loppukiihdytys (s), 100m, verryteltä A ja B

Toisten vetojen loppukiihdytyksen aika kuviossa 6 keskimäärin verryttely A:n jälkeen oli 15,11, keskihajonta 0,97 ja vaihteluväli 2,58. Verryttely B:n jälkeen aika oli 14,81, keskihajonta 1,02 ja vaihteluväli 2,81.

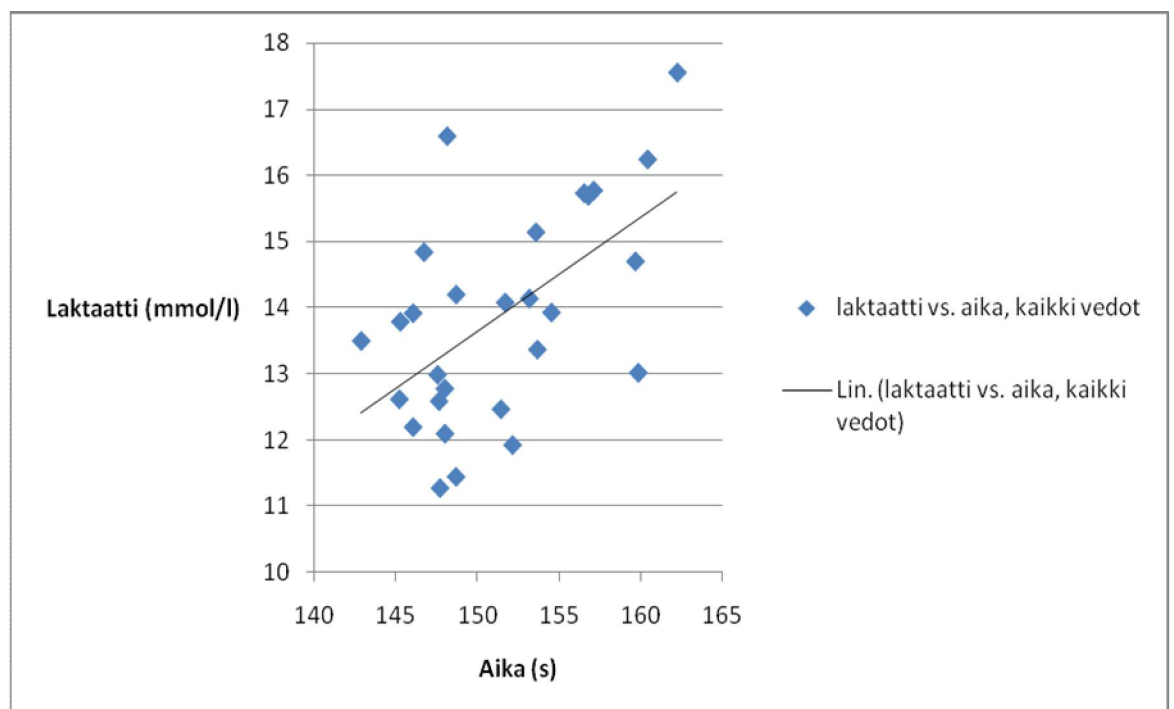


KUVIO 7. Kaikkien vetojen lähtö- ja loppulaktaatin (mmol/l) keskiarvo (koko ryhmä)

Kuviossa 7 on esitetty koko ryhmän kaikkien vetojen lähtö- ja loppulaktaatin keskiarvot. Laktaattiarvo ennen ensimmäistä vetoa verryttely A:ssa oli 3,81 (keskihajonta 1,2 ja vaihteluväli 3,68) ja verryttely B:ssä 3,58 (keskihajonta 1,21 ja vaihteluväli 3,06). Korkein laktaatti verryttely A:n ensimmäisen vedon jälkeen oli keskiarvona 13,47 (keskihajonta 0,85 ja vaihteluväli 2,6) ja verryttely B:ssä 13,68 (keskihajonta 1,67 ja vaihteluväli 4,45). Lähtölaktaatti ennen toista vetoa oli verryttely A:ssa 7,47 (keskihajonta 1,86 ja vaihteluväli 5,56) ja verryttely B:ssä 6,55 (keskihajonta 2,09 ja vaihteluväli 6,09). Korkeimman laktaatin ryhmän keskiarvo verryttely A:n jälkeen oli 14,24 (keskihajonta 2,05 ja vaihteluväli 5,62) ja B:n jälkeen 14,12 (keskihajonta 1,91 ja vaihteluväli 5,14).

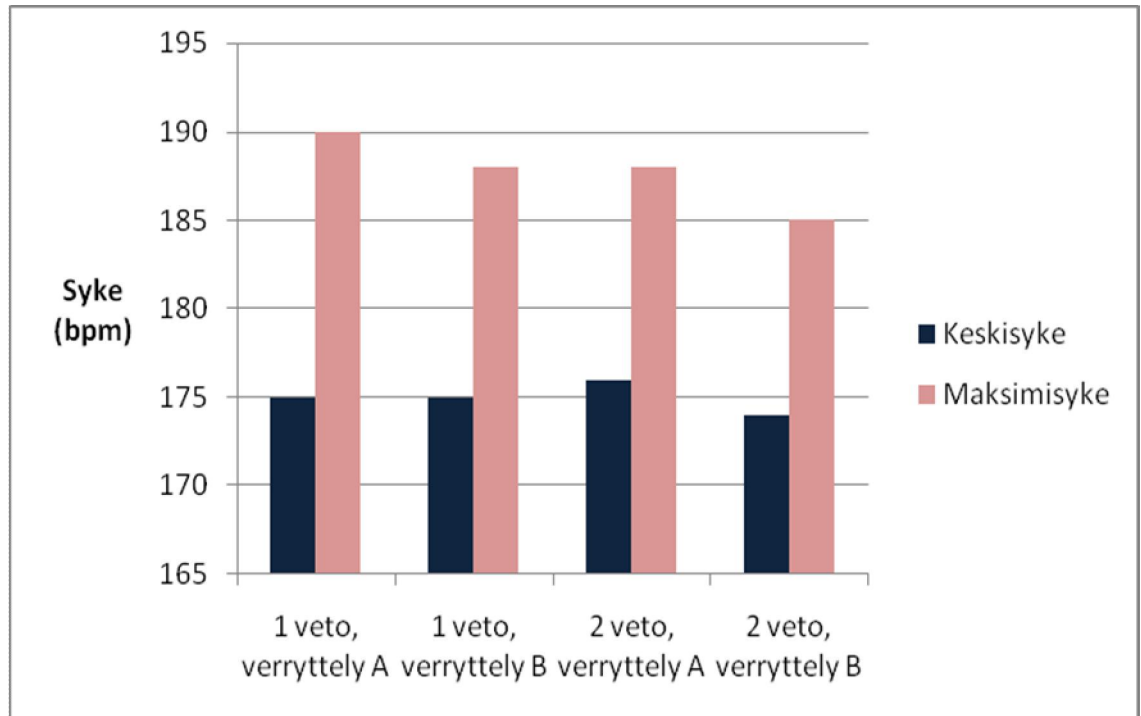
Laktaatti, verryytely A	Keskiarvo	Keskihajonta	Vaihteluväli
ennen ensimmäistä vetoa	3,81	1,2	3,68
korkein laktaatti 1 vedon jäl- keen	13,47	0,85	2,6
ennen toista vetoa	7,47	1,86	5,56
korkein laktaatti 2 vedon jäl- keen	14,24	2,05	5,62
Laktaatti, verryytely B	Keskiarvo	Keskihajonta	Vaihteluväli
ennen ensimmäistä vetoa	3,58	1,21	3,06
korkein laktaatti 1 vedon jäl- keen	13,68	1,67	4,45
ennen toista vetoa	6,55	2,09	6,09
korkein laktaatti 2 vedon jäl- keen	14,12	1,91	5,14

