

**AMPUMAHIIHDON LAJIANALYYSI JA VALMENNUKSEN OHJELMOINTI  
KANSAINVÄLISELLÄ TASOLLA**

Miika Köykkä

Valmennus- ja testausoppi

LBIA028

Kevät 2016

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työnohjaajat: Antti Mero &

Marko Laaksonen

## TIIVISTELMÄ

**Köykkä, Miika.** 2016. Ampumahiihdon lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi kansainvälisellä tasolla. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, valmennus- ja testausopin valmentajaseminaarityö, 85 s.

**Lajin ominaispiirteet.** Ampumahiihdossa kilpaillaan luistelutekniikalla, jonka alalajit kuokka, wassberg ja mogren eroavat keskenään erityisesti työntöjen ja potkujen ajoituksesta sekä suksikulmasta. Ampumahiihtokilpailussa syke on kilpailumuodosta riippumatta keskimäärin yli 90 % maksimisykkeestä. Ammuntaan tullessaan kilpailijat laskevat hieman intensiteettiä, mutta tämä tapahtuu myöhemmin kuin esimerkiksi 20 vuotta sitten. Hiihtovauhti on sovitettava niin, että hyvä ammunntasuoritus on mahdollinen. Aseen kantaminen tekee hiihtämisestä raskaampaa ja korostaa jalkojen lihaskestävyyden merkitystä maastohiihtoon verrattuna. Kilpailuvauhdit ovat kasvaneet ampumahiihdossa selvästi 2000-luvulla, mihin osasyynä on luonnollisesti välineiden ja ratojen kehitys, mutta myös ymmärryksen lisääntyminen erityisesti ylävartalon voimantuoton merkityksestä hiihdossa.

**Ampumataito.** Tärkeimmät ampumahiihtoammuntaan vaikuttavat osatekijät ovat hengitystekniikka, ampumiasento, tähtäys ja liipaisu. Myös liikehallinnalla, kyvyllä reagoida nopeasti visuaaliseen ärsykkeeseen sekä psykologisilla tekijöillä on suuri merkitys. Kivääriammuntaan verrattuna suurin ero tulee fyysisen kuormituksen aiheuttamista haasteista, kuten lihaskärsyvyyden ja korkean ventilaation soveltamisesta suoritukseen. Makuun 4,5 cm halkaisijaltaan oleva osuma-alue vaatii tarkan laukauksen, kun taas pystyn suurempi (11 cm) osuma-alue tuo suoritukseen alueammuntamaisuutta. Kyky toimia automatisoitujen mallien mukaisesti mahdollistaa onnistumisen.

**Laji kansainvälisellä tasolla.** Henkilökohtaiset kilpailumatkat ovat miehillä 10–20 km ja naisilla 7,5–15 km. Miehillä suoritus kestää kilpailumuodosta riippuen 20–50 ja naisilla 17–50 minuuttia. Maailmancupin pisteille sijoittuakseen on pystyttävä suoriutumaan ammunnasta yli 90 % tarkkuudella. Naisten on pystyttävä suoriutumaan ammunnasta 32 sekunnissa makuulta ja 29 sekunnissa pystystä ja miesten vastaavasti 29 ja 25 sekunnissa. Maksimaalisen hapenottokyvyn on oltava naisilla yli 65 ml/kg/min ja miehillä yli 75 ml/kg/min. Kolmen parhaan joukkoon sijoittuakseen on oltava vielä parempi. Riittävän hiihtovauhdin saavuttaakseen on myös lajinomaisten voimantuotto-ominaisuuksien oltava kohdallaan ja niiden on tuettava hiihtotekniikkaa. Riittävät lajinomaiset voimantuotto-ominaisuudet saavuttaakseen tarvitaan myös hyvät yleisvoimatasot.

**Valmennuksen ohjelmointi.** Runsaalla matala- ja keskitehoisella kestävyysarjoittelulla luodaan perusta riittäville aerobisen perustan ja lihaksiston adaptaatioille ja maltillisella määrällä korkeatehoista harjoittelua rakennetaan fyysinen suorituskky. Riittävän maksimaalisen hiihtovauhdin saavuttamiseksi on harjoitteluun sisällytettävä myös selkeitä voima- ja nopeusharjoittelujaksoja, joiden aikana saavutettu kehitys ominaisuuksissa tulee siirtää lajinomaisilla nopeusharjoitteilla lajisuoritukseen. Ampumarjoittelu tähtää riittävään perusampumataitoon ja nopeaan sekä mahdollisimman automatisoitun ampumapaikkatyöskentelyyn.

**Asiasanat:** ampumahiihto, maastohiihto, ammunta, kestävyysarjoittelu, voimaharjoittelu, fysiologia, ravitsemus

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

1	JOHDANTO .....	1
2	AMPUMAHIIHDON FYYSISET OMINAISPIIRTEET .....	3
2.1	Ampumahiihdon hiihtotekniikat .....	4
2.1.1	Kuokka .....	5
2.1.2	Wassberg .....	7
2.1.3	Mogren .....	8
2.1.4	Sauvoittaluistelu .....	10
2.2	Ampumahiihdon fysiologia .....	10
2.2.1	Fysiologiset vaatimukset ampumahiihdossa .....	10
2.2.2	Ampumahiihdon fysiologisia erityispiirteitä.....	15
2.3	Voimantuotto-ominaisuuksien merkitys.....	17
2.4	Aseen vaikutus hiihtotekniikkaan ja voimantuottoon ampumahiihdossa.....	20
3	AMPUMATAITO AMPUMAHIIHDOSSA .....	22
3.1	Makuuammunta .....	23
3.2	Pystyammunta.....	25
3.3	Ampumahiihtoammunnan psykologiaa .....	29
4	AMPUMAHIIHTO KANSAINVÄLISELLÄ TASOLLA .....	31
4.1	Kilpailumuodot .....	31
4.2	Kansainvälinen kilpailujärjestelmä.....	33
4.3	Kansainvälisen huipputason suorituksen vaatimukset.....	35
5	VALMENNUKSEN OHJELMOINTI .....	43
5.1	Ampumahiihdon harjoittelu kansainvälisellä tasolla.....	44
5.1.1	Fyysisen harjoittelun kokonaisuus .....	44
5.1.2	Huippusuorituskyvyn ajoittaminen .....	46
5.1.3	Korkeanpaikanharjoittelu .....	48
5.1.4	Voima- ja nopeusharjoittelu .....	49
5.1.5	Ampumaharjoittelu.....	51
5.2	Palautumisen erityispiirteitä .....	54
5.3	A-maajoukkueurheilija Tuomas Grönman .....	55
5.3.1	Harjoituskausi.....	56

5.3.2 Kilpailukausi .....	61
5.3.3 Harjoittelun ja kuormittuneisuuden seuranta .....	64
6 AMPUMAHIIHTÄJÄN RAVITSEMUS.....	65
6.1 Hiilihydraatit.....	65
6.2 Proteiinit .....	66
6.3 Rasvat .....	67
6.4 Erikoisravinteet.....	67
6.5 Muita erityishuomioita.....	68
7 POHDINTA.....	70
LÄHTEET .....	73

# 1 JOHDANTO

Ampumahiihto on perinteinen sotilaslaji, joka on kehittynyt jokapäiväisistä luonnossa elämisen tarpeista, ja varhaisimmat luolamaalaukset hiihtämisestä metsästys- tai taisteluase selässä ovatkin 5000 vuoden takaa. Ensimmäinen tiedossa oleva ampumahiihtokilpailu kilpailtiin Ruotsin ja Norjan rajalla 1767 näiden maiden rajavartioiden välillä. Ampumahiihto kehittyi kuitenkin lähinnä metsästyksen ja sodankäynnin tarpeisiin aina vuoteen 1924 asti, jolloin siitä tuli Ranskan Chamonix'ssa pidettyjen ensimmäisten talviolympialaisten näytöslaji sotilaspartiohiihdon muodossa. Nykyistä lajia lähempänä olevassa ampumahiihdossa kilpailtiin ensimmäisen kerran Squaw Valleyn (Yhdysvallat) olympialaisissa vuonna 1960, ja nykyaikaisen muotonsa laji on saanut vuonna 1978, kun siirryttiin käyttämään suurikaliiperisen kiväärin sijaan pienoiskivääriä (.22-kaliiperinen). 1980-luvun alusta alkaen myös naisille on järjestetty ampumahiihtokilpailuita ja ensimmäistä kertaa naiset olivat mukana olympialaisissa Ranskan Albertvillessä 1992. (IBU 2015, 494–495).

Nykypäivän ampumahiihto on intervallinomainen kestävyyslaji, jossa luisteluhiihtoon on yhdistetty ammunta pienoiskiväärillä (IBU 2015, 13). Maailmancupin kilpailuohjelmassa olevissa kilpailumuodoissa kilpailumatkat vaihtelevat naisilla 7,5–15 kilometrin ja miehillä 10–20 kilometrin välillä, ja kilpailumuodosta riippuen ammunta tapahtuu kahdesta neljään kertaa, kerran tai kaksi sekä makuulta että pystystä (IBU 2015, 506, 526–531).

Kansainvälisenä ampumahiihdon kattojärjestönä toimii IBU (The International Biathlon Union). IBU organisoii lajin kehittämistä sekä kansainvälisten tapahtumien järjestämistä (IBU 2015, 14).

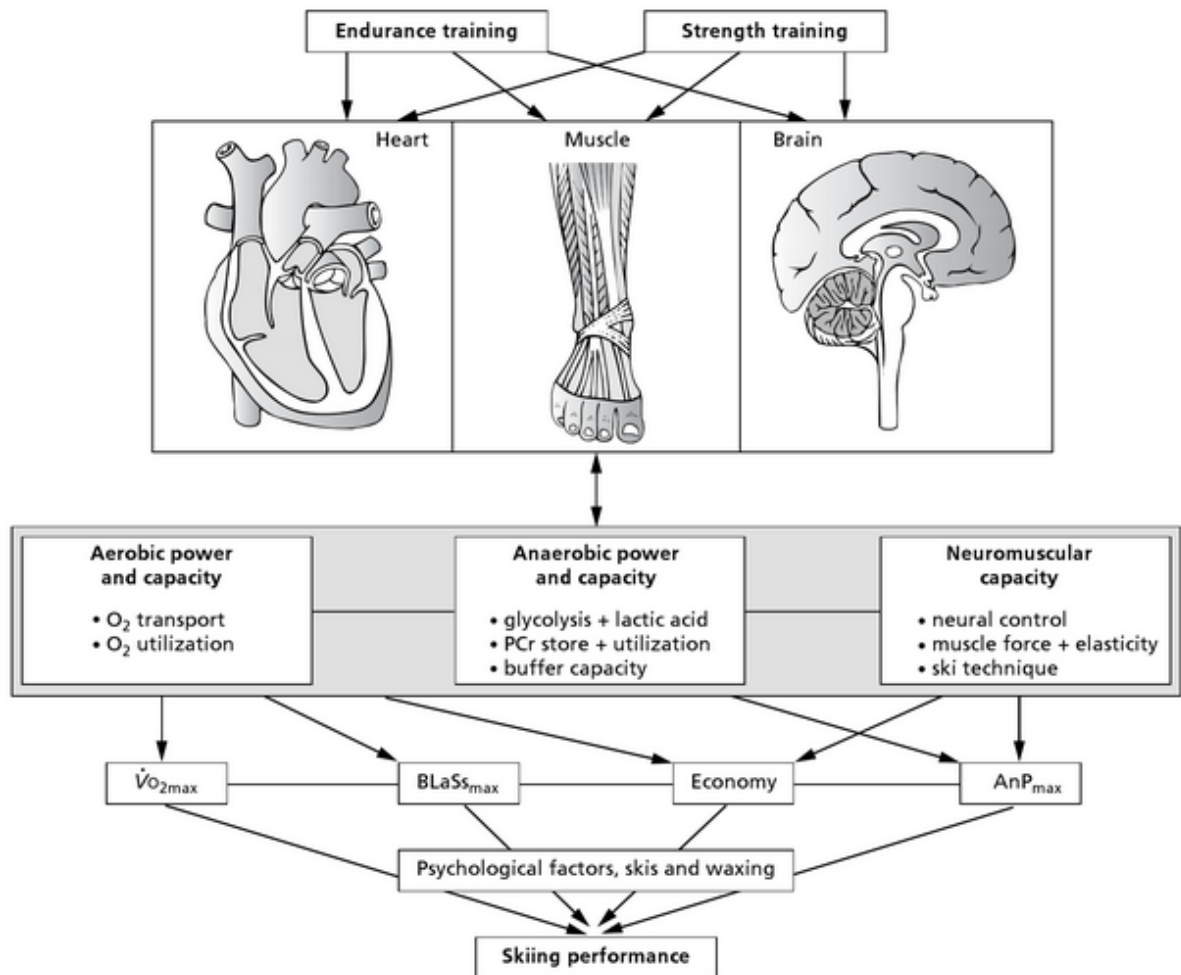
Suomessa Ampumahiihdon kattojärjestönä toimii Suomen Ampumahiihtoliitto (SAhL), jonka päätehtävänä tukea ja kehittää ampumahiihtoa ja lajin seurojen toimintaa sekä mahdollisuuksien luominen huippu-urheilussa menestymiselle (SAhL 2016a). Lajin harrastajamäärä on Suomessa samalla tasolla kuin 10 vuotta sitten – lisenssiurheilijoita oli vuonna 2015 744 ja aktiivisia ampumahiihtäjiä oli yhteensä 77 seurassa, kun lajiliiton jäsenenä on yhteensä 104 seuraa (SAhL 2016a). Vuodesta 2012 alkaen toiminut ampumahiihdon Urlus-nuorisoprojekti, jonka tavoitteena on innostaa lapsia ja nuoria ampumahiihdon harrastamiseen ja lisätä lajin tunnettua, tavoitti ensimmäisenä kolmivuotiskautenaan noin 16 200 lasta ja nuorta (SAhL 2016a).

