

**FYYSINEN RASITUS AMPUMAHIIHDOS- JA SEN  
VAIKUTUKSET AMMUNTASUORITUKSEEN**

**Marko Tanskanen**

Kandidaatintutkielma

Liikuntafysiologia

Kevät 2013

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaaja: Antti Mero

## TIIVISTELMÄ

**Tanskanen, Marko** 2013. Fyysinen rasitus ampumahiihdossa ja sen vaikutukset ammuntasuoritukseen. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, 38 s.

**Ampumahiihdon lajit.** Ampumahiihdossa yhdistyy luisteluhiihto ja pienoiskivääriammunta. Kilpailuissa miehet kilpailevat 20 km normaalikilpailussa, 15 km yhteislähtökilpailussa, 10 km pikakilpailussa, 12.5 km takaa-ajokilpailussa ja 4 x 7.5 km viestikilpailussa. Ampumaosuuksia on matkasta riippuen neljä tai kaksi, puolet makuuasennosta ja puolet pystyasennosta. Ampumaosuuksilla ammutaan 50 metrin matkalta viiteen maalitauluun (osuma-alue makuulta 4.5 cm ja pystystä 11.5 cm). Ohilaukauksen sattuessa kilpailija joutuu hiihtämään sakkokierroksen tai hänen kilpailuaikaansa lisätään sakkominuutti kilpailumuodosta riippuen.

**Ampumahiihdon fysiologia.** Ampumahiihdon hiihto-osuuksilla tärkeimmät kilpailusuoritukseen vaikuttavat fysiologiset tekijät ovat korkea maksimaalinen hapenottokyky, lihasten oksidatiivinen kapasiteetti ja korkea anaerobinen kynnys. Hiihdossa energiankulutus tapahtuu 85–100 %:sti aerobisesti. Maastosta ja tekniikasta riippuen yli 50 %:a eteenpäin suuntautuvasta työntövoimasta tuotetaan ylävartalolla. Ampumahiihtäjät työskentelevät noin 90 %:lla maksimisykkeestään kilpailun hiihto-osuuksilla. Lähestyttäessä ampumapaikkaa syke laskee 85–87 %:iin ja ampumapaikalla edelleen 61–73 %:iin. Makuuammunnan aikana sykkeenlasku on nopeampaa kuin pystystä ammuttaessa. Vähintään 3.5 kg:n painoisen aseensa kantaminen selässä lisää merkittävästi urheilijoiden hapenkulutusta, sykettä ja veren laktaattipitoisuutta aiheuttaen jopa 7 %:n lisäyksen kokonaisenergiankulutuksessa. Liikkuessa vaadittu teho ja energiankulutus kasvavat edelleen nopeuden, tason kaltevuuden tai kuorman massan kasvaessa. Aseensa kantamisen energiankulutusta pyritään vähentämään ylävartalon voimaa kehittämällä sekä minimoimalla aseensa paino ja sivuttaissuuntaiset liikkeet hiihdon aikana.

**Ammuntasuoritus.** Ammunnan perustan muodostavat ampuma-asennon rentous, tasapaino, tähtäys ja liipaisu. Makuuasennossa ampumahihna, kyynärpäiden kontakti maahan ja matala painopiste takaavat vakaan tuen. Pystyammunnan tekee haasteellisemmaksi pienempi tukipinta-ala ja korkeampi painopiste. Aseensa vakaanapito on onnistuneen ammuntasuorituksen perusedellytys. Tasapaino on suorasti yhteydessä tarkkuuteen asennon huojunnan kautta ja epäsuorasti aseensa heilunnon kautta. Ampumahiihdossa fyysinen rasitus voi heikentää näitä ammunnassa vaadittuja ominaisuuksia lihasväsymyksen kautta, kun liikutaan anaerobisen rajan yläpuolella. Näin ollen rentoutuminen ja sykkeenlasku ennen ammuntaa on perusedellytys aseensa vakaudelle ja osumatarkkuudelle varsinkin pystyammuntaosuuksilla. Ampumahiihdossa ammuntatarkkuuden merkitys korostuu pisimmillä neljän ampumaosuuden kilpailumatkoilla.

**Avainsanat:** *ammuntasuoritus, ampumahiihto, kuormitus, vapaahiihto, väsymys*

# SISÄLTÖ

## TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO .....	3
2 AMPUMAHIIHDON PERUSTEET .....	4
2.1 Ampumahiihto urheilulajina.....	4
2.2 Luisteluhiihtotekniikat .....	5
2.1.1 Perusluisteluhiihto eli ”Kuokka” .....	6
2.1.2 Yksivaiheinen luisteluhiihto eli ”Wassberg” .....	7
2.1.3 Kaksivaiheinen luisteluhiihto eli ”Mogren” .....	8
3 FYSIOLOGISET ILMIÖT AMPUMAHIIHDOS- SA.....	9
3.1 Fysiologinen näkökanta luisteluhiihtoon .....	9
3.2 Fysiologinen näkökanta ampumahiihtoon .....	11
3.2.1 Aseen kantamisen aiheuttama energiankulutus.....	14
3.2.2 Taloudellisuuden parantaminen asetta kannettaessa .....	16
4 AMMUNTASUORITUS AMPUMAHIIHDOS- SA .....	17
4.1 Pienoiskivääriammunta suoritukse- na .....	17
4.1.1 Makuuammunta .....	19
4.1.2 Pystyammunta.....	21
4.2 Ammunta rasituksen jälkeen .....	23
5 POHDINTA .....	26
5.1 Hiihto ampumahiihdossa .....	26
5.2 Ammunta ampumahiihdossa .....	28
5.3 Johtopäätökset .....	31
6 LÄHTEET.....	32
LIITE 1. Ampumahiihdon kilpailulajit ja säännöt.....	36
LIITE 2. Nuoren ampumahiihtäjän fyysinen harjoittelu .....	37
LIITE 3. Nuoren ampumahiihtäjän ammuntaharjoittelu .....	38

# 1 JOHDANTO

Ampumahiihto on talviurheilulaji, jossa urheilijalta vaaditaan kovaa fyysistä kuntoa maastohiihto-osuuksilla sekä hyvää kehonhallintaa ja keskittymiskykyä ampumapaikoilla. Kilpailuissa ampumahiihtäjät hiihtävät tavallisesti noin 2.5 tai 5 kilometrin pituisen lenkin jokaisen ampumaosuuden välissä. Kilpailut sisältävät kilpailumuodosta riippuen kaksi tai neljä ampumaosuutta, joista puolet suoritetaan makuuasennosta ja puolet pystyasennosta. Makuuasennossa käytettävää ampumahihnaa lukuunottamatta mitään tukea ei saa käyttää ammunnan helpottamiseksi. Ampumahiihto eroaa tavallisesta maastohiidosta intervalliominaisuudellaan: ampumaosuudet pysäyttävät hiihdon, minkä seurauksena sykevaihtelut ovat huomattavasti suurempia (Hoffman & Street 1992).

Useissa tutkimuksissa on selvitetty rasitusta ja hapenottokyvyn merkitystä maastohiihtosuorituksessa. Kuitenkin selvästi harvemmin on tutkittu suorituksia ampumahiihdossa. Suhteellisen lyhyistä matkoista ja ampumatarkkuuden tärkeydestä johtuen aerobisen kapasiteetin lisäksi muutkin ominaisuudet ovat merkittäviä ampumahiihdossa menestymiseksi. Vapaan tyylin hiihto yhdistettynä sääntöjen puitteissa vähintään 3.5 kg painoisen aseiden kantamiseen voi edellyttää tavallista suurempaa voimantuottoa ylävartalolla. Suurin osa tutkimuksista on tehty laboratoriossa rullasuksilla olosuhteiden vakioimiseksi, mutta näiden tulosten soveltaminen lumella hiihtämiseen ei ole aivan suoraviivaista. (Hoffman ym. 1992; Rundell 1995; Rundell & Szmedra 1998.)

Tämän tutkielman tarkoituksena on tarkastella fysiologisia muuttujia maastohiihto- ja ampumahiihtosuorituksissa ja sitä kautta kartoittaa ampumahiihdon fyysisiä lajivaatimuksia. Tutkielma etenee vapaahiihdon ja ampumahiihdon yleisten fysiologisten vaatimusten selittämisestä aseiden kantamisen vaikutuksiin hiihtosuorituksessa ja mahdollisiin keinoihin hiihdon taloudellisuuden parantamiseksi. Lopuksi selvitetään tarkemmin ammuntasuoritusta ampumahiihdossa ja millä tavalla fyysinen rasitus vaikuttaa siihen. Lopulta muodostetaan kokonaisnäkemys ampumahiihdon fyysisistä vaatimuksista ja niiden vaikutuksista ammuntasuoritukseen. Pohdintaosuudessa arvioidaan myös erilaisia tutkimusmenetelmiä ampumahiihtosuorituksen mittaamiseksi.

## 2 AMPUMAHIIHDON PERUSTEET

### 2.1 Ampumahiihto urheilulajina

Ampumahiihdossa hiihdetään vapaalla hiihtotekniikalla eli luisteluhiihtotekniikalla. Kilpailuissa miehet kilpailevat 20 km normaalikilpailussa, 15 km yhteislähtökilpailussa, 10 km pikakilpailussa, 12.5 km takaa-ajokilpailussa ja 4 x 7.5 km viestikilpailussa. Naisilla vastaavat matkat ovat 15 km, 12.5 km, 7.5 km, 10 km ja 4 x 6 km. Normaali-, yhteislähtö- ja takaa-ajokilpailuissa hiihtolenkkejä on viisi (neljä ampumaosuutta), pika- ja viestikilpailuissa kolme (kaksi ampumaosuutta). Normaalikilpailussa ja kahden ampumaosuuden kilpailumuodoissa ampumaosuudet ammutaan järjestyksessä makuu-pysty, muissa lajeissa makuu-makuu-pysty-pysty. (IBU 2010, 1.3.) Näiden virallisten kansainvälisten lajien lisäksi ampumahiihtäjät kilpailevat myös kesäisin kansallisella tasolla rullasuksiampumahiihdossa ja ampumajuoksussa.

Ampumaosuuksilla ammutaan 50 metrin matkalta lippaallisella pienoiskiväärillä, joka on varustettu kantohihnalla hiihto-osuuksille ja ampumahihnalla makuuammuntaan. Makuuasennosta ammuttaessa osuma-alueen koko on 4.5 cm ja pystyasennosta ammuttaessa 11.5 cm – molemmilla ampumapaikoilla kuitenkin tähtäyksen kohteena oleva musta täplä on halkaisijaltaan 11.5 cm. Ohilaukauksen sattuessa kilpailija joutuu sakkokierrokselle tai saa sakkominuutin kilpailumuodosta riippuen. Jokaisella ampumapaikalla on viisi taulua, joiden alas ampumiseen on käytettävissä viisi patruunaa. Yksilölajeissa sallitaan varapatruunat vain jos aseeseen tulee syöttöhäiriö. Viesteissä on käytettävissä 5+3 patruunaa eli kolme varapatruunaa, jotka on ladattava aseeseen ja ammuttava yksitellen. (IBU 2010, 3.4.) Tarkka kuvaus ampumahiihdon eri kilpailumuodoista on liitteessä 1. Cholewa ym. (2004, 2005) mukaan ammunta vaikuttaa ampumahiihtomenestykseen siten, että sillä on suurin merkitys neljän ampumaosuuden kilpailuissa. Lyhyillä matkoilla menestymisessä korostuu kilpailijoiden hiihto- ja ampumanopeus. Viime vuosina ampumahiihtäjien harjoittelu on siirtynyt hiihtopainotteisemmaksi, mikä näkyy huonontuneina ammuntasuorituksina kilpailuissa samalla kun nopeudet ovat kasvaneet.

## 2.2 Luisteluhiihtotekniikat

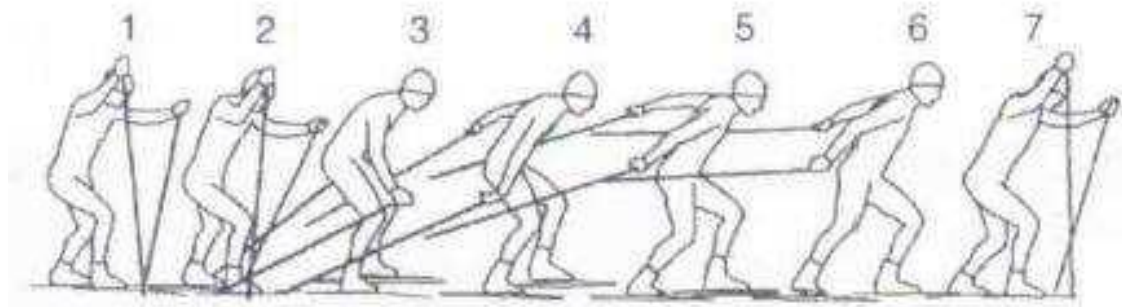
Vapaassa hiihtotekniikassa käytetyt osatekniikat ovat perusluistelu eli ”Kuokka” (V1), yksivaiheinen tasaluistelu eli ”Wassberg” (V2) ja kaksivaiheinen tasaluistelu eli ”Mogren” (V2A, ”open field”). Näiden lisäksi käytetään myös sauvoittaluistelu- ja vuoroluistelutekniikoita. Luisteluhiihdossa kehon painopiste liikkuu sekä ylös-alas- että sivuttaissuunnassa, mikä lisää energiankulutusta verrattuna perinteiseen hiihtotyylisiin. Kuokkaa käytetään yleensä vain jyrkissä ylämäissä, wassbergia tasaisella ja ylämäissä sekä mogrenia loivissa alamäissä ja tasaisella. Luisteluhiihdossa sauvoilla työnnettäessä polvikulma pienenee, jolloin laskeudutaan matalampaan asentoon ja tehokkaan ponnistuksen tekeminen on mahdollista. Olennaista jokaisessa luistelutyylissä on painon siirtäminen suksen päälle liukuvaiheessa. Se mahdollistaa hyvän liu’un ja tehokkaan hiihdon. Myös potkun suuntaaminen on tärkeää, sillä vauhdin säilyttämiseksi potkun tulisi suuntautua sivulle etuviistoon. Hiihdon nopeuden määrittävät liikesyklin pituus ja taajuus. (Roponen 2002.)