TAULUKKO 2. Laktaattien keskiarvot, keskihajonnat ja vaihteluvälit



KUVIO 8. Kaikkien vetojen laktaatit (mmol/l) verrattuna aikaan yksilöittäin

Kuviossa 8 näkyy kaikkien vetojen laktaatit verrattuna aikaan yksilöittäin. Lisäksi kaaviossa on lineaarinen trendiviiva.



KUVIO 9. Kaikkien vetojen keski- ja maksimisykkeiden (bpm) keskiarvo (koko ryhmä)

Kuviossa 9 on esitetty koko ryhmän kaikkien vetojen keski- ja maksimisykkeiden keskiarvot. Keskisyke ennen ensimmäistä vetoa verryttely A:ssa oli 175 (keskihajonta 5,05 ja vaihteluväli 14) ja verryttely B:ssä 175 (keskihajonta 7,57 ja vaihteluväli 23). Maksimisyke verryttely A:n ensimmäisen vedon jälkeen oli keskiarvona 190 (keskihajonta 7,82 ja vaihteluväli 20) ja verryttely B:ssä 188 (keskihajonta 10,82 ja vaihteluväli 30). Keskisyke ennen toista vetoa oli verryttely A:ssa 176 (keskihajonta 5,32 ja vaihteluväli 15) ja verryttely B:ssä 174 (keskihajonta 8,24 ja vaihteluväli 21). Maksimisykkeen ryhmän keskiarvo verryttely A:n jälkeen oli 188 (keskihajonta 7,17 ja vaihteluväli 20) ja B:n jälkeen 185 (keskihajonta 6,6 ja vaihteluväli 16).

Keskisyke, verryttely A	Keskiarvo	Keskihajonta	Vaihteluväli
1 veto	175	5,05	14
2 veto	176	5,32	15
Maksimisyke, verryttely A			
1 veto	190	7,82	20
2 veto	188	7,17	20
Keskisyke, verryttely B			
1 veto	175	7,57	23
2 veto	174	8,24	21
Maksimisyke, verryttely B			
1 veto	188	10,82	30
2 veto	185	6,6	16

TAULUKKO 3. Keski- ja maksimisykkeiden keskiarvot, keskihajonnat ja vaihteluvälit

8 POHDINTA

8.1 Tulosten tarkastelua

Kuviossa 1 olemme vertailleet alkuverryttely A:n(kova) ja B:n (helppo) jälkeisten ensimmäisten vetojen aikoja toisiinsa. Kuvioista näkee, että verryttely A:n jälkeiset ajat ovat neljällä hiihtäjältä seitsemältä parempia kuin verryttely B:n jälkeen. Koko ryhmän keskiarvona ensimmäinen veto oli 0,86 sekuntia parempi verryttely A:n jälkeen. Ero ei ole kovinkaan merkittävä, mutta osoittaa, että alkuverryttelyssä kannattaa elimistöä kuormittaa rohkeasti jopa kilpailunomaisella osuudella. Kun suoritus on lyhyt ja erittäin kuormittava, on suotavaa, että verryttelyssä totutetaan elimistö tulevaan rasitukseen. Verryttely saattaa hengityksen ja syke-tiheyden jo valmiiksi tarvittavalle lähtötasolle sekä sopeuttaa säätelymekanismit hyvin toisiinsa (Weineck 1982). Verryttely A:ssa oli kahden minuutin kilpailunomainen maksimikestävyysosuus verryttelyssä sekä kolme minuuttia pitempi (yhteensä 8 minuuttia) vauhtikestävyysosio kuin verryttely B:ssä. Ero kuormittavuudessa oli siis suuri. Yksilötasolla tarkasteltuna muutamalla hiihtäjällä tuli jopa noin viiden sekunnin ero vetojen välillä. Se olisi sprinttihiihdon aika-ajossa valtava parannus/heikentyminen.

Toisten vetojen ajat väliverryttely A:n ja B:n jälkeen ovat nähtävissä kuviossa 2. Siinä tilanne on kääntynyt hienoisesti juuri pääläelleen, eli keskiarvoa tarkasteltaessa verryttely B on ollut lopputuloksen kannalta parempi. Ajallisesti se on ollut 0,82 sekuntia parempi kuin verryttely A. Jos tarkastellaan verryttelykokonaisuutta A, niin huomataan, että toinen veto on ollut hieman yli kolme sekuntia (3,03 sekuntia) hitaampi kuin ensimmäinen. Ero on selvästi suurempi kuin verryttely B:n ajan heikentyminen toiseen. Siinä ero on 1,37 sekuntia. Väliverryttelyssä A oli viiden minuutin vauhtikestävyysosa laskevalla teholla, kun vastaavasti B:n väliverryttelyssä ei ollut mitään teho-osiota. Väliverryttely A:n jälkeiset huonot ajat todennäköisesti johtuvat siitä, että aikaa jäi liian vähän palauttavaan hiihtoon matalilla sykkeillä. Suksilla tapahtuva verryttely jäikin vain hieman yli 10 minuuttiin, joten väliverryttely A:ssa matalilla sykkeillä ei kerinnyt hiihtää kuin reilut viisi minuuttia. Aikataulu oli siis hivenen liian tiukka. Yksilötasolla erot toisten vetojen välillä eivät ole niin suuria kuin ensimmäisissä.