Lisäksi ampumahiihto on ollut vahvasti esillä kesällä 2015 alkaneessa Suomen Hiihtoliiton ja Suomen Ampumahiihtoliiton yhteisessä Lumilajit liikuttavat -hankkeessa, jolla pyritään tukemaan seuroja ja kouluja lumilajien ohjaamisessa ja laji-innostuksen edistämässä (SAhL 2016a).

Tämän työn tarkoituksena on tarkastella ampumahiihtoa kansainvälisen tason huippu-urheilumuotona lähtökohtana lajin fysiologiset, biomekaaniset ja valmennusopilliset vaatimukset. Tarkasteltaessa työssä esitettäviä tavoitetasoja ja harjoittelulinjoja on siis otettava huomioon tämä lähtökohta.

## 2 AMPUMAHIIHDON FYYSISET OMINAISPIIRTEET

Kestävyyssuorituskykyä rajoittavimpana tekijänä on perinteisesti pidetty maksimaalista hapenottokykyä ja siihen liittyviä tekijöitä, kuten maksimaalista nopeutta laktaattikynnyksellä (Basset & Howley 2000). On kuitenkin selvää, että hapenottokyvyllä mitattuna kaksi samantasoista urheilijaa voivat kilpailussa olla aivan eri tasoilla. Taloudellisuus ja kyky tuottaa eteenpäin vievää voimaa nopeasti liikuttaessa maksimaalisen hapenoton vaikuttavat myös kestävyys-suorituskykyyn (Paavolainen ym. 1999). Nykyään tiedetään, että hiihdossa suorituskykyä määrittäviä tekijöitä ovat edellä mainittujen lisäksi ainakin maksimaalinen anaerobinen nopeus sekä anaerobinen taloudellisuus (Mikkola ym. 2010; Sandbakk & Holmberg 2014) ja maksimaalinen lajinomainen tehontuotto (Alsobrook & Heil 2008; Sandbakk & Holmberg 2014). (Kuva 1.)



KUVA 1. Malli hiihtosuorituskykyä rajoittavista tekijöistä (Rusko 2003, 18, mukailtu Noakes ym. 2001 ja Paavolainen ym. 1999).

Hiihtosuorituskyky riippuu siis 1) kyvystä hiihtää kovaa, eli hermo-lihas-järjestelmän käskytyksestä ja lihasten rekrytoinnista, maksimaalisesta hapenottokyvystä, hiihtotekniikoiden hallinnasta ja taloudellisuudesta, aerobisesta ja anaerobisesta energiantuotosta, sekä 2) kyvystä vastustaa väsymystä, eli kyvystä ylläpitää hermo-lihasjärjestelmän käskytystä, kyvystä hiihtää pitkään mahdollisimman lähellä maksimaalista hapenottoa, glykogeenivarastojen riittävydestä ennen pitkää kilpailua sekä glukoosin nauttimisesta pitkän kilpailun aikana, rasvojen hyväksikäytöstä ja anaerobisesta kapasiteetista sekä puskurikapasiteetista (Rusko 2003, 19).

Ampumahiihdossa pätevät pitkälti kaikki samat periaatteet kuin hiihdossakin, mutta joitakin eroavaisuuksia on otettava huomioon, kun hiihdetään ase selässä. Selässä kannettavan aseeseen vaikutus hiihtoon on lähes poikkeuksetta samankaltainen riippumatta käytettävästä hiihtotekniikasta tai maaston jyrkkyydestä (Stöggl ym. 2015). Maastohiihdon ominaispiirteitä syvällisemmin ovat käsitelleet lajianalyseissään laajemmin esimerkiksi Halonen ja Pelttari (2011) sekä Kumpulainen (2006). Huolimatta hiihtolajeissa havaituista muutostrendeistä ei ihmisen elimistön toiminta näin lyhyessä ajassa muutu mihinkään. Näin ollen tämä lajianalyysi keskittyy nostamaan esille niitä asioita, joita ei aiemmin ole suomeksi kuvattu, sekä ampumahiihdon erityispiirteitä, joita ei maastohiihdossa ole.

## **2.1 Ampumahiihdon hiihtotekniikat**

Ampumahiihdossa kilpaillaan luistelutekniikalla, jonka alalajeja ovat kuokka, wassberg ja mogren. Luisteluhiihdossa voimaa tuotetaan samanaikaisesti jaloilla ja ylävartalolla, ja niiden toiminta onkin ajoitettava oikein suurimman mahdollisen työntövoiman aikaansaamiseksi. Kaikille tekniikoille yhteistä on hiihtäjän painopisteen pysyminen edessä, jotta liu'un aikaansaaminen olisi mahdollisimman helppoa. Samoin hartiat osoittavat kaikissa luistelutekniikoissa eteenpäin.

Rusko (2003, 52) huomauttaa, että luisteluhiihdon potkussa sukki puree lumeen, koska se menee kantilleen, mikä mahdollistaa liu'un potkun aikana toisin kuin perinteisessä. Liukuva ponnistus on suurin ero sivulle suuntautuvan luistelupotkun ja taakse suuntautuvan perinteisen potkun välillä. Perinteiseen tottunutta hiihtäjää voikin olla hyvä opettaa liukuvaan luistelupotkuun ohjeistamalla ohjaamaan puristava potku kantapääjohtoisesti sivulle, millä vältetään suksen turha hidastuminen potkun aikana.



Kussakin hiihtotekniikassa voidaan ajatella olevan samana toistuva osa, sykli. Syklillä on kaksi ominaisuutta, tahti ja pituus, joiden tulo on hiihtonopeus (Nilsson ym. 2004). Luistelutekniikoissa yhteen sykliin sisältyy joko yksi (kuokka, mogren) tai kaksi työntöä (wassberg) sekä kaksi luistelupotkua. Tekniikoiden suurimmat erot tulevat työnnön ajoituksesta syklin sisällä, mutta myös suksikulmassa on eroja (Rusko 2003, 45–51; Myklebust ym. 2014). Millet ym. (2003) tutkivat luisteluhiihdon alatekniikoiden eroja samalla submaksimaalisella intensiteetillä (taulukko 1). Sauvoittaluistelussa energiankulutus ja syke olivat korkeimmat. Edelleen wassbergissa ne olivat korkeammat kuin kuokassa tai mogrenissa. (Millet ym. 2003.) Tuloksista saa hyvin suuntaa-antavan kuvan luisteluhiihdon alatekniikoiden eroista, mutta absoluuttisiin arvoihin ei kannattane kiinnittää huomiota, koska tutkimuksessa hiihrettiin ulkona hitaissa lumiolosuhteissa, mikä vaikeuttaa huomattavasti olosuhteiden vakiointia. Varovasti voitaneen kuitenkin arvioida tulosten korostavan ylävartalon voimantuoton merkitystä hiihdossa.

TAULUKKO 1. Syke, hapenkulutus, hengitysosamäärä (RER, respiratory exchange ratio), arvioitu kuormitustaso (RPE, rating of perceived exhaustion), syklin taajuus ja syklin pituus luisteluhiihdon alatekniikoilla (mukaeltu Millet ym. 2003).

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

\*Merkitsevä ero sauvoittaluisteluun, <sup>#</sup>merkitsevä ero kuokkaan, <sup>a</sup>merkitsevä ero mogreniin.

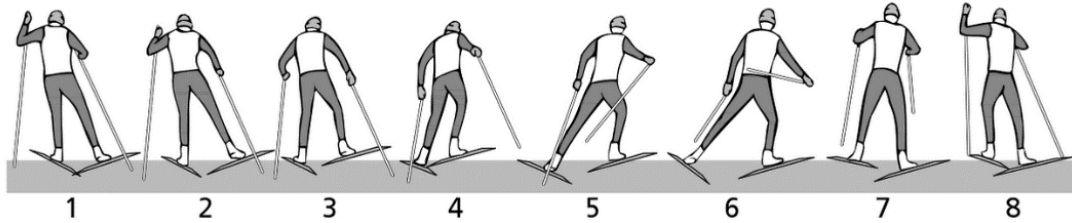
### 2.1.1 Kuokka

Kuokka eli perusluistelu on ylämäkiin käytettävä tekniikka, jossa työntö tapahtuu vain toiselle luistelupotkulle ja käsien palautusvaiheessa tapahtuu potku toisella suksella. Kuokassa käsien

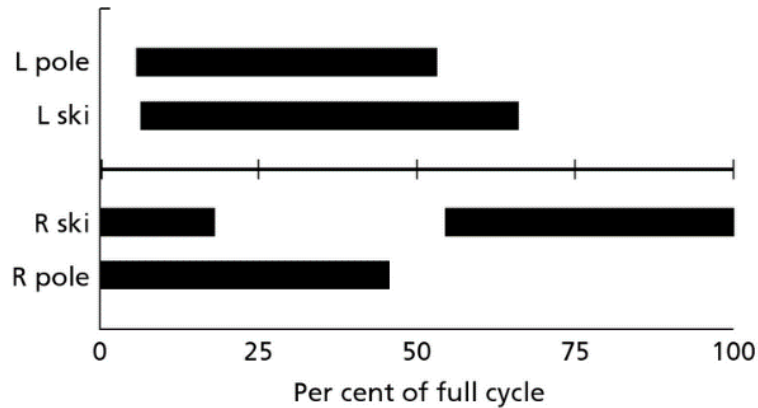
epäsymmetrinen liike yhdistyy symmetriseen jalkatyöhön ja hiihtoasento on hyökkävä. Ylävartalon koukistus on melko pientä, noin puolet verrattuna tasatyöntöön, ja kehon massakeskipisteen pystysuuntainen liike vain noin 15 cm. (Rusko 2003, 47–49.) Kuokan asento on siis koko ajan matala. Suksien välinen kulma on leveä vaihdellen ylämäen jyrkkyyden mukaan leveämmän suksikulman mahdollistaessa jyrkkään ylämäkeen liukumisen paremmin kuin jos suksi asetettaisiin suoraan.