Luisteluhiihdossa hyvä tasapaino on kaikkien tekniikoiden perusta, koska vartalon painopisteen on pysyttävä liukuvan suksen päällä ja siinä on pystyttävä seisomaan rennosti, vaikka latu ei ohjaa suksen kulkua. Kun tasapaino on hyvä, energiaa ei kulu turhaan pystyssä pysymiseen. Vaikka eri luistelutekniikoissa on selkeitä eroja, niissä on myös paljon yhtäläisyyksiä. Esimerkiksi sauvatyöntö suunnataan aina mahdollisimman suoraan taaksepäin ja hartialinja pidetään kohtisuorassa linjassa latuun nähden. Suksi tuodaan uutta potkua varten mahdollisimman keskelle vartalon alle ja potku suunnataan ensin eteenpäin, ettei energiaa kuluisi turhaan. Paino viedään liu’ussa kunnolla suksen päälle, vaikka liuku olisi lyhyt kuten kuokassa. Lievästi eteenpäin kallistunut asento varmistaa osaltaan sen, että voimantuotto on tehokasta. Lantion ollessa ylhäällä potkuun saadaan lisätehoa, koska tällöin ponnistukseen voidaan pudottaa ylhäältä alas. Istuva asento vie luistelusta tehon, koska pakaralihaksia ja lantiota ei voida käyttää tehokkaasti ja takapuolen ylös-alas liike kuluttaa vain voimia. (Roponen 2002.)

### 2.2.1 Peruluisteluhiihto eli ”Kuokka”

Kuokka on epäsymmetrinen luisteluhiihtotekniikka, jossa sauvatyöntö tehdään vain joka toiselle potkulle sekä vasen ja oikea sauva iskeytyvät lumeen eri aikaan ja eri kulmassa. Ylämäissä ja hitaalla kelillä tämä on erittäin tehokas tekniikka. Kuten muissakin tekniikoissa, suksi tuodaan askeltamalla mahdollisimman lähelle keskilinjaa ja suksien kulma pyritään pitämään pienenä. Kun mäki jyrkkenee, suksikulma levenee ja jalkojen käyttö lisääntyy. Samalla myös käsien ja ylävartalon voimantuotto suhteessa jalkojen voimantuottoon kasvaa. (Roponen 2002; Rusko 2003.)

Peruluisteluhiihtotekniikan vaiheet näkyvät kuvassa 1. Oikealle puolelle työntäessä oikea sauva ja suksi osuvat lumeen lähes samanaikaisesti. Liukuvaiheessa paino siirtyy kokonaan liukuvan suksen päälle ja asento on eteenpäin kallistunut. Ylävartalo pysyy lähellä keskilinjaa ja loppuun asti tehty työntö suuntautuu suoraan taaksepäin. Tällöin paino siirtyy kokonaan työntöttömälle puolelle ja ylävartalo alkaa kallistua eteenpäin. Nyt vasen jalka on askellettu eteen ja paino siirtyy taas liukuvan suksen päälle sekä vartalo on kallistunut eteenpäin työntöä varten. Yhden syklin pituus on noin 1.2–1.3 sekuntia (Roponen 2002; Rusko 2003).



KUVA 1. Peruluisteluhiihtotekniikka eli ”Kuokka” kuvasarjana (Nilsson ym. 2004).

### 2.2.2 Yksivaiheinen luisteluhiihto eli ”Wassberg”

Wassberg on täysin symmetrinen luisteluhiihtotekniikka, jossa tehdään suoraan taaksepäin tasatyöntömainen työntö jokaiselle potkulle. Hartialinja pidetään koko ajan kohtisuorassa latuun nähden, eikä ylävartaloa päästetä kiertymään. Tavoitteena on, että sukki tuodaan potkua varten niin keskelle, että liuku lähtee ensin suoraan eteenpäin ja vasta sitten sivulle. Jos potku lähtee heti sivulle, myös hiihtäjän vartalo liikkuu liikaa sivusuunnassa ja energiaa menetetään. Ylävartalon työ alkaa vasta sen jälkeen, kun sauvat ovat osuneet lumeen. Muihin tekniikoihin verrattuna ylävartalon ja käsien parempaa voimantuottoa tarvitaan, sillä erittäin kapea suksikulma verottaa potkusta saatavaa voimaa. Tässä tekniikassa onkin mahdollista, että sauvatyöskentelyllä tuotetaan eteenpäin vievästä voimasta suurempi osa kuin jaloilla. (Roponen 2002; Rusko 2003.)

Wassberg-luisteluhiihtotekniikan vaiheet näkyvät kuvassa 2. Liu’un aikana paino viehdään kunnolla suksen päälle. Lantio nousee eteen ylös, ja ennen sauvatyönnön alkua vartalo on kallistunut eteenpäin. Tämän jälkeen alkaa yhtäaikaista tasatyönnönomainen, suoraan suuntautuva sauvatyöntö ja potku. Vartalo on liukuvan suksen päällä ja sauvatyöntö lähtee liukuvan suksen suuntaan ja samanaikaisesti polvi lähtee painumaan eteen. Polven painaminen eteen varmistaa, että paino siirtyy suoraan eteenpäin ja hiihtäjä on eteenpäin vievässä asennossa. Työnnön ollessa puolivälissä ylävartalo siirtyy uudelle liu’ulle ja kun työntö päättyy, paino siirtyy toiselle sukselle. Wassbergin syklin frekvenssi on hitaampi kuin muiden luistelutekniikoiden, mutta silti työnnöt on tehtävä nopeammin, koska ne tulevat molemmille potkuille. Yhden syklin pituus on noin 1.5–2.0 sekuntia. (Roponen 2002; Rusko 2003.)



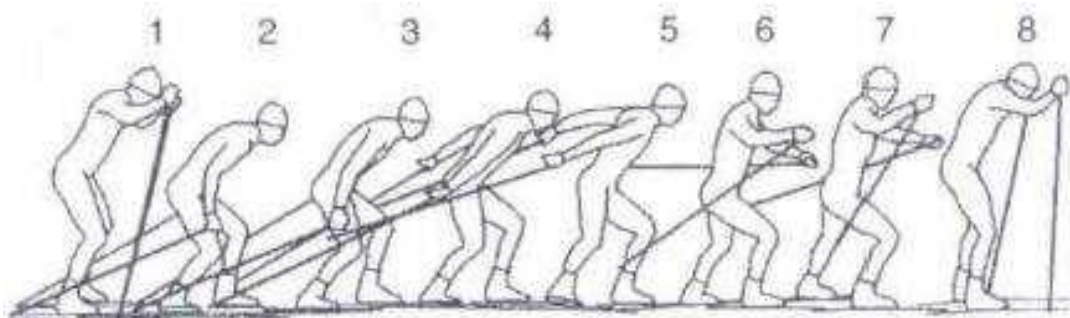
KUVA 2. Yksivaiheinen luisteluhiihtotekniikka eli ”Wassberg” kuvasarjana (Nilsson ym. 2004).



### 2.2.3 Kaksivaiheinen luisteluhiihto eli ”Mogren”

Mogrenissa sauvatyöntö tehdään perusluistelun tapaan vain toiselle potkulle. Perusluistelusta se eroaa paitsi rauhallisemman temponsa ja pidempien voimantuottoaikojensa osalta myös siinä, että mogrenissa sauvatyöntö lähtee jo liu’ussa olevaan sukseen ja suksikulma on paljon kuokkaa kapeampi. Suksi tuodaan mogrenissa aina mahdollisimman keskelle ja työntö lähtee samalla periaatteella kuin wassbergissa. Hieman rauhallisemman temponsa ansiosta työntö voidaan tehdä pidemmälle kuin wassbergissa ja vatsalihaksia voidaan käyttää tehokkaammin avuksi. Työnnöttömälle potkupuolelle liu’uttaessa sukki viedään mahdollisimman lähellä keskilinjaa, noustaan lantiosta hieman ylös ja sen jälkeen laskeudutaan uudelleen potkuun. Jos hiihtäjä saa vartalon nostamisella ja pudottautumisella hiihtoon lisää elastisuutta, se parantaa huomattavasti suorituksen taloudellisuutta. (Roponen 2002; Rusko 2003.)

Mogren-luisteluhiihtotekniikan vaiheet näkyvät kuvassa 3. Lantiosta alkavan työntön aikana paino siirretään kunnolla sukseen päälle ja potkun aikana ylävartalo viedään eteen. Tehokas potku tehdään myös työnnöttömälle puolelle. Paino siirtyy työntöpuolen sukselle ja vartalo nousee ylös seuraavaa potkua ja työntöä varten. Tasatyönnönomainen, suoraan suuntautuva työntö ja potku alkavat. Ylävartaloa ja vatsalihaksia käytetään tehokkaasti avuksi. Työntö tehdään loppuun asti ja se viedään hieman pidemmälle kuin wassbergissa. Työnnöttömän puolen vapaan liukuvaiheen aikana lantio nousee eteen ylös tehokasta potkua varten. Vartalon nosto ylös ja pudottautuminen tehostavat potkua. Yhden syklin pituus nopeissa olosuhteissa on noin 1.5 sekuntia. (Roponen 2002; Rusko 2003.)



KUVA 3. Kaksivaiheinen luisteluhiihtotekniikka eli ”Mogren” kuvasarjana (Nilsson ym. 2004).

### 3 FYSIOLOGISET ILMIÖT AMPUMAHIIHDOSSA

Ampumahiihdossa, kuten maastohiihdossakin, maksimaalinen aerobinen hapenottokyky ( $VO_{2max}$ ), riittävät energiavarastot, oksidatiivisten lihasfiibereiden jakauma ja oksidatiivisten entsyymien aktiivisuus lihaksissa sekä aerobinen ja anaerobinen kynnys ovat suorassa yhteydessä menestykseen. Korkea harjoittuneisuus suurentaa maksimihapenottoa, hapenottokykyä laktaattikynnyksellä ja suhteellista sydäntilavuutta. Vaikka hiihto on pääasiallisesti aerobinen urheilulaji, edellytetään esimerkiksi jyrkissä ylämäissä myös korkeaa anaerobista voimantuottokykyä (Baumgartl 1990; Mahood ym. 2001). Tärkeää on myös liikkumisen taloudellisuus eli energiankulutus, joka tarvitaan tietyn matkan liikkumiseen. Yleisesti luisteluhiihto tasaisessa maastossa on noin 10–20 % taloudellisempaa kuin perinteinen hiihtotyylilukuunottamatta hitaita hiihtonopeuksia. (Millet ym. 2003.)

#### 3.1 Fysiologinen näkökanta luisteluhiihtoon

$VO_{2max}$  on yksi tärkeimmistä tekijöistä hiihtäjän menestymisessä: se asettaa urheilijan hapelliselle energiantuotannolle ylärajan ja siten määrittää missä määrin maksimihapenotto ja anaerobinen kynnys voivat kehittyä harjoituksen avulla (Mahood ym. 2001). Hiihdossa energiankulutus tapahtuu 85–100 -prosenttisesti aerobisesti ja siten on tyypillistä, että hiihtäjien lihaksilla on korkea oksidatiivinen kapasiteetti. Kansainvälisten huippuhiihtäjien maksimihapenottoarvot ovat normaalisti noin 75–90 ml/kg/min. Naisilla hapenotto on noin 10 ml/kg/min miehiä matalampi. Hiihtäjien anaerobinen kynnys on myös huomattavan korkealla, noin 80–92 % maksimista, ja kilpailusykkeen on todettu liikkuvan myös tällä tasolla maksimiin nähden. Kilpailunopeuksissa hapenkulutus on keskimäärin 91 %  $VO_{2max}$ :sta (81–97 %) ja veren laktaatti 10.6 mmol/l (7.1–18.1 mmol/l). (Hoffman & Clifford 1992; Mygind ym. 1994.) Monet tutkijat ovat laskeneet, että hapenkulutuksen ilmaiseminen muodossa ml/min/kg<sup>-2/3</sup> ennustaisi paremmin hiihtäjien suoritusta kuin perinteinen ml/kg/min, koska se ottaa paremmin huomioon sukupuolten väliset massaerot (Rundell 1995; Rundell & Bacharach 1995; Wisløff & Helgerud 1998; Mahood ym. 2001).

On esitetty, että hiihdossa maastosta ja tekniikasta riippuen yli 50 % eteenpäin suuntautuvasta työntövoimasta tuotetaan ylävartalolla (Mahood ym. 2001). Pienemmästä lihasmassasta johtuen ylävartalo saavuttaa laktaattikynnyksen merkittävästi matalammalla hapenkulutuksella ja sykkeellä kuin alavartalo (Rundell & Bacharach 1995; Wisløff & Helgerud 1998). Niinpä suuri ylä- ja alavartalon voimasuhde on vaatimus menestykselle hiihdossa, ja erityisesti kilpahiihtäjistä nuorten ja naisten tulisi keskittyä ylävartalon voiman kehittämiseen. Onkin todettu, että hiihtäjät joiden ylävartalon anaerobinen kynnys on lähellä juokсутestien kynnystä voivat olla etulyöntiasemassa kilpailuissa. (Rundell & Bacharach 1995; Mahood ym. 2001.)