Kovan anaerobisen suorituksen jälkeen KP-varastojen täydentyminen saattaa kestää yli 30 minuuttia (Mero ym. 2004). Tämä selittää osaltaan sen, että toisen vedon ajat huononivat, koska palautuminen ei toteutunut väliverryttelyssä täydellisesti. Lihaksen ja veren pH-arvoilla sekä laktaatilla lepotasolle pääsy vaatii vielä pidemmän ajan. Laktaatin poistumisnopeus hidastuu noin kymmenen minuutin palautuksen jälkeen ja maksimaalisen suorituksen jälkeen se palautuu lepotasolle 60 - 90 minuutissa, lihaksen ja veren pH:n palautuminen lepotasolle vaatii suurin piirtein saman ajan. (Nummela 1998). Starttien välillä onkin oleellista saada laktaattitasot mahdollisimman alas.

Toisten vetojen huonommat ajat kertovat siitä, että urheilijoilla on tapahtunut väsymistä. Yksi väsymyksen tekijä on hermo-lihasjärjestelmän väsyminen. Hermo-lihasjärjestelmän väsymisellä tarkoitetaan vähentyneitä kykyä tuottaa voimaa tai tehdä työtä (Gandevia 2001, Gibson ym. 2001). Lisäksi toisen vedon lähtölaktaatit olivat korkeammalla, kuin ensimmäiseen vetoon lähdettäessä. Tämän vuoksi väsymistä on jo lähtöhetkellä enemmän ja se vaikuttaa suoritukseen sitä heikentäen. Väsyminen voi riippua fysiologisten ilmiöiden lisäksi myös tahdonvoimasta, koska hermosolutkin voivat väsyä (Nummela 1998). Palautumisen tarkoituksena on hermoston saattaminen takaisin lepotilaan, jotta vireystila olisi optimaalinen uuteen maksimaaliseen suoritukseen valmistauduttaessa.

Kun vertaillaan ensimmäisen ja toisen päivän suorituskyvyn eroja, voi todeta, että toisen päivän tulokset olivat keskiarvoltaan paremmat kuin ensimmäisen. Oletettavasti tämä johtuu siitä, että urheilijoilla syntyi ensimmäisenä päivänä lajinomaista harjoitusvaikutusta. Monilla oli lähes kahden kuukauden hiihtämättömyys taustalla, joten lumituntuma ja tätä myötä tekniikka varmasti paransi osaltaan toisen päivän aikoja.

Kuviossa 3 on esitetty ensimmäisten vetojen lähtökiihdytyksen (100m) ajat verrattuna verryttely A:n ja B:n jälkeen. Ajoista näkee, että kuudella hiihtäjällä seitsemästä alkukiihdytys on ollut nopeampi kovan alkuverryttelyn myötä. Keskiarvona koko ryhmällä kiihdytys oli parempi 0,08 sekuntia. 100 metrin matkalla tämä on huomioitava ero. Yhdellä hiihtäjällä on alkuverryttely A:n jälkeen selvästi huonompi alkukiihdytys, kuin B:n kiihdytyksessä. Tämä voi johtua esimerkiksi horjahduksesta ensimmäisen 100 metrin aikana, jolloin aika voi heikentyä paljon. Myös kuviossa 4, jossa on vertailtu toisten vetojen alkukiihdytystä paremmat ajat ovat tulleet kovemman väliverryttelyn jälkeen. Ero oli tässä 0,06 sekuntia kovemman verryttelyn hyväksi. Tästä syystä voidaan olettaa, että elimistö on valmiimpi kuormittavan verryttelyn jälkeen heti suorituksen alusta. Siitä on ainakin selvä hyöty pudotuserissä, kun

hiihdetään mies-miestä vastaan. Kun saa hyvät asetelmat heti alussa lähtökiihdytyksen ansiosta, on se yleensä lopputuloksen kannalta parempi asia, kuin jäädä ryhmän hännille alussa.

Kuvioissa 5 ja 6 on kuvattu alkuverryttelyiden ja väliverryttelyjen välisiä eroja loppukiihdytyksen ajoissa. Olimme ohjeistaneet urheilijoita edellisenä päivänä, että viimeisen 100 metrin aikana kaikissa vedoissa yritetään ottaa mahdollisimman kova loppukiri. Loppukiihdytyksien eroksi ensimmäisissä vedoissa keskiarvona tuli 0,07 sekuntia verryttely A:n hyväksi. Toisissa vedoissa Verryttely B:n jälkeiset loppukiihdytykset olivat parempia. Itse asiassa väliverryttely B:n jälkeisessä vedossa loppukiihdytykset olivat keskiarvoltaan parempia kuin kumpikaan alkuverryttely. Tämä oli aika yllättävä tulos. Väliverryttely B:n tulos oli loppukiihdytyksessä 0,3 sekuntia parempi kuin väliverryttely A:n keskiarvo, joka on suuri ero 100 metrin matkalla. Myös yksilötasolla katsottuna loppukiihdytyksissä on paljon eroja. Useilla hiihtäjillä on loppukiihdytyksissä aikaeroa puolesta sekunnista yli sekuntiin eri verryttelyiden välillä. Tämä on ihan odotettua, sillä hiihtäjät ovat saattaneet hiihtää eri vedot eri taktiikalla. Toisessa on saatettu panostaa loppuun ja näin ollen loppukiihdytys on ollut parempi. Toisaalta jos on lähedetty vetoon asenteella "täysillä niin pitkään kuin jaksaa", niin loppukiihdytys on jäänyt vai suksi.