Kuokassa kuhunkin sykliin sisältyy yksi työntö ja kaksi potkua. Syklin alussa johtavan puolen sauva iskeytyy maahan lähes samanaikaisesti saman puolen suksen kanssa (kuva 2, vaihe 1). Leveä suksikulma aiheuttaa sauvojen epäsymmetrisen liikkeen, jossa myös sauvojen iskeytyminen maahan tapahtuu hieman eri aikaan (kuva 3). Johtavan puolen sauva isketään lumeen melko suorana, millä mahdollistetaan hiihtäjän oman painon tehokas hyödyntäminen työnnön alussa (Stöggl & Holmberg 2015). Toinen sauva taas osoittaa työnnön aikana pikemminkin työnnöllisen puolen suksen suuntaan kuin eteenpäin ja on vähemmän pystyssä, millä saadaan poistettua ylävartalon kiertoa ja esimerkiksi Stögglin ja Holmbergin (2015) mukaan suurempi työntövoima liukuvan suksen suuntaan. Toisin sanoen tukevalla sauvalla tehostetaan painon siirtoa ja liukua. Tasatyönnönomaisen työnnön aikana johtavan puolen jalka potkaisee (kuva 2, vaiheet 1–5) ja työnnön lopuksi paino siirtyy kokonaan toiselle sukselle (kuva 2, vaihe 6). Seuraa käsien palautusvaihe, jonka aikana työnnöttömän puolen jalka potkaisee ja uusi sykli alkaa painon siirtyessä työnnöllisen puolen sukselle ja sauvojen iskeytyessä jälleen maahan uutta työntöä varten (kuva 2, vaiheet 7–8).

Stöggl ja Holmberg (2015) esittävät, että kuokka on jyrkempiin ylämäkiin paras tekniikka, koska vain siinä hiihtäjän on mahdollista tuottaa koko ajan eteenpäin vievää voimaa. Tällöin hiihtäjä ei pysähdy missään vaiheessa liikettä jatkuvasti hidastavasta ylämäestä huolimatta. Suksi kääntyykin heti lumikontaktin jälkeen kantilleen ja potku alkaa välittömästi (Stöggl & Holmberg 2015). Hiihtäjän tulisi siis pyrkiä jatkuvaan liikkeeseen ja välttämään vaiheita, joissa vain liu'utaan suksella suksen hidastumisen minimoimiseksi. Olennaista on aloittaa suoraan sivulle puristava potku liukovalle sukselle heti lumikontaktin jälkeen ja pitää kädet koko ajan liikkeessä. Stögglin & Holmbergin (2015) mukaan parhaat hiihtäjät pystyvät lisäksi askeltaamaan työnnöttömän puolen suksen hyvin lähelle massakeskipistettään, kun taas johtavan puolen suksella askeletaan paitsi vartalon alle myös hieman eteenpäin.



KUVA 2. Kuokan syklin vaiheet (Rusko 2003, 47).



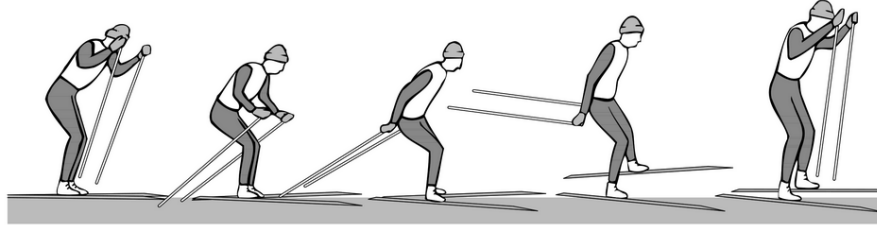
KUVA 3. Kuokan syklin aikaiset suksien ja sauvojen lumikontaktit (Rusko 2003, 48).

### 2.1.2 Wassberg

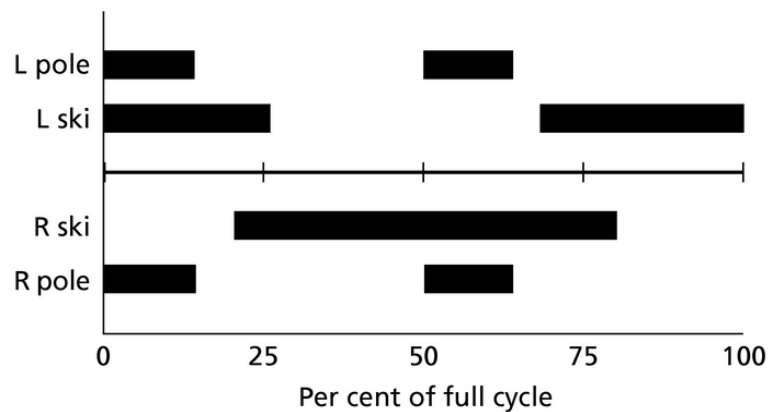
Wassbergissa työntö ajoittuu kunkin liu'un loppuosaan. Wassberg on symmetrinen tekniikka, jossa samanlainen työntö ja potku tapahtuvat kummallekin puolelle kussakin syklissä. Kunkin liu'un loppuun mennessä hiihtäjä on noussut lantiosta korkealle ja iskee sauvat samanaikaisesti maahan, mitä seuraa luistelupotku ja painonsiirto uudelle liu'ulle. Wassbergia käytetään pääsääntöisesti nopeissa maastonkohdissa ja loivissa ylämäissä, mutta hyvillä ylävartalon voimatasoilla sitä voi käyttää tehokkaasti myös jyrkempiin ylämäkiin. Suurissa nopeuksissa suksikulma on kapea. (Kuva 6; kuva 7.) (Rusko 2003, 50–51.)

Syklin kesto on luistelutekniikoista wassbergissa pisin, 1,5–2 sekuntia, mutta kunkin työnnön väliin jäävä aika huomattavasti lyhempi, alle sekunnin, minkä vuoksi käsien palautusvaiheen on oltava hyvin nopea eikä vartalon koukistus voi kovin syvälle (Rusko 2003, 50). Wassbergissa hiihtäjä pudottaa massakeskipistettään samaan tapaan kuin tasatyönnössä työnnön alussa

saadakseen tehostettua voimantuottoa (Myklebust ym. 2014). Juuri ylävartalon tehokas voimantuotto ja nopea frekvenssi tekevät wassbergista nopean tekniikan, mutta sen muita luistelutekniikoita anaerobisempi luonne voi tulla sen käyttöä rajoittavaksi tekijäksi.



KUVA 4. Wassbergin puolikkaan syklin vaiheet (Rusko 2003, 50).



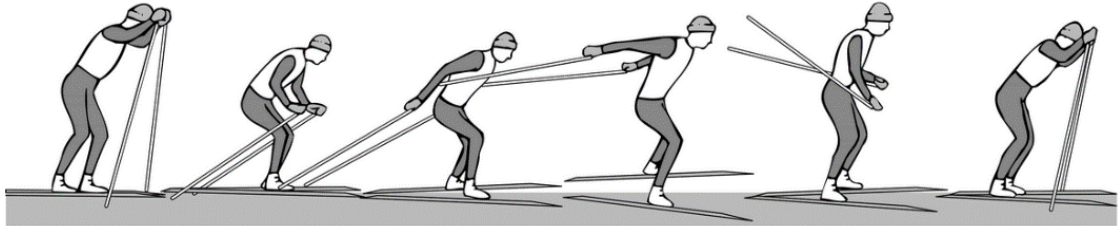
KUVA 5. Wassbergin syklin aikaiset suksien ja sauvojen lumikontaktit (Rusko 2003, 51).

Erittäin kovissa nopeuksissa useimmat hiihtäjät vaihtavat perinteisestä wassbergista niin sanottuun hyppy-wassbergiin, jossa kullekin liu'ulle tulee ikään kuin kaksi potkua. Tällöin hiihtäjä pystyy hyödyntämään tehokkaammin venymis-lyhenemissykliä potkussa ja liukumaan alkuvaiheessa enemmän suoraan eteenpäin (Stöggl ym. 2008). Tekniikka vaatii hiihtäjältä sekä erittäin hyvää suksen- että vartalonhallintaa.

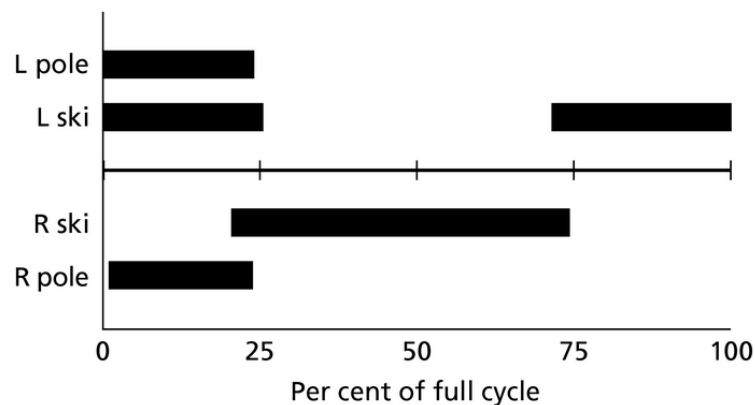
### 2.1.3 Mogren

Mogren on suurissa nopeuksissa tasaisella tai hieman vaihtelevassa maastossa käytettävä hiihtotekniikka. Kuokan tapaan mogrenissa työntö tapahtuu kussakin syklissä vain toiselle sukselle, mutta erottavana tekijänä on työnnön ajoitus ja huomattavasti kapeampi, jopa suora, suksikulma

etenemissuuntaan nähden. Hyvin tasatyönnönomainen työntö ajoittuu wassbergin tapaan liu'un loppuun, mitä seuraa työnnöllisen puolen potku. Potkun aikana hiihtäjän paino siirtyy työnnöttömän puolen sukselle liukuun. Työnnöttömän puolen liu'ulla pysytään matalana ja siltä ponnistetaan työnnöllisen puolen sukselle käsien heilahtaessa samalla voimakkaasti eteen ja lantion noustessa ylös. (Kuva 4; kuva 5.) (Rusko 2003, 49–50.) Viimeksi mainitulla varmistetaan mahdollisimman tehokas vartalon painon hyödyntäminen työnnön alkusäyksessä.



KUVA 6. Mogrenin syklin vaiheet (Rusko 2003, 49).



KUVA 7. Mogrenin syklin aikaiset suksien ja sauvojen lumikontaktit (Rusko 2003, 50).

Mogrenin hyödyt korostuvat suurissa nopeuksissa, kun samanaikaisesti tapahtuvan työnnön ja luistelupotkun aikaansaama voimaimpulssi kiihdyttää hiihtäjän vauhtia työnnöttömän puolen liu'ulle. Työntöön saadaan myös enemmän voimaa, kun pystytään koukistamaan ylävartaloa enemmän, kehon massakeskipisteen vertikaalinen liike saadaan suuremmaksi ja kapean suksikulman vuoksi pystytään asettamaan sauvat suoraan. Mogrenin sykli onkin yleensä pidempi kuin kuokan, mikä näkyy pidempinä liukuaikoina. (Rusko 2003, 49–50.) Koska sykli on pidempi ja työntö tapahtuu vain toiselle puolelle, on mogrenissa aikaa saattaa työntö selvästi

alemmas kuin wassbergissa. Suurella vartalon eteenpäin suuntautuvalla heiluriliikkeellä nous-  
tessa työnnöttömän puolen sukselta uuteen työntöön luistelupotkun mukana mahdollistetaan  
tehokas liike-energian hyödyntäminen.