Suurin osa maastohiihdon taloudellisuuteen, aineenvaihduntaan ja eri hiihtotekniikoihin liittyvistä tutkimuksista on tehty laboratorio-olosuhteissa rullasuksilla. Nämä tutkimukset eivät kuitenkaan ole aivan suoraan verrattavissa kilpailuolosuhteisiin lumella, koska kitkavoimat, tasapainovaihtelut ja ylä-/alavartalon voimantuottosuhteet voivat olla huomattavasti erilaiset. Rullasuksitestien on kuitenkin todettu olevan hyvin yhteydessä lumella saatuihin tuloksiin. On vaikeampaa toteuttaa hiihdon kenttätutkimuksia lumella, koska lumen lämpötila, ilmankosteus ja suksivoiteet vaikuttavat kitkavoimiin, ja niitä on vaikea kontrolloida. (Hoffman & Clifford 1990; Rundell 1995; Mahood ym. 2001; Millet ym. 2003.) Rullahiihto- tai ylävartaloergometrin avulla voidaan analysoida hiihtosuoritusta paremmin kuin pelkän juoksumattotestin avulla, koska juostessa ei käytetä ylävartaloa voimanlähteenä. Näin ollen laboratoriotesteissä suoritettavat lajispesifit ergometritestit ennustavat kilpailussa menestymisen paremmin kuin juokсутestit. (Baumgartl 1990; Rundell 1995; Wisløff & Helgerud 1998; Mahood ym. 2001.)

Millet ym. (2003) ovat tutkineet energiankulutusta eri luisteluhiihtotekniikoilla lumella hiihdettäessä. Tutkimuksessa 12 mieshiihtäjää suorittivat nousevan kuorman maksimaalisen hiihtotestin, jossa määritettiin maksimaalinen luisteluhiihtonopeus, hapenkulutus ja syke. Tämän jälkeen hiihtäjät suorittivat neljä kuuden minuutin hiihtoa neljällä eri luistelutekniikalla tasaisella vauhdilla (75–80 %  $v_{peak}$ ). Maksimaalinen syke oli  $186 \pm 8$  iskua/min ja maksiminopeus  $21.5 \pm 2.1$  km/h. Energiankulutus ja syke olivat 5–9 % suurempia saavittaluistelussa kuin muissa tekniikoissa sekä wassbergissa kuin kuokassa tai mogrenissa. Tämä selittyy tehokkaammalla ylävartalon hyödyntämisellä ja suu-

remmalla massakeskipisteen liikevaihtelulla wassberg-tekniikalla. Yhteys suorituksen ja energiankulutuksen välillä oli merkitsevä mogrenissa, wassbergissa ja sauvoittaluistelussa, mutta ei kuokassa. Wassberg on kaikkein nopein hiihtotekniikka tasaisessa maastossa, mutta sen käyttöä rajoittaa sen anaerobinen luonne. Nämä tutkimustulokset korostavat ylävartalon voimantuoton ja aerobisen energiankulutuksen merkitystä eri hiihtotekniikoissa ja hiihdossa menestymisessä. Tutkimustulokset on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Syke, energiankulutus, hengitysosamäärä (RER), keuhkotuuletus, arvioitu rasittuneisuus (RPE) sekä hiihtosyklin taajuus ja pituus neljällä eri luisteluhiihtotekniikalla (mukailtu Millet ym. 2003).

	Sauvoitta	”Kuokka”	”Mogren”	”Wassberg”
<b>Syke (iskua/min)</b>	162 ± 18.0	156 ± 16.0 *	155 ± 15.0 *	160 ± 18.0 <sup>#a</sup>
<b>Energiankulutus (ml/kg/min)</b>	175 ± 19.6	161 ± 14.6 *	163 ± 15.4 *	168 ± 16.6 <sup>*#</sup>
<b>RER</b>	0.91 ± 0.09	0.88 ± 0.07 *	0.87 ± 0.07 *	0.87 ± 0.08 *
<b>Hapenkulutus (l/min)</b>	113 ± 26.4	101 ± 18.0 *	97.8 ± 20.5 *	108 ± 26.1 <sup>a</sup>
<b>RPE</b>	13.0 ± 2.2	10.8 ± 2.2 *	10.2 ± 1.7 *	10.9 ± 2.2 <sup>*a</sup>
<b>Hiihtosyklin taajuus (Hz)</b>	1.14 ± 0.1	1.27 ± 0.16 *	1.02 ± 0.12 <sup>*#</sup>	0.91 ± 0.08 <sup>*#a</sup>
<b>Hiihtosyklin pituus (m)</b>	4.2 ± 0.4	3.8 ± 0.5 *	4.7 ± 0.6 <sup>*#</sup>	5.3 ± 0.5 <sup>*#a</sup>

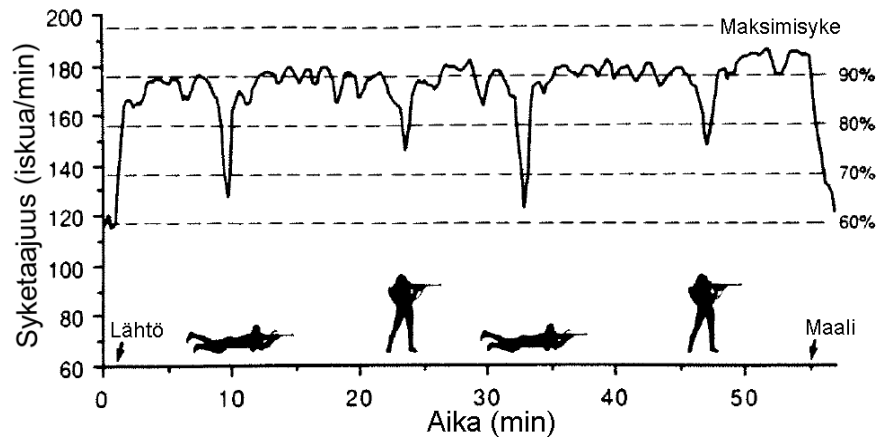
\* Merkitsevä ero sauvoittaluisteluun nähden, <sup>#</sup> Merkitsevä ero kuokka-tekniikkaan nähden, <sup>a</sup> Merkitsevä ero mogren-tekniikkaan nähden.

### 3.2 Fysiologinen näkökanta ampumahiihtoon

Ampumahiihdossa korostuu lihaskestävyyden rooli. Se on jopa hieman suurempi kuin maastohiihdossa, koska ammunta vaatii väsyneessä tilassa hyvää lihasten hallintaa aseensa vakaana pitämiseksi sekä erityisesti naisilla ja nuorilla myös aseensa paino asettaa suuremmat vaatimukset jalkojen lihaskestävyysominaisuuksille. Koska hiihdossa vaadittavat voimatasot ovat melko pieniä (20–50 % maksimivoimantuotosta), on maksimivoimaharjoittelun tarve pieni. Voimantuotto tapahtuu kuitenkin melko lyhyessä ajassa, mikä asettaa vaatimuksia hermolihaskäytölle. Tämän takia tulee hiihtäjien harjoittaa nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksia tehoharjoittelulla. (Roponen 2002; Rusko 2003, 75.) Esimerkki nuoren ampumahiihtäjän fyysisestä harjoittelusta on liitteessä 2.

Oman vaikutuksensa ampumahiihdon rasittavuuteen on antanut vuonna 1985 tehty sääntömuutos, jolloin lajissa siirryttiin perinteisestä hiihtotekniikasta vapaaseen. Tämä on lisännyt hiihtäjien energiankulutusta merkittävästi, kun huomioidaan selässä kannettava kivääri. Tämä tekniikka lisää ylävartalon liikkeitä hiihtäessä, mikä lisää suurempien potentiaali- ja liike-energian muutoksien kautta kokonaisliikemomentteja lantion seudulla. Muutos edellytti urheilijoilta kovan kestävyysharjoittelun muutosta tekniikkapainoitteisemmaksi ja näkyi aluksi alhaisempina testiarvoina urheilijoiden sydämien suhteellisissa tilavuuksissa, hapenkulutuksissa ja nopeuksissa. Hiihtotekniikan muutos vaikeutti myös hiihtäjien lajiominaisuuksien määrittämistä perinteisillä juoksutesteillä. (Frederick 1987; Baumgartl 1990; Rundell & Bacharach 1995.)

Ampumahiihdon fysiologiset vaatimukset ovat hyvin samankaltaiset kuin maastohiihdon, kun tarkastellaan vain hiihto-osuuksia. Ampumahiihdon tekee erilaiseksi hiihto-osuuksien välissä olevat ampumaosuudet, joissa vauhti pysähtyy. Hoffman & Street (1992) ovat tutkineet syketaajuusvaihteluja ampumahiihtokilpailun aikana (kuva 4). Tämän tutkimuksen mukaan ampumahiihtäjät työskentelevät noin 90 %:lla maksimisykkeestään kilpailun hiihto-osuuksilla. Lähestyttäessä ampumapaikkaa sykkeet laskevat 10–12 iskua/min viimeisen 150–250 metrin matkalla 50–60 sekunnin aikana. Tästä johtuen keskimääräinen syketaajuus ampumapaikalle saavuttaessa on 85–87 % maksimista. Ampumapaikalla syke edelleen laskee 61–73 prosenttiin maksimista, jopa noin 20 iskua/min makuuammunnan aikana. Ampumapaikalla käytetty kokonaisaika on yleensä makuulta vähän alle minuutin ja pystystä alle 50 sekuntia. Makuuammunnan aikainen suurempi sykkeen lasku johtuukin suuremmasta ajankäytöstä ja mahdollisesti horisontaalisen asennon aiheuttamasta laskimopaluun ja sydämen iskutilavuuden lisäyksestä. (Hoffman & Street 1992.) Tuoreessa tutkimuksessa ampumahiihtäjillä kului aikaa makuupaikalla  $36.3 \pm 0.4$  sekuntia ja pystypaikalla  $33.2 \pm 0.4$  sekuntia (Kreivénaité 2012). Nämä tutkimukset vastaavat Valleala ym. (2006) tutkimuksia simuloidussa rullaampumahiihtokilpailussa, jossa lisäksi ampumahiihtäjien sykkeet nousivat loppua kohden (taulukko 2).



KUVA 4. Tyypillinen syketaajuusprofiili ampumahiihdon normaalikilpailun aikana (mukailtu Hoffman & Street 1992).

TAULUKKO 2. Keskimääräiset ampuma-ajat ja sykkeet simuloidussa ampumahiihtokilpailussa (mukailtu Valleala ym. 2006).

	1. ammunta	2. ammunta	3. ammunta
<b>5 laukaukseen kulunut aika (s)</b>	13.5	13.6	13.7
<b>Kokonaisaika ampumapaikalla (s)</b>	58.3	57.3	46.2
<b>Syke ampumapaikalle tullessa (iskua/min)</b>	178	183	184
<b>Syke ampumapaikalta lähtiessä (iskua/min)</b>	143	150	158
<b>Sykkeen muutos ammunnan aikana</b>	-36	-33	-26

McNair ym. (2001) ovat tutkineet kenttätesteillä syketaajuuksia ja veren laktaattitasoja ampumahiihtokilpailun aikana. Viisi miespuolista ampumahiihtäjää osallistui kuukausittaisiin testeihin, jotka koostuivat viidestä 1.5 kilometrin lenkistä jatkuvasti kovenevalla tahdilla: ensimmäinen kierros hiihdettiin kevyttä vauhtia ja viimeinen kierros maksimaalista vauhtia. Syke, laktaatti ja aika mitattiin jokaiselta kierrokselta. Näitä tietoja käytettiin kilpailuarvojen ennustamiseksi. Kolme kuukautta kestäneen tutkimusjakson jälkeen koehenkilöt osallistuivat 12.5 kilometrin rullasuksiampumahiihtokilpailuun, joka koostui viidestä 2.5 kilometrin lenkistä, joiden välissä oli ampumaosuus. Veren laktaattipitoisuus mitattiin kilpailussa kolmannella ja neljännellä kierroksella, ja sykettä seurattiin koko kilpailun ajan. Keskilaktaatti kilpailun aikana ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi eri testiolosuhteissa ( $8.0 \pm 0.8$  mmol/l vs  $7.6 \pm 0.6$  mmol/l) eikä myöskään syketaajuus ( $183 \pm 10$  iskua/min vs  $185 \pm 7$  iskua/min), joten todettiin että tämän-tyyppiset kenttätestit kykenevät ennustamaan fyysisten parametrien arvoja kilpailuolosuhteissakin. (McNair ym. 2001.)