Kuviossa 7 on käyty läpi kaikkien verryttelyjen vaikutusta laktaattiarvoihin. Arvot ovat koko ryhmän keskiarvoja ja niitä on kaikkiaan neljästä kohtaa (ennen ensimmäistä vetoa, ensimmäisen vedon jälkeinen korkein laktaatti, ennen toista vetoa, toisen vedon jälkeinen korkein laktaatti). Tarkasteltaessa ennen vetoa mitattavaa laktaattia (lähtölaktaattia), se on ollut vähän korkeampi alkuverryttely A:n jälkeen kuin B:n. Tämä oli ihan odotettavaa, koska A:n alkuverryttelyssä oli myös laktaattia tuottava kahden minuutin maksimikestävyysosuus. Ero ei ollut merkittävä, vain 0,23 mmol. Väliverryttelyiden jälkeen lähtölaktaatti on ollut A:n jälkeen 7,47 ja B:n jälkeen 6,55. Siinä on jo lähes yhden mmol/l ero ja tämä on aika merkittävä lähedettäessä kilpailusuoritukseen. Se kertoo myös siitä, että väliverryttely A:ssa hiihtäjille ei jäänyt tarpeeksi aikaa suorittaa matalatehoista hiihtoa, joten maitohapot jäivät korkealle tasolle. Laktaatin poistumista voidaan tutkimusten mukaan nopeuttaa aktiivisella palautumisella ja 42 %:n taso VO₂max:sta on erittäin lähellä optimaalista palautumisintensiteettiä. (Choi ym. 1994). Tätä taustaa vasten väliverryttely A jäi kuormitustasoltaan liian kovaksi, sillä aktiivista palautumista ei tapahtunut tarpeeksi alle aerobisen kynnyksen. Laktaattitasojen jääminen korkealle tasolle heijastui myös suorituksen kokonaisaikaan, joka edellä jo esiteltiin. Jos katsotaan näitä arvoja verrattuna ensimmäisten vetojen jälkeiseen korkeimpaan laktaattiarvoon, niin nähdään miten laktaatti on poistunut elimistöstä väliverryttelyn aikana. Verryttely A:ssa

laktaattiarvo tippui 6,00 mmol/l koko ryhmän keskiarvona, kun taas B:ssä vastaava arvo oli 7,13. Myös toisten vetojen jälkeen laktaatit olivat korkeammalla verryyttely A:n jälkeen verrattuna B:hen. Eroa oli tässäkin vain 0,1 mmol/l.

Vetojen jälkeen mitatut korkeimmat arvot olivat kaikkien vetojen jälkeen hyvin lähellä toisiinsa, joka kertoo siitä, että testihenkilöt yrittivät kaikissa suorituksissa tehdä parhaansa ja laktaattiarvot nousivat aina maksimiarvoonsa tai ainakin hyvin lähelle sitä. Laktaatilla on mielenkiintoinen yhteys myös vetojen keskiarvoaikoihin, sillä mitä parempi aika on ollut suorituksessa, sitä alhaisempi on ollut koko ryhmän laktaattiarvo. Siitä voikin päätellä, että kun laktaattiarvo on pysynyt matalalla, niin on pystynyt tekemään myös ajallisesti hyvän suorituksen. Kuviossa 8 on kuvattu laktaatin ja ajan yhtäläisyyttä yksilötasolla. Linearisesta trendiviivasta voidaan vetää johtopäätös, että ajan ollessa hyvä, myös laktaatti on pysynyt matalammalla tasolla. Tämä ilmiö on siis nähtävillä ryhmä- ja yksilötasolla.

Sykearvoja vertailemme kuviossa 9, jossa on jokaisen vedon aikainen keski- ja maksimisyke koko ryhmän keskiarvona. Ensimmäisten vetojen keskisykkeet ovat samat verryyttely A:ssa ja B:ssä. Maksimisyke on ollut kaksi lyöntiä keskiarvona korkeampi kovemmalla verryyttelyllä, eli verryyttely A:n jälkeen on saatu elimistöstä tehoja paremmin käyttöön. Saman johtopäätöksen voi vetää myös toisista vedoista, jossa keski- ja maksimisyke ovat molemmat olleet korkeammalla väliverryyttely A:n jälkeen kuin B:n. Sykkeen ja maitohapon välillä ei ole tutkimuksessa ollut merkittävää yhteyttä.

8.2 Luotettavuus ja eettisyys

Tulosten luotettavuuden kannalta tutkimuksessa on vältettävä virheiden syntymistä. Tästä huolimatta tulosten luotettavuus ja pätevyys vaihtelevat. On olemassa erilaisia mittaus- ja tutkimustapoja, joilla voidaan arvioida tutkimuksen luotettavuutta. Mittaustulosten toistettavuutta kuvaa reliiabilisuus. Toisin sanoen mittauksen ja tutkimuksen reliiabilisuus tarkoittaa sen kykyä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Toinen tutkimuksen arvioinnissa käytettävä käsite on validuus (luotettavuus). Validuus käsittää mittarin tai tutkimusmenetelmän kyvyn mitata juuri sitä, mitä on tarkoituskin mitata. (Hirsjärvi ym. 2004.)

Mittausasetelman perustan saimme Suomen sprinttimaajoukkueen valmentajalta. Neuvonantoa tuli etenkin verryttelyn A ("kova") suunnitteluun. Asiantuntijatahon mukana oleminen toi tarkoituksenmukaisuutta mittauksiin, jotta mittauksista saataisiin olennainen tieto selville ja samalla lisää luotettavuutta. Ohjeistuksen pohjalta sovelsimme verryttelykokonaisuudet sopimaan omiin mittauksiimme.