#### **2.1.4 Sauvoittaluistelu**

Erittäin kovissa vauhdeissa, kuten jyrkissä alamäissä, ei hiihtoliikkeistä ole kuin haittaa. Loi-  
vemmissä alamäissä voi kuitenkin olla hyödyllistä pyrkiä kiihdyttämään vauhtia sauvoittaluis-  
telulla, vaikka nopeus olisikin niin suuri, ettei sauvatyöntöä ehdi tehokkaasti tehdä (Rusko  
2003, 51–52). Sauvoittaluistelussa potkaisevan jalan puoleinen käsi heilahtaa potkun mukana  
aina vastakkaisen suksen suuntaan ja vartalon painopiste seuraa tätä liikettä. Näin saadaan te-  
hostettua liu'un kiihdytystä. Sauvoittaluistelua voidaan toteuttaa niinkin, että sauvat ovat ikään  
kuin hiihtäjän sylissä vartalossa kiinni ja heiluriliike tulee vain ylävartalosta. Matalampi sau-  
voittaluisteluasento mahdollistaa tehokkaamman reisien lihaksiston hyödyntämisen potkussa ja  
vähentää hiihtäjän kohtaamaa ilmanvastusta.

## **2.2 Ampumahiihdon fysiologia**

### **2.2.1 Fysiologiset vaatimukset ampumahiihdossa**

*Hengitys- ja verenkiertoelimistö.* Hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyky luo edelly-  
tykset ampumahiihdossa, kuten muissakin kestävyyslajeissa, kudosten ravinnonsaannille ja  
kuona-aineiden kuljettamiselle pois kudoksista. Hengityksen mukana saadaan happea, joka ve-  
ren mukana kuljetetaan sitä energiantuotannossaan tarvitseville kudoksille. Keuhkotuuletus voi  
olla jopa yli 200 litraa suurikokoisilla huippu-urheilijoilla lajeissa, joissa keuhkot ovat toistu-  
vasti maksimaalisen rasituksen alaisena. (Keskinen 2007, 73–80.) Hengitys- ja verenkiertoeli-  
mistö ylläpitää kuormituksessa valtimoveren happisaturaatiota ja happo-emäs-tasapainoa (Kes-  
kinen 2007, 78–79). Tällöin lihaksilla on käytössään happea energiantuotantoon ja suotuisat  
olosuhteet tehokkaaseen työskentelyyn. Huippuhiitäjät pystyvät ainakin merenpinnan tasolla  
tutkimusten mukaan pitämään valtimoveren happisaturaation korkeana (Holmberg & Calbet  
2007; Holmberg ym. 2007).

*Kylmässä kilpailemisen vaikutushengityselimistöön.* Hengityselimistö joutuu ampumahiihdossa toistuvasti erittäin kovalle rasitukselle. Lajissa kilpaillaan usein kylmissä olosuhteissa, joten hengitysteitä pitkin kulkee usein maksimirasituksessakin hyvin kylmää ilmaa. Tämän on havaittu altistavan pitkään jatkuvana helposti astmaoireille (Carlsen 2012). Paitsi, että tämä vaikeuttaa hengittämistä, lisää ahtaus ilmasteissä myös energiankulutusta (Keskinen 2007, 77). Ampumahiihtäjän onkin tärkeää tarkistuttaa hengityselimistönsä kunto aika ajoin, jotta turhilta suorituskykyä rajoittavilta tekijöiltä voitaisiin välttyä. Kylmän ilman vaikutusta kestävyysuorituskykyyn ei kuitenkaan ole tähän mennessä tutkittu.

*Sydän.* Sydämen iskutilavuus voi olla huippuhihtäjillä levossa noin 80–110 ml ja maksimaalisessa kuormituksessa 160–200 ml (Rusko 2003, 2; Keskinen 2007, 85–90), kun taas harjoittelemattomalla vastaavat arvot ovat luokkaa 50–60 ml ja 100–120 ml (Keskinen 2007, 85–90). Huippuhihtäjien sydämen suurentunut iskutilavuus johtuu suuremmasta sydämen supistusvoimasta ja erityisesti kasvaneesta vasemman kammion tilavuudesta (Ehsani ym. 1978). Pitkään jatkuva kestävyysharjoittelu nimittäin kasvattaa sydämen vasemman kammion tilavuutta ja supistusvoimaa, sillä sydänlihas supistuu sitä tehokkaammin, mitä enemmän sitä venytetään (Keskinen 2007, 85–90; Carlsson ym. 2011). Suuri iskutilavuus mahdollistaa jopa yli 40 litran minuuttitilavuuden kestävyysurheilijalla.

*Hapenkuljetus.* Holmberg (2015) esittää artikkelissaan useita tekijöitä, joiden avulla hiihtäjä pystyy maksimaalisesti hyödyntämään kovan verenvirtauksen. Esimerkiksi veren volyymi ja sen hemoglobiinipitoisuus ovat niin ikään huippuhihtäjillä tavanomaista korkeampia (Holmberg 2015). Tyypillisesti hiihtäjillä on lisäksi todettu olevan jalka-, olka- ja käsilihaksissa jopa yli 70 % tyypin 1 lihassoluja (Saltin 1997, Holmbergin 2015 mukaan), jotka ovat hitaita, hyvin väsymystä vastustavia ja kykenevät erittäin hyvin oksidatiiviseen metaboliaan (McArdle 2011, 371). Holmberg (2015) viittaa myös tuoreeseen julkaisemattomaan tutkimukseen, jossa hiihtäjien 2a-tyypin lihassolujen havaittiin olleen käsilihaksissa suurempia kuin tyypin 1 lihassolut. Mielenkiintoisinta oli kuitenkin havainto siitä, että hiihtäjien 2a-tyypin nopeammissa lihassoluissa näyttäisi olevan jopa enemmän hiussuonia ja mitokondrioita kuin heidän tyypin 1 lihassoluissaan (Holmberg 2015), mikä poikkeaa perinteisestä lihassolutyyppien jakautumisesta (McArdle 2011, 368–373). Joka tapauksessa hiihtäjien hapenkuljetuskyky on erittäin korkea.

*Lihassolujen hapenotto.* Suorituskyvyn kannalta olennaista on pystyä myös siirtämään happi valtimoverestä työskenteleville lihaksille, sillä muuten se vain kulkisi kudosten läpi. Tähän huippuhiittäjiä elimistö on harjoittelun myötä oppinut erittäin hyvin, sillä jopa 95 % jalkalihaksille menevästä hapesta ja vain noin 10 % vähemmän käsilihaksille menevästä hapesta myös jää lihakseen (Calbet 2005). Tämä tarkoittaa sitä, että valtaosa hapesta pystytään hyödyntämään energiantuotannossa. Näin ollen huippuhiittäjillä on edellytykset saavuttaa poikkeuksellisen korkea  $VO_{2peak}:VO_{2max}$ -suhde jopa niillä tekniikoilla, joilla työskentelevä lihasmassa ei ole maksimaalinen (Holmberg 2015). Tämä vaatii toki myös erittäin hyvää tekniikkaa.

*Maksimaalinen hapenottokyky ( $VO_{2max}$ ).*  $VO_{2max}$  luo vahvan perustan ampumahiihtäjän suorituskyvylle.  $VO_{2max}$  on hyvin perinnöllinen ominaisuus (Bouchard 1986), mutta siihen voidaan vaikuttaa harjoittelulla. Huippuhiittäjillä on poikkeuksellisen korkea maksimaalinen aerobinen teho niin absoluuttisesti (l/min) kuin kehonpainoon suhteutettuna (ml/kg/min). Noin 6 l/min tai 80–90 ml/kg/min voitaneen pitää mieshuippuhiittäjille tyypillisinä arvoina (Holmberg ym. 2007; Sandbakk & Holmberg 2014; Tønnessen ym. 2014; Tønnesen ym. 2015) naisten arvojen ollessa noin 10–15 % pienempiä (Sandbakk ym. 2014; Tønnessen ym. 2014; Tønnesen ym. 2015). Ampumahiihtäjiltä on mitattu samansuuruisia arvoja, joskin naisten arvot jäävät jonkin verran maastohiihtäjiltä mitatuista arvoista (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Norjalaisten arvokisamitalistien  $VO_{2max}$ -arvot ajanjaksolta 1990–2013 (mukaeltu Tønnesen ym. 2015). MH maastohiihto, AH ampumahiihto, M miehet, N naiset,  $VO_{2max}$  maksimaalinen hapenottokyky.

	$VO_{2max}$ (l/min)	$VO_{2max}$ (ml/kg/min)
MH / M	6,42 ± 0,64	84,3 ± 5,2
AH / M	6,17 ± 0,57	81,1 ± 3,3
MH / N	4,27 ± 0,30	72,6 ± 5,1
AH / N	3,99 ± 0,21	65,9 ± 4,9

*Huippuhapenkulutus ( $VO_{2peak}$ ).*  $VO_{2max}$  ei ole kuitenkaan tärkein mittari ampumahiihtäjän kestävyysuorituskykyä mitattaessa, vaan suuressa roolissa on, kuinka lähelle omaa  $VO_{2max}$ -arvo-



aan urheilija pääsee kullakin tekniikalla. Kunkin tekniikan maksimia voidaan kuvata huippuhapenkulutuksella ( $VO_{2peak}$ ) ja  $VO_{2peak}:VO_{2max}$ -suhde kuvaa, kuinka lähelle maksimia urheilija pääsee. Holmberg (2015) arvioi, että luisteluhiihdossa  $VO_{2max}$  saavutetaan tyypillisesti hiihdettäessä ylämäkeen kuokkaa tai wassbergia, jolloin lihaksiston kokonaisvaltainen kuormitus on suurimmillaan. Uusimman fysiologisen tiedon valossa hiihtäjien olisikin hyvä tavoitella kullekin tekniikalle yli 95 %  $VO_{2peak}$ -arvoja suhteessa  $VO_{2max}$ -arvoihinsa (Holmberg 2015). Tällöin tekniikan on oltava hiottu huippuunsa.

*Aineenvaihdunta ja energiantuotto kuormituksessa.* Tärkeimmät energianlähteet ampumahiihdon kaltaisessa kestävyyskuormituksessa ovat hiilihydraatit ja rasvahapot (taulukko 3) (Rusko 2003, 5–8; McArdle 2011, 40, 44, 46). Glykokeenivarastojen ehtyminen kuormituksessa johtaa väistämättä ongelmiin. Paitsi, että se pakottaa elimistön turvautumaan rasvojen hapettamiseen energian tuottamiseksi, mikä on huomattavasti hitaampaa ja pakottaa laskemaan suorituksen intensiteettiä (Rusko 2003, 8–10; McArdle 2011, 40, 44, 46), häiriintyy lihaksen sisäinen kalsiumaineenvaihdunta glykokeenin ehtyessä johtaen ongelmiin lihassupistuksessa (Ørtenblad 2013). Huippuhihtäjillä on tehostunut kyky käyttää jonkin verran rasvoja myös kovatehoisissa kuormituksissa, kun taas tavanomaisesti rasvahappojen käyttöönotto heikentyy hyvin nopeasti elimistön happamuuden lisääntyessä (Rusko 2003, 10). Holmberg (2015) viittaa julkaisemattomiin tutkimustuloksiin esittäessään havaintoja siitä, että huippuhihtäjillä olisi jopa nelinkertaiset lihassolunsisäiset lipidivarastot käsi- ja jalkalihaksissaan normaaliväestöön verrattuna, ja että hiihtäjien jalkalihakset ovat niiden hapettamisessa tehokkaampia. Ampumahiihdon kilpailumatkat ovat kuitenkin maksimissaan normaalimatkojen 15 (naiset) tai 20 (miehet) kilometriä, joten ampumahiihdossa tämän glykokeenin säästämistä mahdollisesti saatava hyöty on kyseenalainen, jos kilpailuun lähtiessä elimistön glykokeenivarastot ovat riittävät. Hiihdossa on viime vuosina arveltu anaerobisen energiantuoton merkityksen kasvaneen (Sandbakk & Holmberg 2014; Holmberg 2015), minkä vuoksi taulukossa 2 esitettyjä arvoja voisi olla perusteltua arvioida uudelleen. Esimerkiksi Losnegard ym. (2012) raportoivat yli 60 ml/kg suuruisen happivajeen kertymisen (MAOD, maximal accumulated oxygen deficit) hiihdettäessä 600 metriä ylämäkeen maksimaalisesti kuokka- ja wassberg-tekniikoilla. Anaerobinen energiantuotto tullee merkittävämpään rooliin hiihdettäessä hetkellisesti kovalla intensiteetillä, kuten esimerkiksi ylämäissä sekä kilpailuiden loppupuolella.