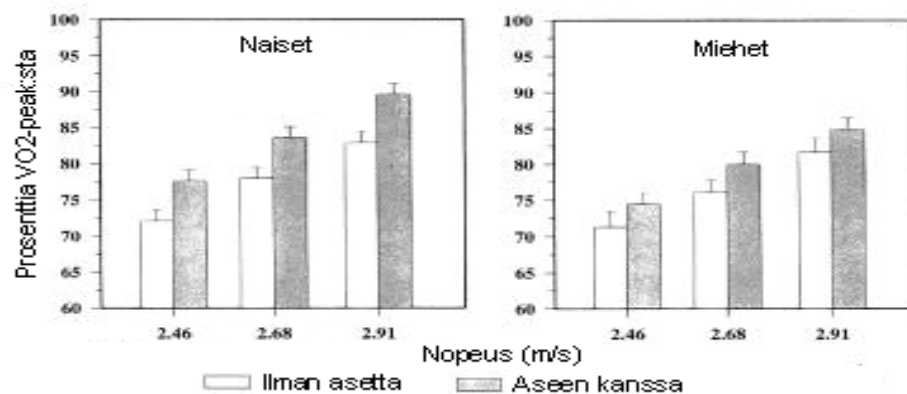
### 3.2.1 Aseen kantamisen aiheuttama energiankulutus

Kuorman kantamisen rasittavuutta on tutkittu enimmäkseen retkeily- ja armeijaolosuhteissa rinkan tai muiden vastaavien lisäpainojen kanssa. Liikkuessa vaadittu teho ja energiankulutus kasvavat systemaattisesti samalla kun kehon massa, nopeus, tason kaltevuus tai kannettavan kuorman massa kasvavat (Knapik ym. 1996; Bastien ym. 2005). On todettu, että aerobinen kapasiteetti sekä ylä- ja alavartalon voima vaikuttavat merkittävästi kuorman kantamisen taloudellisuuteen ja että henkilöt, joilla on vähemmän ihonalaista rasvaa, kykenevät kuljettamaan massaa nopeammin. Kuormaa kannettaessa vatsa- ja selkälihakset on oltava koko ajan aktiivisina, jotta liikevoimia saataisiin hallittua. (Knapik ym. 1996.) Kuorman kasvaessa myös maan reaktivoimat ja kontaktiajat kasvavat sekä askelpituus ja askeleen heilautusaika lyhenevät. Tärkeää on raajojen luonnollisen liikkeen mahdollistaminen. (Birrell & Haslam 2008.)

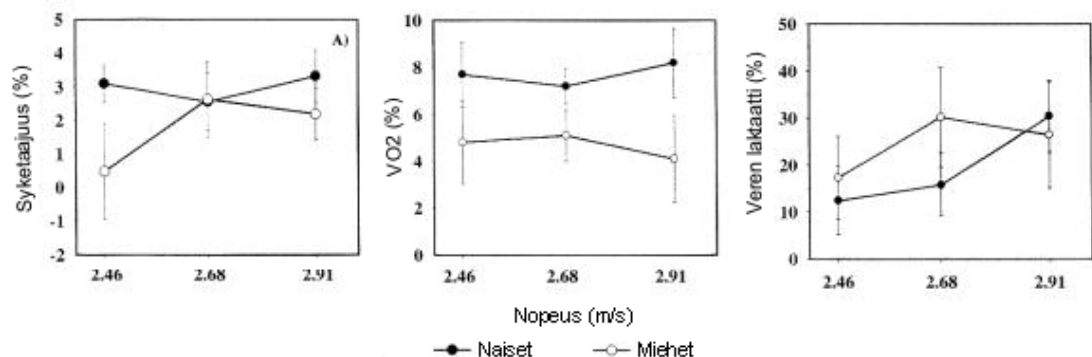
Tähän mennessä on tehty vain kaksi tutkimusta liittyen aseiden kantamisen vaikutuksiin ampumahiihdossa. Vuonna 1987 Edward C. Frederick suoritti alkuperäisen tutkimuksen ”Estimates of the Energy Cost of Rifle Carriage in Biathlon Ski Skating” selvittääkseen aseiden massasta, paikasta ja liikkeistä johtuvaa energiankulutusta hiihdettäessä tasaisessa maastossa. Vuonna 1998 Kenneth Rundell ja Leon Szmedra suorittivat jatkotutkimuksen ”Energy Cost of Rifle Carriage in Biathlon Skiing” saadakseen lisätietoa Frederickin tutkimustuloksiin. Rundellin ja Szmedran tarkoituksena oli selvittää fysiologisia eroja hiihdettäessä aseiden kanssa tai ilman asetta sekä eri sukupuolten välillä.

Frederick (1987) suoritti tutkimuksensa ampumahiihdon maailmanmestaruuskilpailuissa Lake Placidissa kuvaamalla viittä ammattilaisampumahiihtäjää ja analysoimalla aseiden liikkeitä suhteessa vartalon massakeskipisteeseen. Tulosten perusteella arvioitiin aseiden kantamisen vaativan tasaisessa maastossa noin 54 watin tehon eli 7 % kokonaisenergiankulutuksesta, josta suurin osa johtuu aseiden horisontaalisesta liikkeestä. Muodostamansa laskukaavan perusteella Frederick päätteli, että energiankulutusta ampumahiihdossa voidaan vähentää parhaiten vähentämällä aseiden massaa. Tähän tutkimukseen olisi kuitenkin tarvittu lisäksi hapenkulutusmittauksia. (Frederick 1987.)

Rundellin ja Szmedran (1998) tutkimuksessa oli koehenkilöinä 15 Amerikan parhaimmiston kuuluvaa ampumahiihtäjää. Kokeet suoritettiin tarkasti valvotuissa olosuhteissa laboratoriossa rullasuksihiihtoa varten valmistetulla ergometrilaitteistolla hapenkulutuksen mittaamiseksi. Tutkimuksissa saatujen tulosten perusteella asean kantamisen aiheuttama energiankulutus olisikin ollut korkeintaan puolet Frederickin saamasta arvosta, vaikka hiihdettäisiin kevyeen ylämäkeen. Asean kantaminen lisäsi urheilijoiden hapenkulutusta, sykettä ja veren laktaattipitoisuutta, ja yleisesti vaikutukset olivat näkyvämpiä naisilla kuin miehillä (kuva 5 ja kuva 6). Lisäksi hiihtosykli oli lyhyempi asetta kannettaessa. Rundell ja Szmedra totesivat, että suurin energiankulutus ampumahiihdossa johtuu potentiaalienergian muutoksista, kun hiihdetään normaalissa maastossa, missä 30–50 % hiihtoajasta sisältää nousemista. (Rundell & Szmedra 1998.)



KUVA 5. Asean kantamisen vaikutus hapenkulutukseen ampumahiihdossa (mukailtu Rundell & Szmedra 1998).



KUVA 6. Asean kantamisen kustannukset ilmaistuna muutosprosentteina syketaajuudesta, hapenkulutuksesta ja veren laktaatista (mukailtu Rundell & Szmedra 1998).



### 3.2.2 Taloudellisuuden parantaminen asetta kannettaessa

Kirjallisuudessa on mainittu kolme haittatekijää, joihin voidaan vaikuttaa kuormaa kannettaessa: kuorman liike ja hitausmomentti, liike-energian muutokset sekä paikallinen lihasväsymys (Knapik ym. 1996). On yleisesti todettu, että asetta pitäisi kantaa siten, että se olisi mahdollisimman symmetrisesti hiihtäjän selässä lähellä kehon painopistettä ja lantiota. Lisäksi kuormalla pitäisi olla mahdollisimman pieni hitausmomentti sen pääasiallisia akseleita kohtaan, erityisesti pysty- ja sivuttaissuunnissa. Pienten lihasryhmien yllärasittuminen ylävartalossa ja lantion alueella voi aiheuttaa paikallista kipua ja uupumusta, mikä vaikeuttaa liikkumista ja ampumista. (Frederick 1987; Rundell & Szmedra 1998.)

Ampumahiihdon energiankulutusta voidaan vähentää monin erilaisin keinoin. Aseen painoon voidaan vaikuttaa jo valmistusvaiheessa rakentamalla piippu ja ase tukki kevyistä materiaaleista. Hitausmomentti pienenee sijoittamalla ase selkään siten, että ase pyörimisakseli kulkee sen massakeskipisteen kohdalta. Horisontaalisia nopeudenmuutoksia voidaan vähentää parantamalla hiihtotekniikkaa ja sijoittamalla ase painopiste alemmas lähelle vartalon kiertoakselia. Aseen liikkeitä voidaan myös vähentää kantohihnan suunnittelun avulla. (Frederick 1987; Rundell & Szmedra 1998.) Ylävartalon paikallista lihasväsymystä voidaan ehkäistä myös ylimääräisillä lihaskuntoharjoitteilla (Knapik ym. 1996). Frederickin (1987) ja Rundell & Szmedran (1998) mukaan paras keino energiankulutuksen vähentämiseksi on ase massan pienentäminen, koska se vaikuttaa myös kaikkiin liikemuuttujiin. Toiseksi paras keino on nopeuden muutosten minimoiminen hiihtotekniikan ja ase kiinnityksen avulla.

## 4 AMMUNTASUORITUS AMPUMAHIIHDOSSA

### 4.1 Pienoiskivääriammunta suorituksena

Kivääriammunnan ammuntasuorituksessa on tietyt perusvaatimukset, jotka on aina tarkistettava: asennon on mahdollistettava aseiden vakaana pitäminen, kunnollinen tähtäys ja liipaisutapahtuma. Ampujan tärkein ominaisuus on siis liikkumattomuus ja rentous, joka näkyy tasapainossa ja aseiden vakaudessa, mutta myös tähtäys ja liipaisu ovat tärkeä osa suoritusta. Yhdenkin laukauksen ampumasuoritus on monimutkainen ja koostuu monesta erillisestä osatekijästä ja vaiheesta, jotka pitää saada toimimaan keskenään. Mikään suorituksen tekninen osatekijä ei siis yksinään määritä hyvää suoritusta. (Konttinen ym. 1998; Yli-Jaskari 2007.) Tässä tutkielmassa eri ampuma-asentoja käsitellään oikeakätisen ampujan näkökulmasta – vasenkätisellä suunnat ovat päinvastoin.

*Pito.* Aseen vakaana pitäminen on hyvän ammuntatekniikan perusedellytys. Mononen ym. (2003) ovat määrittäneet pystyammunnassa aseiden pidon pääkomponenteiksi tähtäyksen heilunta-alueen, tähtäystarkkuuden, tähtäysajan keskellä taulua ja aseiden liikkeen liipaisuhetkellä. Tutkimuksissa todettiin, että edellä mainittujen parametrien perusteella voidaan erottaa eritasoiset ampujat toisistaan ja arvioida yksittäisen ampujan suorituksia. Taitavimmilla ampujilla tähtäyksen heilunta-alue on pienin, tähtäys on keskellä taulua ja pysyy siinä pisimpään sekä aseiden liike liipaisuhetkellä on vähäisintä (Ball ym. 2003; Mononen ym. 2007). Tämä erottaa ampumahiihdon ampumasuorituksen rataammunnasta, koska ampumahiihdossa fyysinen rasittuneisuus on paljon merkittävämpää ja ammuntasuoritus täytyy suorittaa mahdollisimman nopeasti. Ampumahiihdossa aseiden pito onkin huomattavasti heikompaa kuin rataammunnassa ja tärkeää on liipaisun oikea ajoitus. Näin ollen tähtäyspiste ei ehdi olla kovin kauaa taulun keskellä, eikä sen tarvitsekaan jos ampumahiihtäjän reaktiokyky on riittävällä tasolla. Aseen ja ampujan liikkeitä ammunnan aikana on tutkimuksissa analysoitu käyttämällä apuna laserpohjaisia optoelektrisiä apuvälineitä ja videokuvausta (kuva 7). (Cholewa ym. 2005; Heller ym. 2006; Nummela ym. 2006; Sattlecker ym. 2007.)



KUVA 7. Optoelektrinen laser-lähetinvastaanotin ja videokuvauksen aseiden liikkeiden mittaamiseksi ampumasuorituksessa (Nummela ym. 2006).

*Tähtäys.* Tähtäys on yksi peruselementti ammunnessa. Tärkein tekijä on ampujan oma silmä ja sen sijoittuminen tähtäimien taakse sekä ampujan kyky havaita virheitä tähtäyksessä. Silmän ja takatähtäimen iirikset määrittävät, kuinka paljon valoa pääsee silmään ja vaikuttavat siten tähtäyskuvan tarkkuuteen. Tähtäysaika ei saisi ylittää kahdeksaa sekuntia, koska sen jälkeen kuva silmässä alkaa hämärtyä. Pään asento aseeseen poskituen päällä on perusedellytys tähtämiselle. Tämä tarkoittaa, että poskiluun on levittävä mukavasti poskipakalla, niskan ja kasvojen on oltava rentona ja silmän on aina katsottava suoraan takatähtäimen iiriksen keskeltä. (Reinkemeier ym. 2009, 195–197.)

*Liipaisu.* Ammunnessa hyvä liipaisu on ratkaisevaa. Siinä pyritään sormenpäällä tuottamaan tasainen ja aina samanlainen paine liipaisimen tuottamaa vastusta vastaan. Liipaisu on onnistuttava ajoittamaan oikealla hetkellä tähtäystä ja se ei saa vaikuttaa aseiden liikkeeseen. Kämmenten puristuksen on oltava tiukka aseiden vakauttamiseksi ja liipaisusormen hyvän kontaktin varmistamiseksi. Liipaisu tulee suorittaa suoraan taaksepäin tasaisesti puristamalla heilahduksien välttämiseksi. Ehkä yleisin syy epäonnistuneelle laukaukselle onkin liipaisuvirhe, joka heittää osuman ulos tähtäyskeskipisteestä juuri

laukaushetkellä. Toinen merkittävä tekninen virhe on myöhästymisen liipaisun ajoituk-  
sessa. (Nummela ym. 2006; Sattlecker ym. 2007; Reinkemeier ym. 2009, 89–92.)  
Konttinen ym. (1998) ovat havainneet, että laukaushetkellä taitavimmilla ampujilla ase  
on vakaampi, lihasaktiivisuudet pienempiä ja syke matalammalla kuin heikompi-  
tasoisilla ampujilla.