Mittauksien selvittämisessä käytimme eri muuttujia. Muuttujia olivat aika, laktaatti ja syke. Mittauksiin liittyy usein mittausvirheitä, jotka voivat johtua käytettyjen mittarien toimivuudesta ja tulosten analysointivaiheessa tapahtuneista virheistä. Käytimme mittauksissamme käsiajanottoa, johon voi liittyä aina pieniä mittausvirheitä, koska käsiajanotto ei ole niin tarkka kuin esimerkiksi kennoja käytettäessä. Etenkin alku- ja loppukiihdytyksien (100 metri) ajoista olisi ollut hyvä saada tarkat ajat. Laktaatinotossa käytimme entsyymattista menetelmää, joka tunnetaan luotettavana ja tarkkana mittausmenetelmänä. Tämä menetelmä on kalliimpi kuin niin sanottujen "pikamittareiden" käyttö, mutta koska toimeksiantajan resurssit mahdollistivat paremman ja tarkemman menetelmän käytön, valitsimme sen. Laktaattien otossa voi tapahtua myös virheitä. Mittauksissamme kaksi näytettä epäonnistui, joita ei voinut ottaa huomioon lopullisiin tutkimustuloksiin. Sykemittaria käytettäessä saattaa ilmetä kosketushäiriöitä ja sykevyyden liiallista liikkumista, jolloin mittarissa tulee häiriöitä tai sykkeen mittaaminen loppuu täysin. Mittauksissamme emme saaneet yhdeltä kohdehenkilöltä lainkaan sykkeitä varsinaisista sprinttihiihtosuorituksista, joka johtui todennäköisesti kosketushäiriöistä. Mittauksien kirjaamisessa on voinut tulla myös huolimattomuusvirheitä, koska lukuja tulee näinkin pienessä otannassa suhteellisen paljon.

Kaikki edellä mainitut mittausvirheiden mahdollisuudet vaikuttavat luonnollisesti tulosten luotettavuuteen.

Tutkija määrittelee perusjoukon ja valitsee tästä joukosta edustavan otoksen. Otoskoon vaikuttaa pääasiassa tulosten tarkkuustavoite. Sääntönä on, että mitä tarkemmin otoksen avulla saatuja tuloksia halutaan vastaavan perusjoukon lukuihin, sitä suurempi otos on otettava. (Hirsjärvi ym. 2004.) Tulimme siihen tulokseen, että opinnäytetyössämme perusjoukko oli samankaltaista. Tämän vuoksi otannan ei tarvitse olla kovin suuri, mutta tutkimustulosten yleistämisen kannalta otos on liian pieni. Aikaisemmissa sprinttihiihtotutkimuksissa otoskoko on ollut myös melko pieni. Kohdehenkilöitä mittauksissa oli seitsemän. Tavoitteenamme oli saada suurempi kohdejoukko, jotta mittauksista saataisiin mahdollisimman luotettavat. Kohdejoukko pieneni entisestään parina viimeisenä päivänä ennen mittauksia sairastapauksen ja

muun poisjäännin takia, joten lopulliseksi otokseksi muotoutui näin seitsemän. Ryhmässä ei ollut erikoistuneita sprinttereitä, vaan he hiihtävät kaikkia matkoja. Optimitilanne olisi ollut, että kaikki kohdehenkilöt olisivat olleet erikoistuneita sprinttihiltoon, koska tämä olisi palvelut parhaiten sprinttihiltovalmennuksen tarpeita. Kohdehenkilöillä oli kaikilla kuitenkin pitkäaikainen harjoitustausta ja nykyinen harjoittelumäärä on sillä tasolla, että ominaisuudet suoriutua tämän kaltaisesta mittausasetelmasta olivat hyvät.

Tiedon hankinnassa ja julkaisemisessa on noudatettava yleisesti hyväksytyjä tutkimuseettisiä periaatteita. Koko tutkimuksen aikana tulee tehdä tietoisia ja eettisesti perusteltuja ratkaisuja. Tutkimusaiheen valinta on jo eettinen ratkaisu. Tutkimusaiheen valinnassa pitää selvittää kenen ehdoilla tutkimus toteutetaan ja miksi tutkimukseen ryhdytään. Tutkimuksen tekemisessä on kunnioitettava kohdehenkilöitä. Huomio on kiinnitettävä tiedonhankintatapoihin ja koejärjestelyihin. Tutkimuksen kohteen ollessa ihminen on selvitettävä henkilöiden suostumus, miten suostumus saadaan, miten heitä informoidaan ja millaisia riskejä tutkimukseen osallistumiseen liittyy. Tutkimuksen toteuttamisessa on noudatettava aina rehellisyyttä. Tämä käsittää muun muassa sen, että toisten tuottamaa tekstiä ei plagioida, tutkijat ovat tasavertaisia, saatuihin tuloksiin suhtaudutaan kriittisesti, raportointi on asianmukaista ja tutkimukseen annetut resurssit käytetään oikeisiin tarkoituksiin. (Hirsjärvi ym. 2004.)

Opinnäytetyömme aiheen valinta oli helppo ja perusteltu, koska maastohiihto kiinnostaa meitä molempia ja sprinttihilhdosta on vähän luotettavaa tutkimustietoa saatavilla. Tästä johtuen opinnäytetyömme hyödynnettävyys kasvaa.

Opinnäytetyö on toteutettu toimeksiantajan, Kajaanin ammattikorkeakoulun ja oman asiantuntijuuden kehittymisen tarpeista. Toimeksiantajamme voi hyödyntää opinnäytetyöstä saamiamme tuloksia muun muassa koulutus- ja valmennustoiminnassaan. Kajaanin ammattikorkeakoulun liikunnan- ja vapaa-ajan koulutusohjelman tavoitteena on työelämälähtöisyys. Koulu antaa opiskelijalle valmiudet kehittyä liikunta-alan asiantuntijaksi. Olemme suuntautuneet molemmat opinnoissamme valmennukseen, joten opinnäytetyön aihe tukee hyvin opintojamme.

Tieteellisen tutkimuksen toteuttamisessa on aina noudatettava tietojen luottamuksellisuutta. Tästä johtuen kohdehenkilöiden nimiä ei tuoda esiin, jolla kunnioitamme heidän yksityisyytään. Mittauksiin osallistuminen oli vapaaehtoista ja suostumuksen osallistumiseen varmistimme kirjallisella lomakkeella. Allekirjoittaessaan lomakkeen kohdehenkilöt sitoutuvat osal-

listumaan mittauksiin omalla vastuulla. Tulokset saimme mittaamalla aikaa, sykettä ja laktaattia. Nämä ovat hiihdon tutkimuksissa yleisesti käytettäviä metodeja. Tutkimuksen toteuttamisessa piti ottaa huomioon turvallisuus. Ensiapuvalmius on yksi näistä asioista. Olemme molemmat suorittaneet opintoihin kuuluen EA 2 (ensiavun 2. taso) –kurssin. Hätätilanteen sattuessa meillä olisi näin ollut edellytykset ensiapuun. Varmistimme myös perustietolomakkeella, että kohdehenkilöiden sen hetkinen terveydentila oli kunnossa. Hiihtoputkessa ei ollut mittaushetkellä paljoa liikennettä, joten yhteentörmäysten riski oli pieni.