*Laktaatin merkitys energiantuotossa.* Anaerobinen energiantuotto tehostuu, kun suorituksen intensiteetti ylittää aerobisen energiantuoton maksimin. Tämän seurauksena syntyy sivutuotteena laktaattia, joka voidaan edelleen hyödyntää energiantuotossa. (McArdle 2011, 186–188.) Kokonaisvaltaisena kestävyyslajina hiihdossa sekä ylä- että alavartalon aineenvaihdunnalla ja energiantuotolla on jalka- (esimerkiksi juoksu ja pyöräily) tai käsipainotteisia (esimerkiksi uinti ja soutu) lajeja suurempi merkitys. Van Hall ym. (2003) ovat havainneet, että huolimatta samansuuruisesta työmäärästä ja glukoosin sisäännotosta hiihdossa jalkojen laktaatin sisäänotto on suurempaa ja vapautus pienempää kuin käsien. He havaitsivat myös, että käsien lihaksista vapautuu koko ajan enemmän laktaattia kuin ne ottavat sisäänsä (Van Hall ym. 2003). Jalat siis hapettavat suuren lihasmassansa ja huomattavan energiantarpeensa turvin suuren osan koko elimistöön kertyvästä laktaatista pitäen valtimoveren laktaattipitoisuuden maltillisena (Holmberg 2015). Ampumahiihtäjän onkin tärkeää pystyä käyttämään laktaattia myös energiantuotannossa, joten sekin on huomioitava harjoittelussa.

TAULUKKO 3. Energiantarve ja -tuoton jakautuminen eri matkoilla hiihdossa (Rusko 2003, 5). Ampumahiihdossa on vastaavanlaisia kilpailumatkoja (taulukko 4; taulukko 5).

Matka/aika	Energiantarve (kJ)	Aerobinen/anaerobinen (%)	Rasvat/Hiilihydraatit (%)
1 km / 2 min	400	50/50	1/99
5 km / 15 min	1600	90/10	5/95
10 km	3000	95/5	10/90
15 km	4500	97/3	20/80
30 km	9000	99/1	40/60
50 km	15000	99/1	50/50

*Aerobinen taloudellisuus.* Aerobista taloudellisuutta kuvataan usein hapenkulutuksena tietyllä nopeudella tai tietyn matkan aikana (Cavanagh & Kram 1985). Hiihtäjän aerobisella taloudellisuudella eri hiihtotekniikoissa on maastohiihdossa suuri merkitys (Mahood ym. 2001; Ainegren ym. 2013; Losnegard ym. 2013), sillä taloudellisempi hiihtäjä kuluttaa samassa vauhdissa vähemmän energiaa ja pystyy näin esimerkiksi vähentämään anaerobisen energiantuoton osuutta.

## 2.2.2 Ampumahiihdon fysiologisia erityispiirteitä

Maastohiihtoa pidetään yhtenä vaativimmista kestävyyslajeista ja se on merkittävässä roolissa ampumahiihdossa. Ampumahiihdon fysiologiset vaatimukset ovatkin hyvin samankaltaisia kuin maastohiihdon, mutta erottavana tekijänä ovat kilpailusta riippuen kaksi tai neljä ampu-masuoritusta.

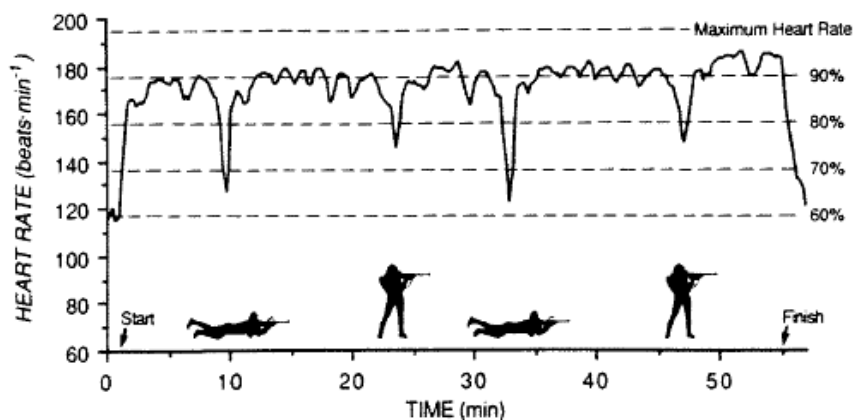
Syke kilpailun aikana on yksi hyvä mittari suorituksen fysiologiselle vaativuudelle. Zinner ym. (2015) vertailivat ampumahiihdon pika- ja normaalikilpailuiden aikaisia sykkeitä maastohiihdon parisprinttiin sekä pitkään kilpailuun maailmancup-tasolla (taulukko 4). Yhteistä kaikille vertailluille kilpailumuodoille oli, että syke on keskimäärin yli 90 % maksimisykkeestä kussakin kilpailussa. Naisilla ampumahiihdon pika- ja normaalikilpailuiden sykekeskiarvot eivät poikenneet toisistaan huolimatta erosta hiihtomatassa, ja vastasivat kumpikin naisten maastohiihdon parisprinttiä. Miehillä keskisyke oli ampumahiihdon pikakilpailussa miesten maastohiihdon parisprinttiä matalammalla. Miesten ampumahiihdon pika- ja normaalikilpailuiden sykekeskiarvo taas oli lähellä miesten maastohiihdon 50 kilometrin kilpailua. (Zinner ym. 2015.)

TAULUKKO 4. Sykekeskiarvo  $\pm$  keskihajonta prosentteina maksimisykkeestä eri maastohiihdon (MH) ja ampumahiihdon (AH) kilpailumuodoissa miehillä (M) ja naisilla (N) (Zinner ym. 2015).

	MH parisprintti ~3 min (n. 1,2 km) / 3 min palautus	AH pika N 7,5 km / M 10 km	MH pitkä N 30 km / M 50 km	AH normaali N 15 km / M 20 km
M	94,9 $\pm$ 2,2	91,4 $\pm$ 2,6	91,0 $\pm$ 2,3	92,4 $\pm$ 3,7
N	95,9 $\pm$ 1,2	94,3 $\pm$ 2,8	92,9 $\pm$ 3,6	94,8 $\pm$ 2,9

Ampumahiihtokilpailussa liikutaan siis erittäin korkealla intensiteetillä riippumatta hiihtomat-kasta. Zinnerin ym. (2015) kanssa vastaavia tuloksia saivat pika- ja normaalikilpailuiden syke-keskiarvoista myös Hoffman ja Street (1992). Mielenkiintoinen havainto oli myös, että pika-, normaali- ja takaa-ajokilpailuiden keskisykkeissä ei ollut eroja samalla sukupuolella, mutta nai-silla keskisyke oli kussakin korkeampi kuin miehillä (Zinner ym. 2015).

Ampumahiihdon hieman matalampia sykekeskiarvoja selittänee sykkeen lasku ammuntaan tullessa ja sen aikana (kuva 8). Hoffmanin ja Streetin (1992) havaintojen mukaan ampumahiihtäjien syke laskee noin 5 % kilpailuvauhdin tasosta (> 90 % maksimisykkeestä) ampumapaikalle tullessa viimeisen minuutin aikana ennen ammuntaa ja entisestään ammunnan aikana (makuulla enemmän kuin pystyssä). Tällainen hiihdon intensiteetin lasku alkaa heidän havaintojensa mukaan hieman aikaisemmassa vaiheessa ampumahiihtäjän tullessa pystyammuntaan, jolloin urheilija pystynee tasaamaan hengitystään enemmän ennen pystyammuntaa. Ampumahiihtäjillä on myös taipumus kiristää vauhtiaan viimeisellä kierroksella. (Hoffman & Street 1992.) On kuitenkin huomioitava, että kyseessä on yli 20 vuotta vanha tutkimus, jonka jälkeen lajissa on tapahtunut kehitystä, kuten esimerkiksi kuvat 9 ja 10 osoittavat. Käytännön havaintojen mukaan nykyään ammuntaan tullaan kovemmalla vauhdilla ja intensiteetin lasku tapahtuu vasta hyvin lähellä ampumapenkkaa.



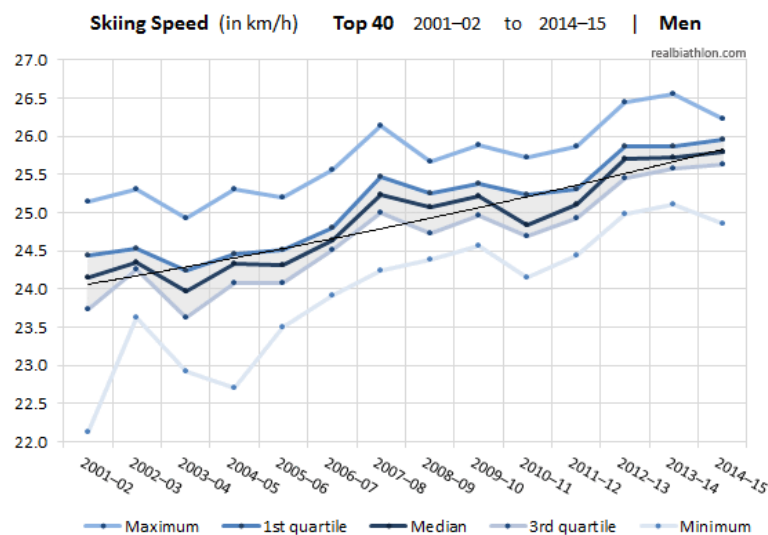
KUVA 8. Esimerkki naisampumahiihtäjän sykeprofiilista normaalikilpailussa, jossa 1., 3. ja 5. kierros olivat samat, samoin 2. ja 4. kierros (Hoffman & Street 1992).

Kuten aiemmin mainittiin, taloudellisuus on tärkeä tekijä hiihtosuorituskyvyssä. Ampumahiihdossa lisähaasteen tuo kuitenkin selässä kannettava pienoiskivääri, joka vaikuttaa suoraan moiniin aineenvaihduntamuuttujiin. Stögglin ym. (2015) tutkimuksessa havaittiin 4 kg painavan aseiden kasvattavan hapenkulutusta 2,5 %, hengitysosamäärää (RER, respiratory exchange ratio) 4,2 %, sykettä 1,7 %, veren laktaattipitoisuutta 15,1 % sekä ventilaatiota 8,1 %. Muutokset olivat samansuuntaisia riippumatta hiihtovauhdista ja käytetystä tekniikasta. Vastaavasti myös Rundell ja Szmedra (1998) havaitsivat kolmella eri vauhdilla hapenkulutuksen, veren laktaatin ja ventilaation kasvavan, kun hiihdetään ase selässä. Heillä kasvu oli kuitenkin huomattavasti

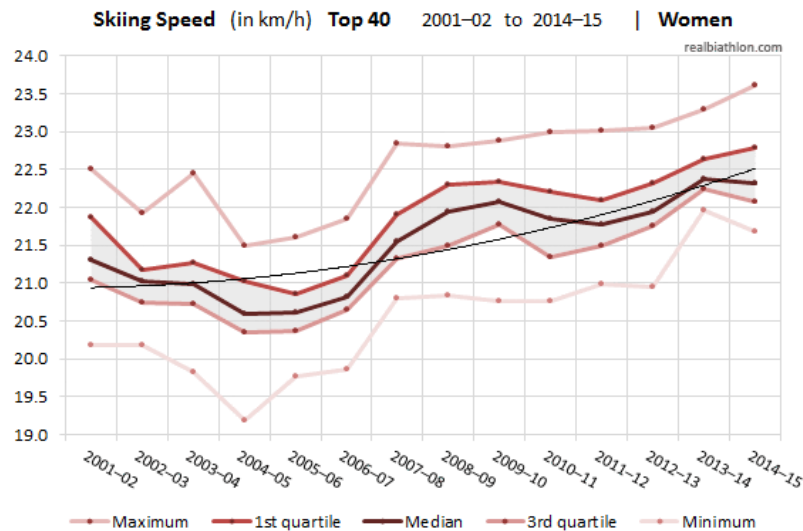
suurempaa kuin Stögglin ym. (2015) tutkimuksessa, mutta tätä selittänee kehitys lajinomaisessa harjoittelussa sekä välineissä. Aseen vaikutus on tärkeää huomioida, kun arvioidaan esimerkiksi harjoittelun kuormittavuutta. Vastaavilla tehoalueilla toteutettu harjoitus ilman asetta pystytään siis tekemään kovemmalla vauhdilla kuin ase selässä. Ampumahiihtäjän on kuitenkin opittava hiihtämään taloudellisesti myös ase selässä minimoidakseen ase aiheuttaman lisäkulutuksen.