*Rekyylinhallinta.* Ruutiaseilla liipaistessa asean iskuri iskee patruunan kantaan aiheut-  
taen ruudin syttymisen. Tämän aiheuttama paine voi paeta vain piipun suuntaisesti  
lennättäen luodin kohti taulua. Voiman ja vastavoiman lain mukaisesti samansuuruinen  
voima suuntautuu yhtä aikaa myös taaksepäin (= rekyyli), ja koska vartalo vastustaa tätä  
liikettä, asean piippu nousee ylöspäin pienimmän vastuksen suuntaan. Tämä vaikuttaa  
myös luodin lentorataan niin kauan kuin se on piipussa. Suoritusta voidaan arvioida  
rekyylistä aiheutuvan asean liikkeen perusteella. Asento on riittävän vakaa ja rento vain  
jos laukaistessa piippu nousee lyhyesti ylöspäin ja palaa takaisin lähtöasemaansa.  
Tämän johdonmukaisuuden varmistamiseksi jokaisella laukauksella pitää ampuma-  
asennon olla aina samanlainen. (Reinkemeier ym. 2009, 39–42.)

#### **4.1.1 Makuuammunta**

Makuuasennossa ampumahihna, kyynärpäiden kontakti maahan ja matala painopiste  
takaavat amunnalle vakaan tuen. Makuuasennon kolme tukipistettä ovat koko ala-  
vartalo vatsasta alaspäin, vasen kyynärpää ja oikea kyynärpää. Kiväärin suunta määräy-  
tyy näiden kolmen pisteen avulla jalkoja, lantiota, kyynärpäitä tai koko vartaloa siirtä-  
mällä. Myös kehon kulma suhteessa ampumasuuntaan on tärkeä tekijä makuuammun-  
nassa. Vartalo on yleensä 10–30 asteen kulmassa ampumasuuntaan nähden (kuva 8).  
Vasen puoli jalkaterästä kämmeneen muodostaa suoran linjan ja selkäranka on suorana.  
Mitä enemmän kehoa on suoraan asean takana, sitä enemmän on massaa ottamaan  
vastaan rekyyliä. Pienen vartalokulman etuna onkin parempi rekyylinhallinta. Toisaalta  
isommalla kulmalla ammuttaessa asento tuntuu miellyttävämmältä, tukikäsi saadaan  
sijoitettua kauemmas kiväärin tukille ja hengitys on helpompaa, mikä on merkittävää  
ampumahiihdossa. (Yli-Jaskari 2007; Reinkemeier ym. 2009, 11, 15, 44.)



KUVA 8. Ampumahiihdon makuuasento takaapäin kuvattuna (Nuutinen 2012).

Makuuasennon merkittävien alueiden ovat hartiat, käsivarret, kämmenet ja pää. Aseen perän on asetettava tiukasti ja tarkasti hartiaan lähelle kaulaa, jotta rekyyli tulisi suoraan taaksepäin. Paine kohdistuu aseensa peräraudan yläosaan (Grebott & Burtheret 2007). Oikea käsivarsi lukitsee aseensa hartiaan, minkä vuoksi perän täytyy olla riittävän pitkä ja oikealla korkeudella. Aseen painovoima suuntautuu alaspäin ja sitä vastustavat oikeasta hartiaasta, tukikädestä, päästä ja liipaisukämmenestä tulevat voimat. Newtonin lakien mukaisesti voimien yhteisvaikutuksen on oltava nolla aseensa vakauttamiseksi. (Yli-Jaskari 2007; Reinkemeier ym. 2009, 17.) Tukikäsi kannattelee passiivisesti asetusta, ja sen paikka määrittää aseensa korkeuden (kuva 9). Käsi itsessään on täysin rento ja ampumahihna kannattelee aseensa painon. Käsi on suuren paineen alaisena aseensa tukin, ampumahihnan ja hihnankiinnikkeen välissä, ja kipua voidaan välttää hyvällä käden asettelulla ja nopealla ammuksella. Kiväärihinnaa asetettaessa ampujan tulee tarkistaa, ettei pulssi johdu olkavarresta hihnan kautta aseeseen. Hihnan pituus säädetään siten, että asetusta voidaan pitää varmasti ja ilman lihasjännitystä. (Reinkemeier ym. 2009, 29–30.)



KUVA 9. Ampumahiihdon makuuasento sivusta kuvattuna (Nuutinen 2012).

### 4.1.2 Pystyammunta

Pystyammunta on huomattavasti makuuammuntaa haastavampaa pienestä tukipinnasta ja korkealla olevasta painopisteestä johtuen. Asennon pääperiaatteena on, että aseennon paino lepää luuston päällä, koska liiallinen lihasaktiivisuus tekee asennosta epävakaan. (Yli-Jaskari 2007; Reinkemeier ym. 2009, 96.) Ammuttaessa ylävartalo nojaa taaksepäin ja hartiat ja lantio suuntautuvat taululle päin, jotta aseennon paino saataisiin massakeskipisteen päälle (kuva 10). Ampuma-asennon ”tukipylyvä” koostuu vasemmasta jalkaterästä, jalasta ja lantiosta sekä vasemmasta kyynärvarresta ja kämmenestä. Aseennon painopisteen tulee olla tällä linjalla. Vasen jalkaterä vaikuttaa tasapainoon, vakauteen ja asennon suuntautumiseen. Vasen jalka pysyy suunnilleen pystysuorana, ja se kantaa kehon ja aseennon painosta noin 60–90 %. Oikea jalka tukee asentoa ja ”pönkittää tukipylyvästä”, vaikka kantaakin vain 10–30 % painosta. Ampuma-asennossa vasen lanne on työnnettynä taulua kohti, minkä seurauksena lantion harjanne nousee 10–30 astetta mahdollistaen paremman kyynärpäähän asettumisen ja painekeskkipiste sijoittuu vasemmalle jalalle. (Yli-Jaskari 2007; Reinkemeier ym. 2009, 63.)

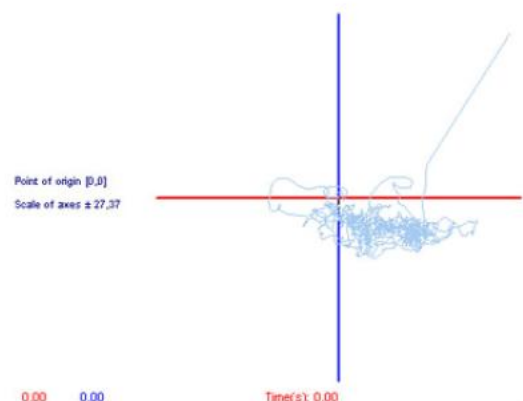
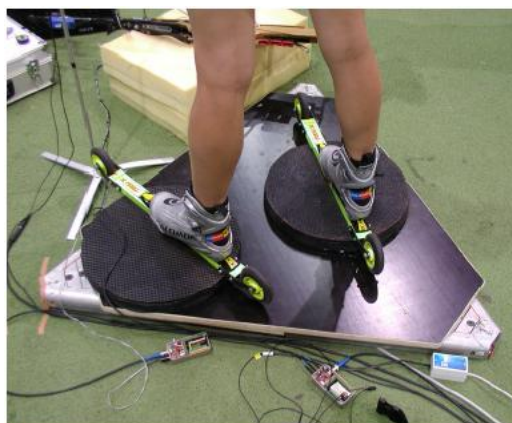


KUVA 10. Ampumahiihdon pystyasento sivusta kuvattuna (Nuutinen 2012).



Jalkojen asettelussa on päämääränä saavuttaa sopiva jalkojen etäisyys ja kulma ampu-  
masuuntaan nähden, ja siten ase- suuntautuminen taululle. Ideaalisessa tilanteessa  
jalkojen keskilinja kulkee massakeskipisteen kohdalta suoraan ase- alla. Jalkojen etäi-  
syys vaikuttaa vakauteen ja ne ovat yleensä vähintään hartioiden leveydellä. Suurem-  
malla jalkojen etäisyydellä ase- pystysuuntainen suuntautuminen on vakaampi, massa-  
keskipiste on matalampana, tähtäyslinja nousee ylöspäin ja tasapainon huojuminen  
vähenee. Siirtämällä molempia jalkoja massakeskipisteen suhteen voidaan säädellä lan-  
tion kiertymistä ja jännitystä. Siirtämällä niitä ampumalinjan suhteen vaikutetaan ase-  
horisontaaliseen suuntautumiseen, ja näin siirretään tähtäyslinjaa sivuttaissuunnassa.  
(Reinkemeier ym. 2009, 76.)

Tasapainon vaikutusta pystyammuntasuoritukseen on tutkittu voimalevyjen avulla  
(kuva 11). Asennon tasapaino on suorasti yhteydessä tarkkuuteen huojunnan kautta ja  
epäsuorasti ase- heilunnan kautta. Erityisesti ampumalinjaa vasten kohtisuorassa  
suunnassa tapahtuva (antero-posteriorinen) huojunta lisää ase- vaakasuuntaisia liik-  
keitä ja siten heikentää osumatarkkuutta. Hyvä asennon tasapaino puolestaan parantaa  
ase- pitoa ja tuloksia. Näin ollen, kun painopisteen liikkeet tapahtuvat mahdolini-  
simman pienellä alueella, on ammuntauorituskin vakaalla pohjalla. Ampumahiihdossa  
lisähaastetta tasapainolle tekee suksien päältä ampuminen. (Bozsik ym. 1994; Ball ym.  
2003; Nummela ym. 2006; Valleala ym. 2006; Mononen ym. 2007.)



KUVA 11. Tasapainomittaukset ampumahiihdon pystyammuntasuorituksessa (Nummela ym. 2006).

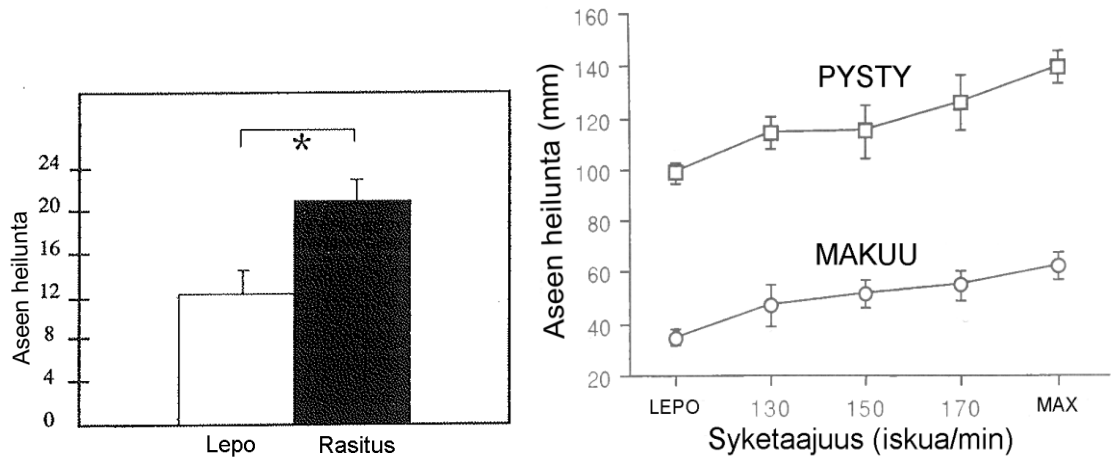
## 4.2 Ammunta rasituksen jälkeen

Ennen ampumaosuuksia hiihto-osuudet rasittavat merkittävästi verenkierto- ja hapenkuljetuselimistöä sekä neuromuskulaarisia systeemejä. Ammuntasuoritukseen vaikuttaa asennon tasapaino ja aseiden vakaus, ja fyysinen rasitus voi heikentää näitä ominaisuuksia lihasväsymyksen kautta. Tämän vuoksi ammuntasuoritusta ampumahiihdossa ei voida verrata muihin ampumalajeihin ottamatta huomioon vapaahiihdon tuottamaa rasitusta. Väsymyksestä huolimatta täytyy ampumapaikalta selvitä mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. (Bozsik ym. 1994; Valleala ym. 2006.) Esimerkki nuoren ampumahiihtäjän ammuntaharjoittelusta on liitteessä 3.

Tutkitusti fyysinen rasitus vaikuttaa tasapainoon heikentävästi liikunnassa ja urheilussa. Lepers ym. (1997) ja Nardone ym. (1997) ovat tutkineet perinteikkäimpien juoksu- ja pyöräilyrasitusten vaikutuksia tasapainoon. Käytetyt rasitukset olivat sen verran kevyitä, että muutokset tasapainossa olivat vähäisiä. Näissä tutkimuksissa todettiin, että suurimmat vaikutukset tasapainoon tapahtuvat juoksuharjoituksen jälkeen, koska silloin proprioseptiset reseptorit rasittuvat enemmän. Vaikutukset olivat kuitenkin hyvin lyhytaikaisia ja huomattavimpia vasta anaerobisen hapenottorajan yläpuolella. Sattlecker ym. (2007) tutkimuksissa ampumahiihtäjien tasapaino huononi merkitsevästi laktaattirajalla. Nämä tutkimustulokset huomioon ottaen voidaan olettaa, että ampumahiihdossakin proprioseptinen tasapainon säätely heikkenee, koska siinä tapahtuu juoksunkaltaisia iskuja jalkoihin ja suoritukset ovat anaerobisia.