Olemme noudattaneet koko opinnäytetyöprosessin aikana rehellisyyden periaatteita. Olemme keränneet teoriapohjaa opinnäytetyöhömme sekä ulkomaisesta että kotimaisesta kirjallisuudesta. Lisäksi olemme saaneet tietoa sprinttihiihdon parissa tehdyistä tutkimuksista. Lähteiden hankkiminen sprinttihiihdosta ei ollut helppoa, koska luotettavaa tietoa on vähän tarjolla. Luotettavuuden kannalta olisi hyvä, jos olisi olemassa yleistyksiä sprinttihiihtoon liittyvästä teoreettisesta pohjasta. Tällä hetkellä vain Salzburgin yliopiston tutkimusryhmä ja Suomessa Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus (KIHU) ovat julkaisseet sprinttihiihtoa koskevaa tutkimustietoa. Internet-lähteitä olemme käyttäneet vähän, koska niiden luotettavuudesta ei ole usein varmuutta. Lähteisiin olemme suhtautuneet varauksella ja olemme käyttäneet enimmäkseen tunnettujen tekijöiden kirjallisuutta. Olemme soveltaneet näitä lähteitä opinnäytetyömme teossa, mutta emme ole plagioineet niitä. Molemmat ovat tehneet oman osuutensa opinnäytetyön hyväksi ja jaoimme jo alussa kummallekin kuuluvat vastuualueet.

Tulosten tarkastelussa olemme noudattaneet ehdotonta kriittisyyttä. Emme ole ohjanneet tuloksia ja johtopäätöksiä haluamaamme suuntaan, vaan olemme suhtautuneet niihin totuudenmukaisesti. Rajasimme aiheemme verryttelyn ja sprinttihiihtosuorituksen yhteyden tarkasteluun. Mittaukset eivät täysin vastanneet oikean sprinttihiihtokilpailun kulkua, koska rajasimme suoritukset kahteen lähtöön neljän sijaan. Tarkempaan kuin ajan, sykkeiden ja laktaattien mittaamiseen ei olisi ollut henkilöstö- eikä taloudellisia resursseja. Toisaalta oma ammattitaitommeakaan ei olisi ollut riittävä tarkempiin mittauksiin. Rajauksen ansiosta mittaukset sujuivat onnistuneesti ja resurssit olivat riittävät.

8.3 Opinnäytetyöprosessin tarkastelua

Suoritimme mittaukset Vuokatin hiihtoputkessa. Hiihtoputki oli hyvä paikka tehdä mittaukset, koska olosuhteet pysyvät lähes muuttumattomina ja näin tasavertaisina. Jos olisimme tehneet mittaukset ulkona, sää olisi voinut vaikuttaa tuloksiin ja mittausten luotettavuus täten kärsiä. Lisäksi suoritimme mittaukset kahtena peräkkäisenä päivänä, joka puoltaa yhä suuremmalta osin mittausten suorittamista vakaisissa olosuhteissa, koska ulkona olosuhteet pysyvät harvoin samanlaisina. Keväällä hiihtoputki on hyvässä kunnossa ja siellä ei ole paljon hiihtäjiä, joten ruuhkia ei ollut haittaamassa suorituksia. Toisaalta osa kohdehenkilöistä joutui väistelemään muita hiihtäjiä, mutta merkittävää vaikutusta sillä ei ollut tuloksiemme kannalta.

Annoimme tutkimuksia edeltävänä päivänä ohjeistuksen välineiden huoltoon. Tämän tarkoituksena oli varmistaa, että kaikilla on sama voitelu ja näin mahdollisimman samanlaiset lähtökohdat mittausten suorittamiseen. Täyttä varmuutta voitelun samanvertaisuudesta ei ollut, koska välinehuolto oli kohdehenkilöiden omalla vastuulla, mutta he kokoontuivat kuitenkin edellisenä iltana ennen ensimmäistä mittauspäivää samaan tilaan voitelemaan suksiaan. Jokaisella testiin osallistuvalla oli kaksi paria suksia, toiset verryttelyjä ja toiset varsinaisia sprinttisuorituksia varten. Tämän tarkoituksena oli, että luisto säilyisi mahdollisimman hyvänä kahden sprinttisuorituksen ajan ja suorituksen lähtökohdat olisivat välineiden puolesta samanlaiset.

Suoritimme mittaukset aivan toukokuun lopussa, joten tehokkaampaa harjoittelua ei ollut vielä paljoakaan takana. Perustietolomakkeesta (liite 1) selvisi, että lähes kaikilla harjoittelun painotus oli ollut viime viikot voimassa ja muussa kevyessä liikkumisessa. Lähtökohdat olivat siis suhteellisen tasavertaiset. Terveystila oli hyvä jokaisella mittauksiin osallistuvalla. Osalla ryhmästä oli ensimmäistä mittauspäivää edeltävänä päivänä 12 kilometrin maksimaalinen testijuoksu alla. Perustietolomakkeesta saamiemme tietojen mukaan lihakset olivat vielä kiipeinä ja raskaus tuntui väsymyksenä. Koska tehokasta harjoitusohjelmaa ei vielä ollut, testijuoksun vaikutukset korostuivat varmasti entisestään. Luotettavuuden lisäämiseksi paras tilanne olisi ollut, että kohdehenkilöt olisivat olleet mahdollisimman palautuneessa tilassa. Aikataulujen yhtensovittamisen kannalta tämä oli kuitenkin sopivin ajankohta mittausten suorittamiselle.

Rakensimme mittausasetelmat sillä tavalla, että selviytyisimme mittauksista mahdollisimman pienellä henkilöstömäärällä. Testihenkilöitä oli vaikea saada mukaan ja siksi päätimmekin suoriutua neljällä henkilöllä. Kolme henkilöä oli ajanotossa ja urheilijoita ohjeistamassa hiihtoputkessa. Tämän lisäksi laktaatinotosta vastasi yksi henkilö hiihtoputken ulkopuolella. Valitsimme tehtävät henkilöiden välillä niin, että jokainen pystyi selviytymään tehtävästään hyvin. Esimerkiksi näytteenotossa oli henkilö, joka oli ottanut näytteitä ennenkin. Näin ollen paransimme testaamiseen liittyvää luotettavuutta. Mitä enemmän testaushenkilöstöä on, sitä enemmän virheitä mahdollisesti tulee, joten pyrimme minimoimaan henkilöstön määrää.