### 2.3 Voimantuotto-ominaisuuksien merkitys

Hiihdossa kilpailuvauhdit ovat kasvaneet enemmän kuin missään muussa olympialaisissa kilpailtavassa kestävyyslajissa (Sandbakk & Holmberg 2014). Vastaava kehitys on luonnollisesti tapahtunut myös ampumahiihdossa sekä miehillä (kuva 9) että naisilla (kuva 10). Tämä asettaa erityishaasteen sekä ampumahiihtäjän neuromuskulaarisille tekijöille että hiihtotekniikalle (Rusko 2003, ix). Nykyaikainen huippuhiihtäjä pystyykin parhaimmillaan tuottamaan 430 newtonin sauvavoiman vain 0,05 sekunnissa ja saavuttamaan 1600 newtonin voiman luistelupotkun aikana (Stöggl ym. 2011). Havainnot ovat linjassa Smithin ym. (2006) tutkimuksen kanssa, sillä siinä havaittiin sekä työnnössä että potkussa saavutettavien huippuvoimien kasvavan nopeuden kasvaessa, vaikka keskimääräinen voimantuotto työnnön ja potkun aikana pysyykin lähes samalla tasolla.



KUVA 9. Hiihtovauhdin kehittyminen ampumahiihdon maailmancupissa miehillä vuosina 2001–2015 (Real biathlon s.a.).

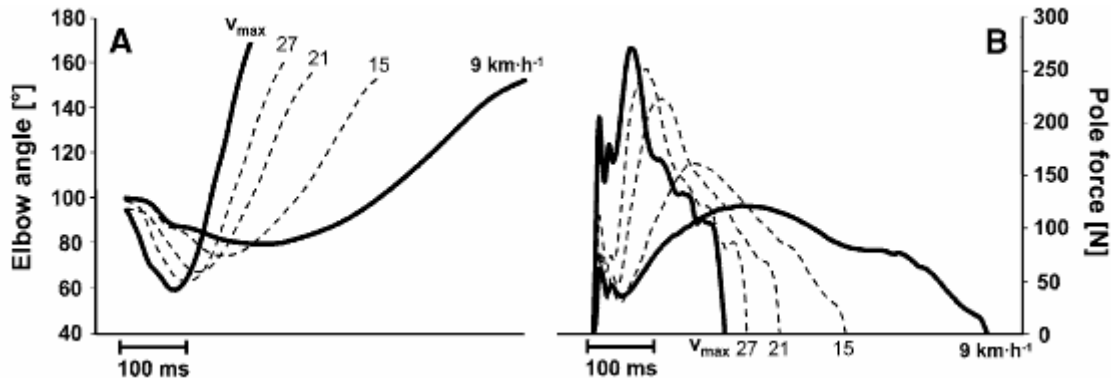


KUVA 10. Hiihtovauhdin kehittyminen ampumahiihdon maailmancupissa naisilla vuosina 2001–2015 (Real biathlon s.a.).

Erityisesti ylävartalon kyky tuottaa nopeasti suuria voimia on viime vuosien kehityksessä hiihtäjillä parantunut (Sandbakk & Holmberg 2014) ja sen merkitys suorituskyvyssä korostunut (Alsobrook & Heil 2009; Mikkola ym. 2010). Tehokkaampi sauvatyöskentely onnistuu esimerkiksi esiaktivoimalla ylävartalon lihakset ja pudottamalla massakeskipistettä ennen sauvojen maa-kontaktia, milloin venymis-lyhenemissyklistä saadaan paras hyöty (Holmberg ym. 2005; Lindinger ym. 2009). Tämän seurauksena työnnön alkuun saadaan entistä suurempi hetkellinen voimantuotto (Holmberg ym. 2005). Vauhdin kasvaessa merkitys korostuu, mikä on havainnollistettu kuvassa 11, josta huomataan kyynärkulman pienentyvän vauhdin kasvaessa. Toisin sanoen tällöin hiihtäjä tuo sauvat yhä lähemmäs vartaloaan pystyäkseen tehostamaan omalla painollaan ojentajalihasten venymis-lyhenemissykliä. Rønnestad ja Mujikan (2014) mukaan juuri tällaisen venymis-lyhenemissyklimäisen liikkeen hyödyntämisen osaaminen korostuu lajeissa, joissa se toistuu jatkuvasti, kuten esimerkiksi hiihdossa.

Rusko (2003, 59–60) toteaa, että nopeammat hiihtäjät pystyvät tekemään kustakin syklistä pidempiä kuin hitaammat, vaikka syklien tiheys on samaa luokkaa. Syklin pituuden ja suorituskyvyn välinen positiivinen yhteys on havaittu useissa tutkimuksissa (Smith ym. 1989; Boulay ym. 1994; Bilodeau ym. 1996; Stöggli & Müller 2009). Sandbakkin ja Holmbergin (2014) mukaan parhaat hiihtäjät pystyvät myös kasvattamaan syklien tiheyttä ylämäkeen pitäen niiden

pituuden samana. Entistä kovempi vauhti vaatiikin entistä kovempaa eteenpäin vievää voimantuottoa, jotta samassa ajassa pystyy etenemään pidemmän matkan.



KUVA 11. Kyynärkulman ja sauvavoiman muutos vauhdin kasvaessa (Lindinger ym. 2009).

Yleisten voimatasojen yhteyttä hiihtosuorituskykyyn on tutkittu erittäin vähän. Niinimaan ym. (1978) ja Ng:n ym. (1988) tutkimukset olivat ensimmäisiä laatuaan, mutta niiden vuosien jälkeen hiihto on kokenut suuria muutoksia. Stöggl ym. (2011) on ainoa nykyaikaisesta hiihdosta näitä yhteyksiä selvittävä tutkimus.

Ylävartalon voimantuoton kasvanut merkitys on jo todettu. Stöggl ym. (2011) havaitsivatkin penkkipunnerruksen ja penkkivedon tehontuoton submaksimaalisilla kuormilla olevan yhteydessä maksiminopeuteen perinteisen hiihtotavan tekniikoissa, kun taas penkkipunnerruksen yhden toiston maksimin havaittiin olevan enemmän yhteydessä maksiminopeuteen vapaan hiihtotavan wassberg-tekniikassa. Lisäksi penkkivedon maksimitehon ja yhden toiston maksimin havaittiin olevan yhteydessä tasatyönnon syklin pituuteen sekä submaksimaalisilla että maksimaalisilla nopeuksilla ja sauvavoimiin submaksimaalisilla nopeuksilla. Tutkijat arvioivat korkean yhden toiston maksimin näissä hiihdonomaisissa liikkeissä olevan edellytys sille, että hiihtäjä pysyy stabiloimaan nivelensä ja siirtämään korkean voimantuoton sauvojen kautta vauhdiksi. Vartalonkoukistusliike ”brutal benchin” toistomäärä oli niin ikään yhteydessä tasatyönnon maksiminopeuteen ja syklin pituuteen. (Stöggl ym. 2011.)

Stöggl ym. (2011) eivät havainneet jalkojen isometrisillä voimatesteillä mitään yhteyttä hiihdon maksiminopeuteen. Sen sijaan staattisen hypyn hyppykorkeus oli voimakkaasti yhteydessä

wassberg-tekniikan ja hieman yhteydessä vuorohiihdon maksiminopeuteen. Edelleen staattisen hypyn voimantuottonopeus oli yhteydessä vuorohiihdon sekä ehkä hieman yllättäen tasatyönön maksiminopeuteen. Tutkijat arvioivat jälkimmäisen johtuvan kuitenkin nykyaikaisen tasatyönön tekniikasta, jossa on tärkeää päästä työnön alimmasta vaiheesta, jossa jalat ovat koukistuneena, mahdollisimman nopeasti ylös uuteen työntöön. (Stöggl ym. 2011.)

Vaikka tuotettavat voimat eivät hiihdossa ole absoluuttisesti aivan maksimaalisia, on riittävä maksimivoimataso etenkin ylävartalossa tarpeellinen, jotta pystytään saavuttamaan riittävä pito voiman välittämiseksi. Voimantuoton nopeus submaksimaalisilla kuormilla näyttäisi kuitenkin olevan tärkeämpi hiihtosuorituskyvyn kannalta. Tutkijat painottavat kuitenkin, että hiihto on ennen kaikkea erittäin korkeaa teknistä taitavuutta vaativa kestävyyslaji, jossa voima ei ole itseisarvo, vaan pikemminkin yksi tapa nostattaa suorituskykyä, mikäli voimantuotto-ominaisuudet eivät ole riittävällä tasolla (Stöggl ym. 2011). Raakojen voimantuotto-ominaisuuksien kehittämistä on siis hyötyä, kun harjoitettavissa liikkeissä työskentelevät lihasryhmät ovat samoja kuin lajisuorituksessa, mutta kehityksen saaminen lajisuoritukseen vaatii myös tekniikan hallitsemista ja räjähtävien lajinomaisten suoritusten harjoittelua.

#### **2.4 Aseen vaikutus hiihtotekniikkaan ja voimantuottoon ampumahiihdossa**

Stöggl ym. (2015) havaitsivat, että hiihtäessään ase selässä ampumahiihtäjän syklien pituus ja kesto lyhentyvät, mikä johtaa samalla hiihtonopeudella tiheämpään frekvenssiin. Edelleen jalkojen voimantuoton huippu ja keskimääräinen syklin aikana tuotettu voima kasvavat hiihdettäessä ase selässä verrattuna samaan vauhtiin ilman asetta. Wassberg-tekniikalla ase aiheuttaa myös sauvavoimien suhteellisen osuuden kasvun kokonaisvoimantuotosta, kun hiihdetään kilpailunopeuksilla. (Stöggl ym. 2015.) Käytännössä havainnot tarkoittavat sitä, että ampumahiihtäjä pyrkii kompensoimaan aseensa painon aiheuttamia haittoja kasvattamalla frekvenssiä ja tehostamalla jalkatyöskentelyä kaikilla hiihtotekniikoilla. Wassberg-tekniikalla myös ylävartalo-työskentely tehostuu hiihdettäessä ase selässä. Linnamon ym. (2013) alustavien tutkimustulosten perusteella hiihdon maksiminopeus ase selässä jää joka tapauksessa hieman maksiminopeudesta ilman asetta.