Hoffman ym. (1992) ovat tehneet laajan tutkimuksen, jossa tavoitteena oli selvittää eri intensiteeteillä tehdyn rasituksen vaikutuksia ampumahiihdon ammuntasuoritukseen. Tutkimukseen osallistui 13 ammattilaisampumahiihtäjää, jotka suorittivat ammuntasuorituksen heti polkupyöräergometrirasituksen jälkeen (syke 130, 150, 170 iskua/min tai maksimaalinen taso). Molemmassa ampuma-asennoissa ase pysyi merkitsevästi vakaampana ja osumat olivat parempia lepotilassa kuin maksimaalisesti rasittuneessa tilassa (kuva 12). Rasituksen kasvaminen vaikutti kuitenkin enemmän pystyammuntaan. Oli rasitusta tai ei, niin pystyammunnassa ase heilui enemmän kuin makuuammunnassa. Pystystä tauluun kuitenkin osuttiin paremmin, mikä selittynee isommalla maalialueella.





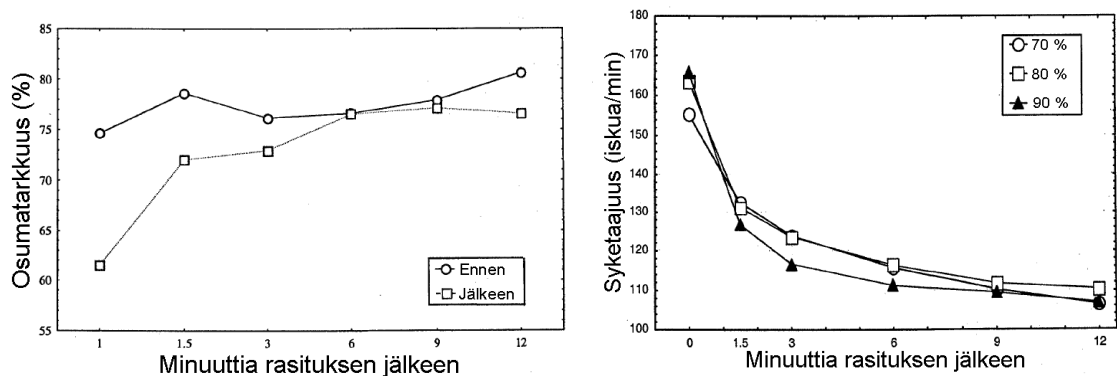
KUVA 12. Aseen heilunta ampumahiihdossa lepo- ja rasitustilassa (mukailtu Hoffman ym. 1992; Gros Lambert ym. 1999).

Edellä mainitussa tutkimuksessa rasitus ei näyttänyt vaikuttavan paljoakaan makuuammuntaan. Sen sijaan hiihdon intensiteetti ja ylävartalon väsymys ennen pystyammuntaa vaikutti merkittävästi ampumahiitäjien suoritukseen ampumapaikalla. Asennon vakaus on luonnollisesti ampumamenestyksen määrittävä tekijä ja vaikuttaa sitä kautta merkittävästi sijoitukseen kilpailussa. Näin ollen todettiin, että kilpailijoiden olisi syytä hidastaa hiihtoaan ennen pystyammuntaosuutta, mutta makuuosuudelle sillä ei ole niin paljoa merkitystä. Vaikuttaisi siltä, että paras keino loppuajan parantamiseksi on yrittää minimoida ampumapaikalle tullessa menetetty aika, eli toisin sanoen välttää aina turhaa hidastelua. (Hoffman ym. 1992.)

Gros Lambert ym. (1999) ovat tutkineet ja kehittäneet kolmea erilaista ampumahiitäjien ampumataitotestiä. Tutkimuksessa 12 ammattilaisampumahiitäjää suoritti ampumatesstit, joissa mitattiin reaktioaikoja ja aseiden liikkeitä makuu- ja pystyammunnassa. Nämä kolme erilaista testiä tehtiin sekä lepotilassa, että kilpailuvauhdilla (90 %  $HR_{max}$ ) hiihdetyin 2.1 km pituisen rullasuhiihdon jälkeen rasituksen vaikutusten arvioimiseksi. Rasittuneessa tilassa molemmissa ampumajennoissa reaktioaika oli vähän lyhyempi. Makuuammunnassa osumatarkkuuteen vaikutti eniten reaktioaika, kun taas pystyammunnassa merkittävin tekijä oli aseiden heilunta, mikä antaa tukea Hoffman ym. (1992) tutkimustuloksille.

Ampumahiihdossa tärkeää on sopeuttaa ammunta sykkeeseen. Tämä pätee niin yleiseen syketaajuuteen kuin sykevälivaihteluunkin. Ampumapaikalla hiihtosuorituksesta palautuessa syketaajuus laskee jokaisella uloshengityksellä. Tällöin todennäköisyys suorittaa laukaus sykkeen diastolisessa vaiheessa kasvaa. (Augustin & Moravec 2002.) Toisaalta käytännöstä tiedetään, että jos syke laskee ampumapaikalla liikaa, voivat voimakkaat pulssit erottua selkeämmin toisistaan ja siten lisätä aseiden liikkeitä. Myös Helin ym. (1987), Konttinen ym. (1998) ja Mets ym. (2007) ovat todenneet rata-ammunnassa, että parhaissa suorituksissa ennen laukausta lihasaktiivisuudet ovat pienimpiä, syke laskee eniten ja laukaus onnistutetaan useimmiten suorittamaan systolisten vaiheiden välissä, jolloin ampuja on fysiologisesti rennoimmillaan.

Ito ym. (2000) ovat tutkineet erilaisten rasitusten vaikutusta ampumatarkkuuteen varusmiehillä. Yhdeksän miestä ja kolme naista osallistui tutkimukseen, jossa tehtiin kaksi erilaista rasitusta väsymykseen asti: ensimmäinen marssien rinkan kanssa (23.3 kg, 35.2 kg tai 48.8 kg) ja toinen juoksemalla juoksumatolla (70 %, 80 % tai 90 %  $VO_{2max}$ ). Ennen ja jälkeen rasituksen suoritettiin ampumatesti rynnäkkökiväärisimulaattorilla. Kuorman kantamisella ja juoksulla oli merkitsevä vaikutus ammuntasuoritukseen välittömästi rasituksen jälkeen ja osumatarkkuus oli sitä huonompi, mitä kovempi rasitus oli. Ampumatarkkuus palasi normaalitasolle 1.5–3.0 minuuttia rasituksen jälkeen ja syke laski 90 %  $VO_{2max}$ -testin jälkeen 1.5 minuutin aikana 24 % (kuva 13). Tämä palautumisaika ei aivan riitä ampumahiihtosuorituksessa, mutta nämä tutkimustulokset antavat hyvän esimerkin rasituksen jälkeisestä palautumisaikaisesta ammuntasuorituksesta.



KUVA 13. Osumatarkkuuden ja sykkeen palautuminen rasituksen jälkeen (mukailtu Ito ym. 2000).

## 5 POHDINTA

Ampumahiihto on vaativa talviurheilulaji, jossa yhdistyy vapaan hiihtotavan fyysinen rasittavuus ja kivääriammunnan tarkkuutta vaativa suoritus. Maastohiihdon fysiologisia ominaisuuksia on kirjallisuudessa selvitetty tarkasti. Siinä tärkeimmät kilpailusuorituksen vaikuttavat fysiologiset tekijät ovat korkea maksimaalinen hapenottokyky, lihasten oksidatiivinen kapasiteetti ja korkea anaerobinen kynnyks (Mahood ym. 2001). On helppoa yhdistää nämä ominaisuudet myös ampumahiihtoon, vaikkakaan ne eivät täysin riitä täyttämään lajin vaatimuksia. Ampumahiihdossa ampumaosuudet ja aseentaminen selässä hiihdon aikana lisäävät sykevaihteluita ja energiankulutusta huomattavasti tavalliseen maastohiihtoon verrattuna (Rundell & Szmedra 1998). Ampumaosuuksilla ampumahiihtäjän täytyy pystyä hallitsemaan kehonsa rasittuneisuudesta huolimatta ja osua tauluihin mahdollisimman nopeasti. Lajin monipuolisuus tekee siitä mielenkiintoisen, mutta toisaalta sen tutkimisesta haastavaa.

### 5.1 Hiihto ampumahiihdossa

Ampumahiihdon säännöissä siirtyminen perinteisestä hiihtotekniikasta vapaan hiihtotekniikkaan on lisännyt lajin nopeutta ja siten yleisöviehättävyyttä. Tämä muutos on kuitenkin myös lisännyt ampumahiihdon fyysistä rasittavuutta, kun nopeuden vaihtelutkin ovat suurempia. Eri luisteluhiihtotekniikoita vaihdellaan maaston mukaan: yleisin tekniikka on tasaisella hiihdettävä yksivaiheinen wassberg ja toiseksi yleisin loivissa alamäissä hiihdettävä kaksivaiheinen mogren. Kuokkaa käytetään yleensä vain jyrkissä ylämäissä. Eri tekniikoita vaihtelemalla voidaan vaikuttaa ylävartalon rasittavuuteen ja laktaatin kertymiseen elimistössä. Wassbergissa ja mogrenissa hiihdon taloudellisuuteen vaikuttaa merkittävästi myös hiihtäjän tekninen taitavuus ja venymis-lyhenemissyklin hyödyntäminen. (Millet ym. 2003.) Maastosta ja tekniikasta riippuen yli 50 % eteenpäin suuntautuvasta työntövoimasta tuotetaan ylävartalolla, mikä vaikuttaa merkittävästi rasittavuuteen erityisesti wassberg-tekniikalla hiihdettäessä (Mahood ym. 2001).

Hapenkuljetuksen parantaminen kudoksissa parantaa fyysistä suorituskykyä kestävyyslajeissa. Näitä positiivisesti vaikuttavia tekijöitä ovat veren punasolujen tilavuus ja määrä, hemoglobiini ja hematokriitti. Manfredinin ym. (2009) tutkimuksissa ampumahiihtäjien keskimääräinen punasolujen tilavuus oli  $5.0 \pm 0.3 \cdot 10^3/\mu\text{L}$  ( $1.0 \pm 0.3 \%$  veren tilavuudesta), hemoglobiini  $15.7 \pm 0.7 \text{ g/dL}$  ja hematokriitti  $45.8 \pm 2.0 \%$ . Vaikka nämä arvot ovatkin hieman korkeampia kansainvälisen tason ampumahiihtäjillä kuin kansallisen tason, ei näillä tekijöillä ole löydetty tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ampumahiihdossa menestymisen kanssa. Näyttäisi siltä, että ampumahiihdossa erityisen tärkeää on vain saada hapenottokyky ja ylävartalon voimakestävyys riittävälle tasolle vastamaan teholajin vaatimuksia. Tärkeää on myös nopea palautuminen ampumapaikoilla.

Ampumahiihdon erottaa maastohiihdosta hiihto-osuuksien välissä olevat ampumasuudet, joissa vauhti pysähtyy. Siten ampumahiihto on vielä enemmän intervallilaji, jossa anaerobiset vaiheet toistuvat. Kolme tai viisi korkean intensiteetin hiihto-osuutta kestää 6–11 minuuttia kilpailumatkasta riippuen, ja välissä oleva ”lepojako” ampumasuuksilla kestää 1–2 minuuttia. Ampumapaikalta poistuttaessa tapahtuu lisäksi pitkittetty kiihdytysvaihe. Kilpailusuorituksen aikana syketaajuus laskeekin hiihto-osuuksien 90 %:sta noin 60 %:iin ampumapaikoilla. (Hoffman & Street 1992; Manfredini ym. 2009.) Nämä erikoisominaisuudet tekevät tästä lajista anaerobisesti haastavan ja aivan erilaisen kuin perinteiset kestävyysurheilulajit.

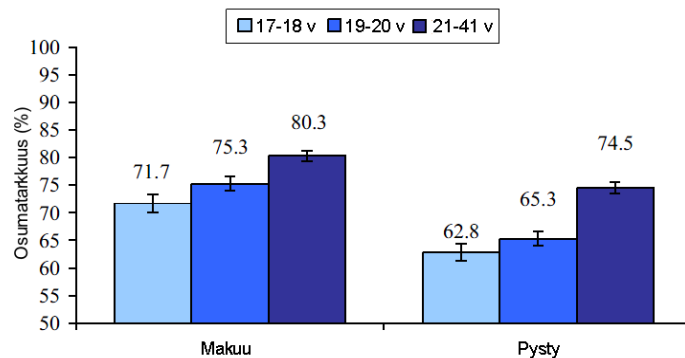
Aseen massa antaa oman lisäyksensä ampumahiihdon rasittavuuteen. Aseen kantamisen vaikutuksiin liittyviä tutkimuksia on vähän ja ne tarvitsisivat vielä lisäselvitystä. Aiemmat tutkimukset kuorman kantamisen vaikutuksista aineenvaihduntaan on suoritettu pääasiassa kävely- ja juoksutesteillä reppujen kanssa. Hapenkulutuksen lisäykset näissä tutkimuksissa (1 % per 1 kg:n painonlisäys taakan painoon) ovat suuntaa-antavia, vaikkakin kokeet on tehty usein paljon suuremmilla painoilla kuin mitä ampumahiihdossa kannetaan (esimerkiksi 20 kilon rinka verrattuna 3.65 kilon painoiseen aseeseen). Teoriassa energiankulutuksen pitäisi olla suurempi luisteluhiihdossa kuin juoksussa, koska erot maksimi- ja mininopeuksien välillä ovat suuret hiihtosyklin aikana lisäten liike-energian vaihteluita (15–25 %:n poikkeavuus keskimääräisestä syklin nopeudesta). (Rundell & Szmedra 1998.)