Oman asiantuntijuuden kehittyminen

Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelman keskeinen tavoite on antaa opiskelijalle riittävät työelämävalmiudet. Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelma asettaa opiskelijalle tietyt osaamisvaatimukset. Näitä ovat liikuntaosaaminen, ihmisen hyvinvointi- ja terveysliikuntaosaaminen, pedagoginen ja liikuntadidaktinen osaaminen ja liikunnan yhteiskunta-, johtamis- ja yrittäjäosaaminen.

Ihmisen hyvinvointi- ja terveysliikuntaosaaminen kattaa muun muassa perustiedot liikunta-harjoittelun vaikutusmekanismeista elimistössä ja testauksen perusteet. Opinnäytetyömme mittauksiin liittyen tutustuimme teorian kautta urheilusuorituksen aiheuttamiin fysiologisiin vaikutuksiin elimistössä ja testauskirjallisuuteen. Kirjallisuus toi paljon uutta tietoa ja näkemystä näistä asioista sekä edisti oman asiantuntijuuden kehittämisessä. Teorian pohjalta sovelsimme oppiamme asioita mittauksiin. Mittauksien lisäksi oppiamme asioita voi soveltaa myös omaan valmennustyöhömmö. Lisäksi itse mittausasetelman rakentaminen oli uutta. Mittaukset piti suunnitella tarkkaan, johon kuuluivat muun muassa aikataulun tekeminen ja mittaushenkilöstön järjestelyihin liittyvät asiat. Mittausmenetelmien suunnittelussa vahvistuivat pedagoginen ja liikuntadidaktinen osaaminen. Toisaalta, koska molemmilla on hiihtotautta, hiihtoon kuuluvat mittausmenetelmät olivat osittain tuttuja. Opinnäytetyön myötä osaaminen kuitenkin vahvistui.

Olemme suuntautuneet opinnoissa valmennukseen ja suoritamme samalla valmentajan ammattitutkintoa. Näistä on ollut hyötyä opinnäytetyömme tekemisen kannalta, sillä opinnot tukevat hyvin aihettamme sprinttihiihdon parista. Opinnäytetyön ansiosta on ollut pakko tutustua intensiivisesti aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen, jota ei olisi luultavasti tehnyt ilman tätä mahdollisuutta. Opinnäytetyöprosessi on kasvattanut meitä kohti työelämän haasteita.

Jatkotutkimusehdotukset

Jatkossa samantyyppiset mittaukset voisi tehdä oikean sprinttihilpailun yhteydessä. Neljän sprinttihilpailun pohjalta voisi tehdä pitemmälle meneviä johtopäätöksiä, sillä maksimaalisen kuormituksen osuus kasvaisi ja palautuminen olisi entistä suuremmassa roolissa. Tiedossamme ei ole yhtään tutkimusta, jotka olisi tehty lumiolosuhteissa.

Kilpailun ohella tehty tutkimus voisi tuoda lisää luotettavuutta, koska urheilijoilla kilpailuihin asennoituminen on useasti parempaa, kuin pelkässä testaamismielessä tehdyissä tutkimuksissa. Kilpailu toisi mukanaan myös luonnollista jännitystä ja valmistautuminen itse suoritukseen todennäköisesti olisi keskittyneempää. Samalla voisi mukaan ottaa tarkempaa välineistöä (esimerkiksi ajanotto kennoilla). Otokoko voisi olla suurempi ja kohdejoukko erikoistuneita sprinttihilpailuun.

9 LÄHTEET

- Anttila, S. 2008. Teoksessa: Juoksija-lehti 7/2008, 62, Kustannus Oy Juoksija
- Backman, M. 2006. Sprinttihilho juoksuvalmentajan silmin. Teoksessa: Hiihdon valmentaja –lehti, 1/2006–2007, 11.
- Bilodeau, B., Rundell, K.W., Roy, B. & Boulay, M.R. 1996. Kinematics of cross-country ski racing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28 (1), 128 –138.
- Choi, D., Cole, K.J., Goodpaster, B.H., Fink, W.J. & Costill, D.L. 1994. Effect of passive and active recovery on resynthesis of muscle glycogen. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(8), 992 –996.
- Friden, J., Lieber, R.L., Hargreaves, M. & Urhausen, A. 2003. Recovery after training – Inflammation, metabolism, tissue repair and overtraining. Teoksessa Kjaer, M. ym. (toim.) *Textbook of Sports Medicine*. Blackwell Science, 189 –200.
- Gandevia, S.C. 2001. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81(4), 1725-1729. Teoksessa: Vesterinen, V. 2007. Väsyminen ja fyysiset kunto-ominaisuudet sprinttihilhdossa. Pro Gradu. Jyväskylän yliopisto, Liikuntabiologian laitos.
- Gibson, A.S.C., Lambert, M.I. & Noakes, T.D. 2001. Neural control of force output during maximal and submaximal exercise. *Sports Medicine*, 31(9), 637-650. Teoksessa: Vesterinen, V. 2007. Väsyminen ja fyysiset kunto-ominaisuudet sprinttihilhdossa. Pro Gradu. Jyväskylän yliopisto, Liikuntabiologian laitos.
- Gibson, H. & Edwards, H. 1985. Muscular exercise and fatigue. *Sports Medicine*, 2(2), 120-132. Teoksessa: Vesterinen, V. 2007. Väsyminen ja fyysiset kunto-ominaisuudet sprinttihilhdossa. Pro Gradu. Jyväskylän yliopisto, Liikuntabiologian laitos.
- Heino, H. 2000. Valmentautumisen psykologia, 252. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Heinonen, I. 2008. Teoksessa: Juoksija lehti 2/2008, 42–43, Kustannus Oy Juoksija