Maastohiihtäjillä on havaittu, että miehillä kunkin syklin pituus on selvästi pidempi kuin naisilla (Sandbakk ym. 2014) ja Stöggl ym. (2015) havaitsivat vastaavan eron myös ampumahiihtäjillä syklien tiheyden ollessa samaa luokkaa. Tämä ero lienee osin selitettävissä ylävartalon voimatasoilla, sillä miehet pystyivät samassa tutkimuksessa tuottamaan myös noin 50 % suurempia huippuvoimia sauvoilla kuin naiset riippumatta käytetystä tekniikasta, kun taas jalkojen voimantuotossa ei juurikaan ollut eroja (Stöggl ym. 2015). Naisampumahiihtäjät voisivatkin hyötyä ylävartalon voimantuotto-ominaisuuksien kehittämisestä erityisen paljon pystyäkseen pidempiin sykleihin sekä etenkin pystyäkseen hiihtämään enemmän ja tehokkaammin kovavauhtisella wassberg-tekniikalla ja pitämään oikeamman hiihtoasennon (Jonsson & Laaksonen 2015).

Aseen aiheuttamia haittoja hiihtoon voidaan kuitenkin pyrkiä minimoimaan. Rundellin ja Szmedran (1998) mukaan paras tapa on tehdä aseesta mahdollisimman kevyt, sillä se vaikuttaa kaikkiin liikemuuttujiin. On kuitenkin huomioitava IBU:n (International Biathlon Union) sääntöjen mukainen aseiden massan alaraja, 3,5 kilogrammaa (IBU 2015, 512). Käytännön kokemusten mukaan kevyt ase voi kuitenkin hankaloittaa pystyammunnassa aseiden hallintaa.

### 3 AMPUMATAITO AMPUMAHIIHDOSSA

Ampumahiihdossa ampumasuoritukset ovat merkittävässä roolissa menestyksen kannalta (Cholewa ym. 2005). Erittäin kovaa keskittymistä ja tarkkaa motorista kontrollia vaativa ammunta on ampumahiihdossa haastava tehtävä, joka on toteutettava kovaa fyysistä rasitusta aiheuttavien hiihto-osuuksien jälkeen. Ampumahihtäjän on lisäksi suoriuduttava ampumasuorituksista mahdollisimman nopeasti ja hallittava hyvin vaihtelevat keliolosuhteet, unohtamatta mielenhallintaa. Kussakin kilpailussa ammutaan sekä pystystä että makuulta, ja ammuntojen lukumäärä riippuu kilpailumuodosta (tarkemmin kappaleessa 3.1).

Ampumahiihtoammunnassa on paljon yhtäläisyyksiä puhtaisiin kivääriammuntalajeihin, mutta suorituksessa on huomioitava niin hiihdon aiheuttama rasitus kuin erot välineissä. Hiihdon rasitus vaikeuttaa ammuntaa huomattavasti (esim. Grebot ym. 2003; Gros Lambert ym. 1999). Tarkkuus on ampumahihtäjälle tärkeää, mutta on huomioitava kuitenkin lajin luonne, sillä kilpailussa riittää osuma makuulta 4,5 ja pystystä 11,5 senttimetriä halkaisijaltaan olevaan osuma-alueeseen taulussa (IBU 2015, 506). Riippuen kilpailumuodosta kustakin ohilaukauksesta seuraa joko aikasakko tai sakkokierros (tarkemmin kappaleessa 3.1).

Tärkeimmät ampumahiihtoammuntaan vaikuttavat osatekijät ovat hengitystekniikka, ampuma-asento, tähtäys ja liipaisu (Nitzsche 1998, Sattleckerin ym. 2007, 257, mukaan). Nitzsche (1998) lisää muiksi osatekijöiksi liikehallintaan liittyviä asioita, kuten rytmin, tasapainon ja liipaisun ajoituksen (Sattleckerin ym. 2007, 257, mukaan). Näiden lisäksi on tärkeää, että ampumahihtäjä pystyy noudattamaan hyvin harjoiteltuja liikemalleja toimiessaan ampumapaikalla. Näin on mahdollista paitsi olla nopeampi, myös rakentaa jokaisella kerralla samanlainen ampuma-asento.

Kuten todettua, kilpailussa ampumahihtäjä laskee suorituksen intensiteettiä lähestyessään ampumapaikkaa. Tästä aiheutuva sykkeen lasku ja hengityksen tasaantuminen mahdollistaa paremman asennonhallinnan ammunnan aikana. Cooten (2002) mukaan sykkeen lasku välittömästi pysähtymisen jälkeen johtuu korkeaintensiteetisessä kuormituksessa inaktiivisen parasympaattisen hermoston uudelleenaktivoitumisesta. Tämän fysiologisen muutoksen nopeuteen on mahdollista vaikuttaa harjoittelulla (Brown & Brown, 2007; Seiler ym. 2007). Makuuasennossa parasympaattinen aktiivisuus lisääntyy kuormituksen päätyttyä nopeammin (Bucheit

ym. 2009), mistä voi päätellä, että ampumahiihtäjän on mahdollista tulla makuuammuntaan kovemmallalla intensiteetillä kuin pystyammuntaan. Jokaisen ampumahiihtäjän on löydettävä itselleen sopiva intensiteetti ammuntaan tuloon ja opittava säätämään vauhtiaan ennen ampu-  
masuoritusta sen mukaan.

Tässä työssä ammuntaa käsitellään oikeakätisen ampujan näkökulmasta. Vasenkätisen ampujan tapauksessa suunnat ja käsien paikat ovat toisinpäin.

### 3.1 Makuuammunta

Hyvässä makuuasennossa ase pysyy helposti paikallaan, piippu osoittaa suoraan tauluun ja asento pysyy muuttumattomana laukausten välillä (Reinkemeier ym. 2009, 14). Ampumahiihtoammunnassa olennaista on saada piippu osoittamaan pystysuunnassa keskelle täpläriiviä ja minimoitua vaakasuuntainen korjaus niin sanotusta nolla-asennosta ammuttaessa vierekkäisiin täpliin.

Makuuammunnassa ampujalla on kolme tukipistettä: vasen kyynärpää, oikea kyynärpää ja alavartalo noin vatsasta alaspäin. Aseen perä asettuu tiukasti oikeaa hartiaa vasten mahdollisimman lähelle kaulaa, jotta rekyylin vastaanotto on mahdollisimman tehokasta. (Reinkemeier ym. 2009, 11.) Makuuammunnassa hartiasta tuleva paine jakautuu melko tasaisesti koko perälevyyneen, kuitenkin hieman yläosavoittoisesti (Grebot & Burtheret 2007). Perälevy on siis hartiaa vasten pystysuunnassaan lähes keskellä. (Kuva 12).



KUVA 12. Makuuampuma-asento sivulta kuvattuna (SAhL s.a.).

Reinkemeierin ym. (2009, 27–31) mukaan vasen käsi toimii passiivisena tukena aseensa alla ollen mahdollisimman rento. Ranteen on oltava suorana, jotta se voi muodostaa jäykän tuen rekyyliä

vastaan. Aseen paino lepää vasempaan olkavarteen kiinnitetyn hihnan varassa, mikä mahdollistaa aseensa pysymisen paikallaan ilman lihastyötä. Hyvin säädetyn hihnan kautta pulssi ei välity aseeseen. (Reinkemeier ym. 2009, 27–31.) Oikean kyynärpäähän tuki viimeistelee sivuttaisuuntaisen tuen ja mahdollistaa piipun sivuttaisuuntaisen liikkeen eliminoimisen rekyylin aiheuttamasta liikkeestä (Reinkemeier ym. 2009, 21).

Reinkemeierin ym. (2009, 11) mukaan paras rekyylin vastaanotto saavutetaan, kun vartalo on mahdollisimman paljon aseensa takana, minkä vuoksi vartalon tulisikin olla 10–30 asteen kulmassa ampumasuuntaan nähden (kuva 13). Toisaalta ampumahiihtäjä voi hyötyä hieman enemmän vasemmalle kääntyneestä asennosta, sillä se saattaa joillakuilla tuntua miellyttävämmältä ja helpottaa hengittämistä, mikä on kilpailusuorituksessa eduksi. Reinkemeier ym. (2009, 13–14) painottavat niin ikään kunkin ampujan oman tuntemuksen merkitystä hyvän makuuasennon rakentamisessa.



KUVA 13. Makuuampuma-asento takaa kuvattuna (SAhL s.a.).

Ampumahiihdon ampumasuoritus makuulta on lähellä kivääriammunnan makuuammuntaa ja siinä ei ole erityisiä fyysisiä vaatimuksia. Kun kivääriampuja pyrkii täydellisiin laukauksiin, on ampumahiihtäjän taas pystyttävä havaitsemaan, milloin tähtäinkuva on riittävän tarkka. Makuuammunnan pienempi osama-alue vaatii kuitenkin huomattavasti pystyammuntaa tarkempaa

tähtäystä. Gros Lambertin ym. (1999) mukaan ampumahiihtoammunta erityisesti makuulta vaatiikin erittäin tarkkaa erottelukykä täydellisen ja riittävän tähtäyksen välillä. Koska ampumahiihdossa ampumasuoritus on pyrittävä suorittamaan mahdollisimman nopeasti, on eduksi pystyä liipaisemaan ensimmäiseen riittävän hyvään tähtäinkuvaan. Tämä on kuitenkin rasituksessa vaikeampaa kuin ilman rasitusta, sillä hiihtorasituksen on havaittu heikentävän visuaalista reaktioaikaa ampumahiihtäjillä (Gros Lambert ym. 1999). Vaikka osumaan ei vaaditakaan täydellistä laukausta, on Gros Lambertin ym. (1999) mukaan ampumahiihtäjänkin pystyttävä tarkkaan motoriseen kontrolliin liipaisuhetkellä, sillä liipaisu on pystyttävä tekemään kivääriammunnan tapaan ilman muun kehon liikkeitä.

### **3.2 Pystyammunta**

Pystyammunnassa ampumahiihtäjällä on tukipisteinään vain jalat ja ase on tuettuna perälevystään oikeaa olkapäätä vasten sekä vasemman käsivarren kautta vasemman lonkan päälle (kuva 14) (Reinkemeier ym. 2009, 63). Myös pään painon laskeminen poskiluun kautta aseeseen poskipakalle tuo vakautta, kun aseeseen painopiste siirtyy hieman taaemmaksi (Reinkemeier ym. 2009, 95). Pystyammunnassa hartiasta tuleva paine on selvästi enemmän perälevyn alaosassa kuin makuuammunnassa (Grebot & Burtheret 2007), eli perälevy on hartiaa vasten selvästi alaosaan. Monet ampumahiihtäjät käyttävätkin perälevyn alaosassa erityistä koukkua, jonka avulla ase saadaan tuettua myös kainaloon, ja näin asento rakentuu aina samaan kohtaan.

Jalkojen asento määrittää piipun suunnan ennen mitään vartalon kiertoja sekä luo perustan tasapainolle ja asennon vakaudelle (Reinkemeier ym. 2009, 75). Reinkemeier ym. (2009, 75) ja SAhL (s.a.) suosittelvat noin hartioiden levyistä asentoa. Jalkojen etäisyyttä toisistaan muuttamalla voidaan säätää perustähtäyspisteen korkeutta. (Reinkemeier ym. 2009, 76.) Hyvä pystyasento syntyy hakemalla jaloille tasapainoinen asento, jossa lonkan päälle voi muodostaa rennosti tuen aseelle. Mitä enemmän lantiota joudutaan kiertämään oikean tähtäyssuunnan saavuttamiseksi, sitä enemmän kehoon tulee jännityksiä (Reinkemeier ym. 2009, 76). Jalkojen välinen sekä jalkojen ja taulun välinen kulma (etujalka ”auki” taulun suuntaan vai takajalka ”auki” taululta pois päin; ovatko jalat vierekkäin vai toinen hieman edessä) ovat erittäin yksilöllisiä ja riippuvat enimmäkseen raajojen mittasuhteista, mutta tässä työssä mainittavat peruseriaatteet on hyvä pitää mielessä.