*Tutkimusmenetelmät ampumahiihdon hiihdosuorituksissa.* Hiihtosuorituksia on eniten tutkittu rullasuksitesteillä, missä olosuhteet voidaan vakioida parhaiten. Nämä tutkimustulokset vastaavat melko hyvin aitoja hiihtosuorituksia, mutta todellisuudessa kuitenkin lumella hiihtäminen on paljon raskaampaa. Lumi aiheuttaa hiihtoon 10–60 Newtonin kitkavoiman, joka vastaa 20–70 % luisteluhiihdon energiankulutuksesta. Kitkaan vaikuttaa ulkoiset tekijät, kuten lumen tyyppi, ladun laatu ja suksien voitelu. Näitä tekijöitä on vaikea huomioida tutkimusolosuhteissa. (Rundell 1995; Millet ym. 2002.) Tulevaisuuden tutkimuksissa pitäisi suorittaa kolmiulotteinen analyysi kaikista ampumahiihtäjiin vaikuttavista voimista ja yhdistää se aineenvaihdunnallisiin mittauksiin, kun hiihdetään aseensa kanssa erilaisissa maastoissa erilaisilla luisteluhiihtotekniikoilla. Aseensa kantamista kehittämällä voidaan saavuttaa pienempiä kokonaismomenteja lantion alueella ja sitä kautta vähentää aseensa aiheuttamaa energiankulutusta, heikentynyttä liikettä ja paikallista lihasväsymystä. Parannus hiihdon taloudellisuudessa voidaan tulkita hiihtonopeuden parantamiseksi ilman ylimääräistä energiankulutusta. Esimerkiksi yhden prosentin parannus taloudellisuudessa on jo merkittävä, kun ajatellaan miten pienillä eroilla kilpailuja yleensä voitetaan. (Rundell & Szmedra 1998.)

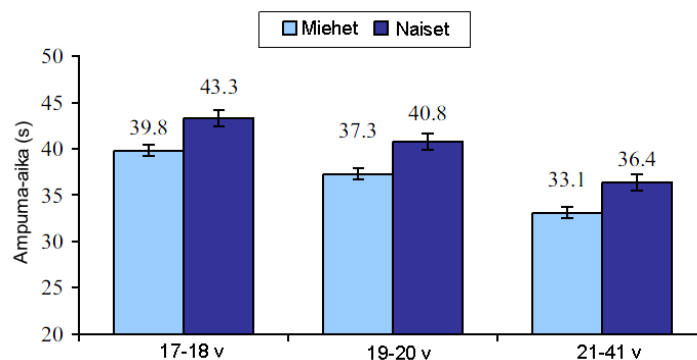
## **5.2 Ammunta ampumahiihdossa**

Rata-ammunnassa rasittamattomaan ammuntauoritukseseen vaikuttavista tekijöistä on saatu aiemmissa tutkimuksissa kattava kokonaiskuva. Keskeisiä tekijöitä ovat vakaa tasapaino ja aseensa pito sekä huolellinen tähtäys ja liipaisu (Konttinen ym. 1998; Ball ym. 2003; Mononen ym. 2007). Laukauksen strategia on kuitenkin erilainen ampumahiihdossa kuin tarkkuusammunnassa. Rata-ampujat pyrkivät laukaushetkellä hallitsemaan vartalon ja aseensa liikkeitä täydellisesti, kun ampumahiihtäjät taas käyttävät laukauksessa reaktiokykyyn perustuvaa ajoitusstrategiaa (coincidence-anticipation strategy). Raskas fyysinen rasitus heikentää kehonhallintaa ja visuaalista reaktioaikaa ampumahiihdossa. Makuuammunnassa vaaditaan erottelukykyä tähtäyksessä ja tarkkaa motorista kontrollia laukaisuhetkellä, kun pystyammunnassa taas ampuja-asesysteemin vakaus on keskeistä. Tästä johtuen hiihtorasitus vaikuttaa enemmän pystyammuntaan, koska silloin ampuma-asennon hallinta heikkenee. (Hoffman ym. 1992; Gros Lambert ym. 1999.)

Cholewa ym. (2004, 2005) ovat tutkineet ampumahiihdossa hiihto-osuuksien ja ampu-  
maosuuksien suhteellisia merkityksiä lopullisen sijoituksen kannalta eri kilpailumat-  
koilla. 2000-luvulla ampumahiihtäjien ampumatulokset ovat huonontuneet. Tämä ker-  
too harjoittelun painotusten siirtymisestä hiihdon puolelle, mikä onkin merkittävin  
menestykseen vaikuttava tekijä erityisesti lyhyillä matkoilla, joissa korkea tehontuotto  
on tärkeää. Kreivénaité (2012) on tutkinut eri-ikäisten ampumahiihtäjien ammuntasuo-  
rituksia lajin maailmanmestaruuskilpailuissa. Tutkimuksissa ampumahiihtäjien osuma-  
tarkkuus makuulta oli merkitsevästi parempi kuin pystystä, ja osumatarkkuus parani  
urheilijoiden iän (= kokemuksen/taidon) kasvaessa (kuva 14). Naiset käyttivät ampuma-  
paikalla enemmän aikaa kuin miehet, samoin kuin nuoremmat verrattuna vanhempiin  
ampumahiihtäjiin (kuva 15). Kilpailuissa menestyneimmät ampumahiihtäjät ampuivat  
tarkimmin ja nopeimmin, mikä korostaa ampumatarkkuuden ja -nopeuden merkitystä  
modernissa ampumahiihdossa, toisin kuin Cholewa ym. (2004, 2005) totesivat.



KUVA 14. Osumatarkkuus ampumahiihdossa eri-ikäisillä ampumahiihtäjillä (mukailtu Kreivénaité 2012).



KUVA 15. Ampuma-aika ampumahiihdossa eri-ikäisillä miehillä ja naisilla (mukailtu Kreivénaité 2012).

Kun ampumahiihdossa hiihto-osuudet ovat fyysisesti rasittavia, ovat ampumaosuudet sitä vastoin henkisesti vaativia. Ampuessa kilpailijan ei pitäisi keskittyä osumiin, vaan itse toimintaan ja tuntemuksiin. Varsinkin rasiituksen jälkeen ammunntasuorituksessa on tärkeää pystyä rentouttamaan lihakset, laskemaan hengitystaajuutta ja sykettä sekä hallitsemaan tasapainoa. Monilla ampumahiihtäjillä on ampumapaikoilla vaikeuksia keskittyä varsinkin ensimmäisiin ja viimeisiin laukauksiin. Erityisesti näissä vaiheissa ammunntaa voi keskittyminen karata rennosta laukauksen suorittamisesta. Virheitä voi myös aiheuttaa epäsäännöllinen ampumarytmi ja liian pitkä valmistautuminen ampumapaikalla. (Augustin & Moravec 2002.)

Groslambert ym. (2003) ja Laaksonen ym. (2011) ovat tutkineet mahdollisuutta parantaa ampumahiihdon ammunntasuoritusta mielikuvaharjoituksilla. Tutkimuksissa käytettiin ohjattuja ammunnta- ja mielikuvaharjoitteita kehonhallinnan ja lihasten rentouttamisen opettamiseksi 6 ja 10 viikon tutkimusjaksojen aikana. Näiden tutkimusten mukaan yhdistetty ammunnta- ja mielikuvaharjoittelu voi parantaa pystyammunntasuoritusta merkittävästi kehon ja aseiden liikkeiden hallinnan kautta. Tämä parannus ammunntasuorituksessa parantaisi kilpailuaikaa arvioiden mukaan 10 kilometrillä 35 sekuntia ja 20 kilometrillä 70 sekuntia (Groslambert ym. 2003). Tämä olisi merkittävä parannus, kun yleensä parhaiden ampumahiihtäjien ajoissa on eroa vain muutamia sekunteja.

*Tutkimusmenetelmät ampumahiihdon ammunntasuorituksissa.* Ampumahiihdossa ampumaosuuksilla menestyminen mitataan alas ammuttujen taulujen lukumäärällä. Tätä lajinomaista ampumataidon mittaria ovat tutkimuksissaan käyttäneet Ito ym. (2000), Cholewa ym. (2004) ja Kreivénaité (2012). Sitä ei ole näissä tutkimuksissa voitu arvioida, mihin kohtaan taulua on osuttu tai kuinka paljon ase on liikkunut tähtäyksen aikana. Tieteellisiin tarkoituksiin tämä on siis erittäin epäinformatiivinen keino mitata ammunntasuoritusta. Parempia menetelmiä ammunntasuorituksen arvioimiseen ovat optoelektriset laitteet ja videokuvaus aseiden liikkeiden mittaamisessa sekä voimalevyt tasapainon mittaamisessa. Näitä menetelmiä on kuitenkin vaikeampi käyttää kilpailunomaisissa mittauksissa ulkona. Tärkeätä olisi siis erottaa kilpailunomaiset ja tieteellisemmät menetelmät eri tutkimustarkoituksissa. (Hoffman ym. 1992; Bozsik ym. 1994; Ball ym. 2003; Heller ym. 2006.)

### 5.3 Johtopäätökset

Kuten maastohiihdossakin, ampumahiihdossa merkittäviä ominaisuuksia hiihtosuuksilla ovat maksimaalinen hapenottokyky, oksidatiivisten lihassolujen osuus sekä aerobinen ja anaerobinen kynnys. Luisteluhiihtotekniikasta, aseiden kantamisesta ja ampumaosuuksista johtuen tässä lajissa lisäksi korostuvat urheilijan taloudellinen hiihtotekniikka, ylävartalon kestävyysvoima ja anaerobinen kestävyys. Ampumahiihdossa urheilijan fyysisen suorituskyvyn merkitys korostuu lyhyimmillä kilpailumatkoilla, joissa on vain kaksi ampumaosuutta. Hiihtosuorituksen parantamiseksi ampumahiitäjille suositellaan aseiden massan ja liikkeiden minimoimista sekä ylävartalon voimaharjoittelua.

Kuten rata-ammunnassakin, ampumahiihdossa merkittäviä ominaisuuksia ampumaosuuksilla ovat asennon rentous, tasapaino, tähtäys ja liipaisu. Koska fyysinen rasitus vaikuttaa tasapainoon ja kehonhallintaan varsinkin pystyammunnassa, tässä lajissa lisäksi korostuvat urheilijan vauhdinjako- ja laukaisutaktiikka. Ampumahiihdossa urheilijan ampumatarkkuuden merkitys korostuu pisimmillä kilpailumatkoilla, joissa on neljä ampumaosuutta. Ammuntasuorituksen parantamiseksi ampumahiitäjille suositellaan ampuma-asennosta riippumatta lihasten rentouttamista ampumapaikalla ja ammunnan oikeanlaista rytmittämistä, mutta hiihtonopeutta on syytä hiljentää merkittävästi ainoastaan ennen pystyammuntaosuuksia. Loppujen lopuksi ampumahiihdossa menestyminen on nopean hiihdon ja ampumapaikkatoiminnan sekä osumatarkkuuden yhteistulos.



## 6 LÄHTEET

- Augustin, M. & Moravec, R. 2002. Dependence of shooting accuracy in biathlon on parameters observed at the moment of shot. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica* 32, 7–11.
- Ball, K. A., Best, R. J. & Wrigley, T. V. 2003. Body sway, aim point fluctuation and performance in rifle shooters: inter- and intra-individual analysis. *Journal of Sports Sciences* 21, 559–566.
- Bastien, G. J., Willems, P. A., Schepens, B. & Heglund, N. C. 2005. Effect of load and speed on the energetic cost of human walking. *European Journal of Applied Physiology* 94, 76–83.
- Baumgartl, P. 1990. Treadmill ergometry and heart-volumes in elite biathletes: a longitudinal study. *International Journal of Sports Medicine* 11 (3), 223–227.
- Birrell, S. A. & Haslam, R. A. 2008. The influence of rifle carriage on the kinetics of human gait. *Ergonomics* 51 (6), 816–826.
- Bozsik, A., Bretz, K. & Kaske, R. J. 1994. Body sway in biathlon shooting. 12<sup>th</sup> International Symposium on Biomechanics in Sports, Budapest. 164–166.
- Cholewa, J., Gerasimuk, D. & Zajac, A. 2004. Trends in shooting results of elite biathletes. *Journal of Human Kinetics* 12, 155–162.
- Cholewa, J., Gerasimuk, D., Szepelawy, M. & Zajac, A. 2005. Analysis of structure of the biathlon runs. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica* 35 (1), 35–42.
- Frederick, E. C. 1987. Estimates of the energy cost of rifle carriage in biathlon ski skating. *International Journal of Sports Biomechanics* 32, 392–403.
- Grebot, C. & Butheret, A. 2007. Forces exerted on the butt plate by the shoulder of the biathlete in biathlon shooting. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering* 10, 13–14.
- Gros Lambert, A., Candau, R., Hoffman, M. D., Bardy, B. & Rouillon, J. D. 1999. Validation of simple tests of biathlon shooting ability. *International Journal of Sports Medicine* 20, 179–182.
- Gros Lambert, A., Candau, R., Grappe, F., Dugué, B. & Rouillon, J. D. 2003. Effects of