- Helin, J., Oikarinen, E. & Rehunen, S. 1982. Nopeusvalmennus 2. painos, 135 – 136. Valmennuskirjat Oy.
- Hirsjärvi, S., Remes, P, Sajavaara, P. 2004. Tutki ja Kirjoita 10. painos, 25-28, 169, 216-218, 293-299 . Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Hoffmann, M.D. & Clifford, P. 1992. Physiological aspects of competitive cross-country skiing. *Journal of Sports Sciences* 10, 3-27.
- Kansainvälinen Hiihtoliitto (FIS), ICR Rules, 2008. Luettu 10.11.2008: http://www.fis-ski.com/data/document/icr_cc_2008.pdf
- Kihu 2008. Luettu 12.11.2008: <http://www.kihu.fi/projektit/aikaisemmat/index.php?id=54>.
- Lieber, R. L. 1992. Skeletal muscle Structure and Function. Baltimore, Williams & Wilkins.
- Liukkonen, J. & Jaakola, T. 2003. Psykkinen valmennus hiihtourheilussa, 6. Suomen Hiihtoliitto.
- Mahood, N.V., Kenefick, R.W., Kertser, R., Quinn, T.J. 2001. Physiological determinants of cross-country ski racing performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(8), 1379 – 1384.
- McArdle, W.D., Katch, F.I. & Katch, V.L. 2001. Exercise physiology: energy, nutrition and human performance. 5. painos. Williams & Wilkins, Baltimore, 131- 167, 222 - 233.
- Medbo ym. 1988 ?
- Mero, A., Peltola, E. & Saarela, S. 1987. Nopeus- ja nopeuskestävyys harjoittelu, 37–50. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K., Häkkinen, K. 2004. Urheiluvalmennus, 97-101, 315–340. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Mikkola, J. 2006. Sprinttihiihtoprojekti. Teoksessa: Hiihdon valmentaja – lehti, 1/2006–2007, 8-10.
- Nummela, A. 1998. Energia-aineenvaihdunta. Teoksessa Mero, A., Nummela, A. & Keskinen, K. (toim) Nykyaikainen urheiluvalmennus, 107 – 126. Mero Oy, Jyväskylä.

Rusko, H.K., Pulkkinen, A., Saalasti, S., Hynynen, E. & Kettunen, J. 2003. Pre-prediction of EPOC: A tool for monitoring fatigue accumulation during exercise? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(5) suppl, abstract, 183.

Stöggl, T., Lindinger, S., Müller, E. 2006a. Analysis of a simulated sprint competition in classical cross country skiing. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Online Early, Aug 14, 1 -11.

Stöggl, T., Lindinger, S., Müller, E. 2006b. Reliability and validity of test concepts for the cross-country skiing sprint. *Medicine and science in sports and exercise*, vol. 38, No. 3, pp. 586 –591

Taoutaou, Z., Granier, P., Mercier, B., Mercier, J., Ahmaidi, S. & Prefaut, C. 1996. Lactate kinetics during passive and partially active recovery in endurance and sprint athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 73, 465 –470.

Tomlin, D.L. & Wenger, H.A. 2001. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*, 31(1), 1 –11.

Vuokattisport. 2008. Luettu 12.11.2208: <http://www.vuokattisport.fi/>

Weineck, J. 1982. Optimaalinen harjoittelu, 224 - 229. *Valmennuskirjat Oy*.

Wilmore, J.H. & Costill, D.L. 2004. *Physiology of sport and exercise*. 3. painos. *Human Kinetics*, 118–133, 143.

LIITTEIDEN LUETTELO

LIITE 1: SUOSTUMUS JA PERUSTIEDOT

LIITE 2: VERRYTTELYJEN OHJEISTUS

LIITE 3: MITTAUSTEN AIKATAULU

VERRYTTELYJEN OHJEISTUS

Verryttely A (kova)

alkuverryttely

15min PK

8min AerK->AnaK

5min PK

2min MK (kisavauhti)

15min PK + hermottava 4*10sek

väliverryttely

5min PK

5min VK (AnaK-> AerK)

10min PK

Verryttely B (helppo)

alkuverryttely

25min PK

5min AerK->AnaK

15min PK + hermottava 4*10sek

väliverryttely

20min PK

MITTAUSTEN AIKATAULU

29.5

lähtölaktaatti	1 veto	1' lak- taatti	3' lak- taatti	5' lak- taatti	2 lähtöl.	2 veto	1' lak- taatti	3' lak- taatti	5' lak- taatti
11.58 koehenkilö 1	12.00	12.04	12.06	12.08	12.21	12.23	12.27	12.29	12.31
12.01 koehenkilö 2	12.03	12.07	12.09	12.11	12.24	12.26	12.30	12.32	12.34
12.04 koehenkilö 3	12.06	12.10	12.12	12.14	12.27	12.29	12.33	12.35	12.37
13.58 koehenkilö 4	14.00	14.04	14.06	14.08	14.21	14.23	14.27	14.29	14.31
14.01 koehenkilö 5	14.03	14.07	14.09	14.11	14.24	14.26	14.30	14.32	14.34
14.04 koehenkilö 6	14.06	14.10	14.12	14.14	14.27	14.29	14.33	14.35	14.37
14.07 koehenkilö 7	14.09	14.13	14.15	14.17	14.30	14.32	14.36	14.38	14.40

30.5

lähtölaktaatti	1 veto	1' lak- taatti	3' lak- taatti	5' lak- taatti	2 lähtöl.	2 veto	1' lak- taatti	3' lak- taatti	5' lak- taatti
08.58 koehenkilö 1	09.00	09.04	09.06	09.08	09.21	09.23	09.27	09.29	09.31
09.01 koehenkilö 2	09.03	09.07	09.09	09.11	09.24	09.26	09.30	09.32	09.34
09.04 koehenkilö 3	09.06	09.10	09.12	09.14	09.27	09.29	09.33	09.35	09.37
10.58 koehenkilö 4	12.00	12.04	12.06	12.08	12.21	12.23	12.27	12.29	12.31
11.01 koehenkilö 5	12.03	12.07	12.09	12.11	12.24	12.26	12.30	12.32	12.34
11.04 koehenkilö 6	12.06	12.10	12.12	12.14	12.27	12.29	12.33	12.35	12.37
11.07 koehenkilö 7	12.09	12.13	12.15	12.17	12.30	12.32	12.36	12.38	12.40