- autogenic and imagery training on the shooting performance in biathlon. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 74 (3), 337–341.
- Helin, P., Sihvonen, T. & Hänninen, O. 1987. Timing of triggering action of shooting in relation to the cardiac cycle. *British Journal of Sports Medicine* 21 (1) 33–36.
- Heller, M., Baca, A., Kornfeind, P. & Baron, R. 2006. Analysis of methods for assessing the aiming process in biathlon shooting. XXIV<sup>th</sup> International Symposium on Biomechanics in Sports 2, 817–820. Salzburg, Austria.
- Hoffman, M. D. & Clifford, P. S. 1992. Physiological aspects of competitive cross-country skiing. *Journal of Sports Science* 10, 3–27.
- Hoffman, M. D., Gilson, P. M., Westenburg, T. M. & Spencer, W. A. 1992. Biathlon shooting performance after exercise of different intensities. *International Journal of Sports Medicine* 13 (5), 270–273.
- Hoffman, M. D. & Street, G. M. 1992. Characterization of the heart rate response during biathlon. *International Journal of Sports Medicine* 13 (5), 390–394.
- International Biathlon Union - IBU. 2010. IBU event and competition rules. IBU Congress 2010, St. Petersburg, Russia.
- Ito, M. A., Sharp, M. A., Johnson, R. F., Merullo, D. J. & Mello, R. P. 2000. Rifle shooting accuracy during recovery from fatiguing exercise. 22<sup>th</sup> Army Science Conference 2000, Baltimore, Maryland.
- Knapik, J., Harman, E. & Reynolds, K. 1996. Load carriage using packs: A review of physiological, biomechanical and medical aspects. *Applied Ergonomics* 27 (3), 207–216.
- Konttinen, N., Lyytinen, H. & Viitasalo, J. T. 1998. Rifle-balancing in precision shooting: Behavioral aspects and psychophysiological implication. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 8, 78–83.
- Kreivėnaitė, L. 2012. Shooting parameters of biathletes in various age groups on 2011–2012 World Championships. *Sports* 3 (86), 69–74.
- Laaksonen, M. S., Ainegren, M. & Lisspers, J. 2011. Evidence of improved shooting precision in biathlon after 10 weeks of combined relaxation and specific shooting training. *Cognitive Behaviour Therapy* 40 (4), 237–250.
- Lepers, R., Bigard, A. X., Diard, J-P., Gouteyron, J-F. & Guezennec, C. Y. 1997. Posture control after prolonged exercise. *European Journal of Applied Physiology*

76, 55–61.

- Mahood, V.M., Kenefick, R. W., Kertzer, R. & Quinn, T. J. 2001. Physiological determinants of cross-country ski racing performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 33 (8), 1379–1384.
- Manfredini, F., Malagoni, A. M., Litmanen, H., Zhukovskaja, L., Jeannier, P., Dal Fosso, D., Felisatti, M., Mandini, S. & Carrabre, J. E. 2009. Blood parameters and biathlon performance. *Journal of Sports Medicine and Fitness* 49, 208–213.
- McNair, M., Vrieze, S., Bacharach, D. & Bednarski P. 2001. Predicting heart rate and blood lactate in a roller ski biathlon race using field test data. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 33(5), 11.
- Mets, T., Konttinen, N. & Lyytinen, H. 2007. Shot placement within cardiac cycle in junior elite rifle shooters. *Psychology of Sport and Exercise* 8, 169–177.
- Millet, G. P., Boissiere, D. & Candau, R. 2002. Energy cost of different skating techniques in cross-country skiing. *Journal of Sports Sciences* 21, 3–11.
- Mononen, K., Konttinen, N., Viitasalo, J. T. & Era, P. 2007. Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 17, 180–185.
- Mononen, K., Viitasalo, J. T., Era, P. & Konttinen, N. 2003. Optoelectronic measures in the analysis of running target shooting. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 13, 200–207.
- Mygind, E., Andersen, L. B. & Rasmussen, B. 1994. Blood lactate and respiratory variables in elite cross-country skiing at racing speeds. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 4 (4), 243–251.
- Nardone, A., Tarantola, J., Giordiano, A. & Schieppati, M. 1997. Fatigue effects on body balance. *Electromyography and Clinical Neurophysiology* 105, 309–320.
- Nilsson, J., Tveit, P. & Eikrehagen, O. 2004. Cross-country skiing – Effects of speed on temporal patterns in classical style and freestyle cross-country skiing. *Sports Biomechanics* 3 (1), 85–108.
- Nummela, A., Mononen, K., Hynynen, E. & Karinkanta, J., Kuutti, T., Laaksonen, M., Mikkola, J., Nuutinen, A., Roponen, T., Salonen, M., Talkkari, J., Tummavuori, M., Valleala, R. & Vääntinen, S. 2006. Lajinomaisen ammuntauorituksen ja fyysisen kunnan seurantajärjestelmän kehittäminen ampumahiihdossa 2004–2005.

Kilpa- ja huippu-urheilun julkaisusarja nro 1, Jyväskylä. Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen julkaisusarja, nro 28. Jyväskylä.

- Nuutinen, A. 2012. Valmentaja 1 -materiaali. Ammunnan perusteet. Suomen Ampumahiihtoliitto - SAhl, Finnish Biathlon Association.
- Reinkemeier, H., Bühlmann, G., Eckhardt, M., Murray, B., Bindra, A. & Hecker, M. 2009. Ways of the Rifle. MEC, Dortmund, Germany.
- Roponen, T. 2002. Valmentaja 1 -materiaali. Hiihto. Suomen Ampumahiihtoliitto - SAhl, Finnish Biathlon Association.
- Rundell, K. W. 1995. Treadmill roller ski test predicts biathlon roller ski race results of elite U.S. biathlon women. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 27 (12), 1677–1685.
- Rundell, K. W. & Bacharach, D. W. 1995. Physiological characteristics and performance of top U.S. biathletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 27, 9, 1302–1310.
- Rundell, K. W. & Szmedra, L. 1998. Energy cost of rifle carriage in biathlon skiing. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 30 (4), 570–576.
- Rusko, H. 2003. Cross-country skiing. Blackwell Science, Ltd. Oxford, UK.
- Sattlecker, G., Müller, E. & Lindinger, S. 2007. Performance determining factors in biathlon shooting. 12<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science, 98–99. Department of Sport Science and Kinesiology, University of Salzburg, Austria.
- Suomen Ampumahiihtoliitto - SAhl. 2012. Harjoitusmateriaalit. Suomen Liikunta ja Urheilu - SLU, Helsinki, Finland.
- Valleala, R., Nummela, A., Mononen, K. & Nuutinen, A. 2006. Biomechanical and physiological aspects of rifle shooting in simulated biathlon competition. XXIV<sup>th</sup> ISBS Symposium 1, 401–402. Salzburg, Austria.
- Wisløff, U. & Helgerud, J. 1998. Methods for evaluating peak oxygen uptake and anaerobic threshold in upper body of cross-country skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 30 (6), 963–970.
- Yli-Jaskari, K. 2007. Introduction to the rifle shooting positions. ISSF Training Academy – C-Course for ISSF Coaches Licence. ISSF Training Academy, München, Germany.

## LIITE 1. Ampumahiihdon kilpailulajit ja säännöt

Kilpailu- sarjat	Kilpailureitin pituus ja kilpailulaji	Lähtötyyppi ja -väli	Lenkkien määrä
<b>Miehet (M)</b>	1. 20 km Henkilökohtainen	Yksittäin, 30sek / 1min	5
	2. 10 km Pika	Yksittäin, 30sek / 1min	3
	3. 12.5 km Takaa-ajo	Takaa-ajo	5
	4. 15 km Yhteislähtö	Ryhmälähtö	5
	5. 4 x 7.5 km Viesti	Ryhmä- ja lentävä lähtö	3
<b>Naiset (N)</b>	6. 15 km Henkilökohtainen	Yksittäin, 30sek / 1min	5
	7. 7.5 km Pika	Yksittäin, 30sek / 1min	3
	8. 10 km Takaa-ajo	Takaa-ajo	5
	9. 12.5 km Yhteislähtö	Ryhmälähtö	5
	10. 4 x 6 km Viesti	Ryhmä- ja lentävä lähtö	3
<b>Miehet / Naiset</b>	11. 4 x 6 km Sekaviesti; N, N, M, M	Ryhmä- ja lentävä lähtö	3

Kilpailulaji	Ampuma-asennot ja sakot	Etäisyys ammuntojen välillä ja etäisyys lähdöstä ampumapaikalle
1.	M, P, M, P - 1 min	4 km - 4, 8, 12, 16 km
2.	M, P - 150 m	3 tai 4 km - välillä 3-7 km
3.	M, M, P, P - 150 m	2.5 km - 2.5, 5, 7.5, 10 km
4.	M, M, P, P - 150 m	3 km - 3, 6, 9, 12 km
5.	M, P; kukin kilpailija, 3 varapatruunaa - 150 m	2.5 km - 2.5 ja 5 km
6.	M, P, M, P - 1 min	3 km - 3, 6, 9, 12 km
7.	M, P - 150 m	2.5 km - 2.5 ja 5 km
8.	M, M, P, P - 150 m	2 km - 2, 4, 6, 8 km
9.	M, M, P, P - 150 m	2.5 km - 2.5, 5, 7.5, 10 km
10.	M, P; kukin kilpailija, 3 varapatruunaa - 150 m	2 km - 2 ja 4 km
11.	M, P; kukin kilpailija, 3 varapatruunaa - Sakko=Hylkäys	2 km - 2 ja 4 km

(mukailtu IBU 2010; SAhl 2012.)

## LIITE 2. Nuoren ampumahiihtäjän fyysinen harjoittelu

Harjoitusesimerkki 1, toukokuu:

**TAVOITE:** aerobisen kestävyuden kehittäminen

**MA** + Ammunta: esim. harjoitusmalli 1, kouluammunta

JK 60' PK1 + vetolaite 5 x 5' (esim. 4'30" työtä, 30" palautusta, muuten jatkuvana)

**TI** + J 75': hyvä verryttely 20', sisältää PK-VK 5' + 3 x 7' vk (VK1-VK2) / 3' palautus + loppuverryttely

**KE** + SK 2.30 PK1 + keskivartalon KP 15'

Ammunta: KH, kesto noin 20', asentoharjoittelua

- makuu 10'; ilman hihnaa + hihnan kanssa

- pysty 10'; pitoharjoitteluna 10 x 1'

**TO** - lepo

**PE** + RH (v) 90' PK1; alussa 15' tasapaino + koordinaatioharjoitteita

(yhdellä suksella, pujottelu, laskuasennot jne.) + harjoituksen keskellä TT/SL - osio,

esim. 6 x 4'/4' + JK 30'

**LA** + Sauvarinne 2.00: hyvä verryttely 30', sisältää PK-VK 5' + rinteet 60' VK (nousujohteisesti VK1 => Anaerobinen kynnys) + loppuverryttely

Iltapäivä / ilta: Ammunta: esim. harjoitusmalli 2 + huoltoharjoitus matalilla sykkeillä 60'

**SU** + Yhdistelmäharjoitus, 3.00 PK1; esim. SK 90' + RH (p) 75' + JK 15'

Ammunta: KH, kesto n. 20', asentoharjoittelua

- makuu 10'; ilman hihnaa + hihnan kanssa

- pysty 10'; pitoharjoitteluna 10 x 1'

(+ päälle peli, esim. jalkapallo / sähly)

(mukailtu SAhl 2012.)

## LIITE 3. Nuoren ampumahiihtäjän ammutaharjoittelu

### Harjoitusesimerkki 1, toukokuu:

**TAVOITE:** Kehittää perusammuntataittoa (pahvitaulut)

- kuivaharjoittelu 10 min. + kohdistus
- **MAKUU:** 10 + 10 + 10 ls
  - o laukaukset yksitellen
  - o palaute laukauksittain
- **PYSTY:** 10 + 10 + 10 ls
  - o laukaukset yksitellen
  - o palaute laukauksittain
- harjoitukseen voidaan sisällyttää yksittäisiä ampumasuorituksen osa-alueita, joita harjoitellaan; esim. laukaisu-jälkipito

### Harjoitusesimerkki 2, toukokuu:

**TAVOITE:** Kehittää lajinomaista ampumataittoa

- kuivaharjoittelu 10 min + kohdistus
- **MAKUU:** 6 x 5 ls
- **PYSTY:** 6 x 5 ls
  - o palaute jokaisesta laukauksesta
  - o suoritustekniikan hiominen; pyritään puhtaaseen laukaisuun + huolelliseen jälkipitoon lajinomaisena sarjana

### Harjoitusesimerkki 3, heinäkuu:

**TAVOITE:** Kehittää lajinomaista ampumataittoa sekä henkilökohtaisia taitoja ampumapaikkatoiminnoissa (ns. yhdistelmäharjoitus).

- **1. osio:**
  - o kuivaharjoittelu 10 min + kohdistus
  - o MAKUU 5 x 5 ls
  - o PYSTY 5 x 5 ls
  - o tavoitteena puhdas ampumatekniikka => ei liian nopeasti
- **2. osio:**
  - o ampumapaikkatoimintaa kuivaharjoitteluna 10 min
  - o MAKUU 5 x 1 ls + 1.; tauluihin 1-2., 1-3., 1-4., 1-5.
  - o PYSTY 5 x 1 ls + 1.; tauluihin 1-2., 1-3., 1-4., 1-5.
  - o palaute koko harjoituksesta laukauksittain

(mukailtu SAhl 2012.)