KUVA 14. Pystyampuma-asento sivulta päin kuvattuna (SAhL s.a.).

Etukäden tukeminen lonkan päälle sekä aseensa vetäminen olkapäätä vasten toisella kädellä mahdollistavat vakaan asennon saavuttamisen (Sattlecker ym. 2014). Suomalaisilla ampumahiihtäjillä on havaittu, että yleinen ongelma on painopisteen siirtyminen liikaa varpaille pystyasennossa (Valleala ym. 2006). Tämän suuntainen tasapaino korostuu lajisuorituksessa, koska leveällä olevat jalat tarjoavat helpommin hyvän tasapainon tähtäyssuuntaan. Käytännön kokemusten perusteella monet jalassa suksien päältä ammuttaessa paino siirtyy helposti kohti varpaita. Selän taivuttaminen taakse mahdollistaa aseensa tuomisen lähemmäs kehon keskipistettä mahdollistaen paremman tuen kantapäät-varpaat-suunnassa (Reinkemeier ym. 2009, 110). Lantion seudun liikkuvuuden on oltava hyvä, jotta tämä liike ei aiheuta jännityksiä alaselkään ja jalkoihin johtaen esimerkiksi hallitsemattomaan rekyylin vastaanottoon. Liike ei kuitenkaan ole välttämättä edes mahdollinen, mikäli vasemman käden tuki on käden pituuteen nähden liian korkea, sillä se voi pakottaa selkää suoristumaan liikaa. Korkein sääntöjen sallima pystytuen korkeus (12 cm) ei siis automaattisesti sovi kaikille, vaikka korkeammalla tuella selän saakin helpommin rennoksi. Liian suora selkä johtaa helposti painopisteen siirtymiseen liikaa etujalalle, mikä vaikeuttaa lonkkatuen muodostamista kyynärpäälle. Kyynärpään tuen puuttuessa asetta joudutaan kannattelemaan vasemman käden lihaksilla.

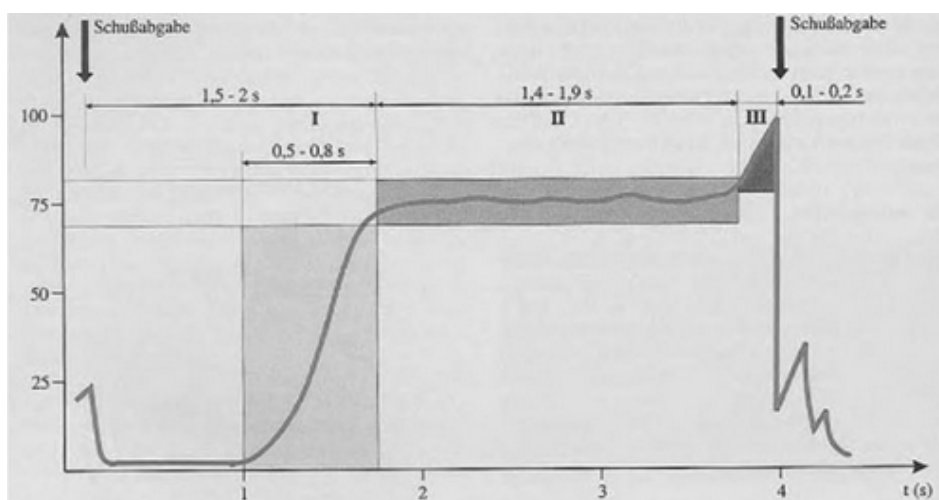
Liipaisukäden tehtävä taas on vakauttaa ase laukausta varten (Reinkemeier ym. 2009, 91). Liian kova lihasjännitys yläraajoissa voi kuitenkin käytännön kokemuksen perusteella aiheuttaa ylimääräistä jännitystä koko kehoon vaikeuttaen tasapainoisen asennon löytämistä, joten jälleen oma tuntemus on tärkeä. Esimerkiksi liipaisusormi on pystyttävä eriyttämään muusta liipaisukäden toiminnasta, jotta hallittu liipaisu on mahdollinen, ja oikean olkapään lihaksiston jännitys voi johtaa hallitsemattomaan rekyylin vastaanottoon (Reinkemeier ym. 2009, 110). Vasen käsi on mielellään täysin rento eikä sillä tule etenkään joutua nostamaan piippua tauluun. Vasemman ranteen on oltava mahdollisimman suorana, jotta käsi- ja olkavarren lihasten ei tarvitse tehdä työtä aseensa kannattelemiseksi, vaan ase voi ikään kuin levätä kyynärpäähän varassa lonkan päällä. (Reinkemeier ym. 2009, 110.)

Pää lepää poskiluun kohdalta poskipakkaa vasten niin, että kaula ollessa rentona pystytään näkemään läpi takatähtäimestä (Reinkemeier ym. 2009, 63). Asettelussa on oltava tarkkana, sillä pään etäisyyden on oltava sama kuin makuuammunnassa tähtäysvirheiden välttämiseksi. Pään asettelun merkitys on suuri myös siksi, että levätessään poskipakkaa vasten sen paino vaikuttaa aseensa painopisteeseen. Kaikki muutokset tässä muuttavat myös aseensa painopistettä ja näin tekevät piipun hallinnasta erilaista (Reinkemeier ym. 2009, 95).

Ampumahiihdon pystyammunta vaatii hyvää asennonhallintaa, joskin eri tavalla kuin makuuammunta, sekä nopeaa reagointikykyä visuaaliseen ärsykkeeseen. Se eroaa kivääriammunnan vastaavasta suorituksesta huomattavasti enemmän kuin makuuammunnassa. Tasapainoinen ampuma-asento, jossa kehon ja aseensa heilunta ovat mahdollisimman pieniä, on yhteydessä hyvään pystyampumataitoon myös ampumahiihtoammunnassa (Sattlecker ym. 2014), vaikkakin strategia sen saavuttamiseen on erilainen kuin kivääriampujilla. Kun kivääriampuja pyrkii poistamaan kehon ja aseensa heilunnan täydellisesti, ampumahiihtäjä taas pyrkii reagoimaan näihin liikkeisiin vastaliikkeillä (Larue ym. 1989, Gros Lambertin ym. 1999 mukaan). Sattleckerin ym. (2007, 263) havaintojen mukaan kokemattomammilla ampujilla suurena heikkoutena näkyvät juuri tasapainoisen asennon saavuttamisen ongelmat verrattuna kokeneempiin. Fyysinen rasitus heikentää ampumahiihtäjän asennonhallintaa huomattavasti erityisesti pystyampuma-asennossa (Gros Lambert ym. 1998, Gros Lambertin ym. 2003 mukaan).

Nitzsche ja Stolz (1981) sekä Pöhlmann (1986) ovat raportoineet, että pystyammunnan lajisuorituksessa täplä on ampumahiihtäjillä tähtäinten sisällä vain noin 200 millisekuntia ennen laukausta (Gros Lambertin ym. 1999 mukaan), mikä korostaa ampumahiihdon pystyammunnan alueammuntamaisuutta. Edelleen ampumahiihtäjän on pystyttävä reagoimaan ensimmäiseen riittävän hyvään tähtäinkuvaan nopeasti, kuten makuuammunnassakin, mutta pystyammunnassa reagointinopeuden merkitys korostuu suuremman osuma-alueen mahdollistaessa heikommatkin laukaukset.

Hyvä tarkkuusampumataito on kuitenkin edellytys hyvälle pystyammunnalle lajisuorituksessa. Baca & Kornfeind (2012) raportoivat paremmin ampuvien ampumahiihtäjien aloittavan tähtäyksen tuonnin täplään lähempää sen keskustaa ja liikkeen olevan laukaisuhetkellä pienempää. Vaikka laukaisu siis tapahtuukin nopeasti, on tähtäinkuva saatava ”hallitun hyväksi”, jotta osuma olisi mahdollinen. Nitzsche (1998) esittää, että pystyammunnassa ampumahiihtäjän olisi ennen varsinaista laukaustapahtumaa puristettava liipaisinta jo noin 70–80 %:n voimalla suhteessa maksimiliipaisuvoimaan, eli enää noin 20–30 % puristuksesta tapahtuu varsinaisella laukaisuhetkellä (kuva 15) (Sattleckerin ym. 2007, 257–258, mukaan). Sattlecker ym. (2007) ovat lisäksi havainneet, että kokeneemilla ampujilla laukausta edeltävän sekunnin aikana liipaisimen puristusvoima on korkeampi kuin aloittelevilla, ja että parhaimmillaan se on noin 89 %. Tämä lienee tarpeellista, jotta liipaisu ei tule nykäisevää, kun se tapahtuu hyvin nopeasti sopivan tähtäinkuvan saavuttamisen jälkeen. Liipaisu onkin tehtävä tässä vaiheessa nopeasti, mutta se ei saa aiheuttaa liikkeitä muualla kuin liipaisevassa sormessa.



KUVA 15. Liipaisuvoiman tasanne pystyammunnassa (Sattlecker 2007, 258).



Eduksi on myös pystyä tekemään jokaiseen laukaukseen tähtäyksen tuonti samalla tavalla (Baca & Kornfeind 2012). Vickersin ja Williamsin (2007) havaintojen perusteella paitsi automaatiotasolla tapahtuva tähtäyksen tuonti, myös erityisesti pidempi tähtäyksen jälkipidon kesto laukauksen jälkeen on yhteydessä parempaan osumatarkkuuteen pystyammunnassa, kun suoritusta edeltää maksimaalinen fyysinen kuormitus.

### **3.3 Ampumahiihtoammunnan psykologiaa**

Ampumahiihtoammunnassa urheilijan keskittymiskyvyllä on suuri merkitys. Huipputasolla kilpailevat ampumahiihtäjät pystyvät varmasti ampumaan hyvin harjoituksissa niin lajinomaisessa rasituksessa kuin ilmankin rasitusta. Vastaavasti ampumahiihtäjä voi yltyä toistuvasti hyviin ampumasuorituksiin kansallisissa kilpailuissa, mutta ei pysty suoriutumaan samalla tasolla kansainvälisissä kilpailuissa. Suoritus sinänsä ei eri tilanteissa ole mitenkään erilainen, mutta helposti urheilija tekee siitä päänsä sisällä erilaisen ollessaan tärkeässä paikassa. Kyky kohdistaa keskittymisensä oleelliseen tekeekin usein parhaista parempia. Huippuampumahiihtäjän on pystyttävä sekä ulkoisten että sisäisten häiriötekijöiden, kuten omien ajatusten, yleisöstä kantautuvien äänien ja samaan aikaan tapahtuvien muiden kilpailijoiden suoritusten, vaikutusten alaisena toimimaan ampumapaikalla keskittyen olennaiseen.

Wulf ym. (2001) esittävät, että huolimatta siitä, kokeeko ihminen aloittaessaan uuden taidon harjoittelun hyötyvänsä enemmän sisäisiin vai ulkoisiin tekijöihin keskittymisestä, taidon oppimisen edetessä suorituksen aikainen huomio siirtyy enemmän sisäisistä tuntemuksista ulkoisiin tekijöihin. Ulkoisiin tekijöihin keskittymisellä tarkoitetaan keskittymisen kohdentamista suorituksen lopputulokseen, ei niinkään siihen, miten suorituksen eri vaiheet tulisi suorittaa. Ampumahiihtäjät huipputasolla ovat ottaneet ampuma-asennon kymmeniä tuhansia kertoja ja ampuneet tähän verrattuna moninkertaisen määrän laukauksia automatisoidakseen suorituksen. Tällöin ei tarvitse kiinnittää huomiota ampuma-asennon osatekijöihin tai fyysisiin tuntemuksiin ampumasuorituksen aikana, sillä suoritus tapahtuu opittujen mallien mukaisesti automaatiotasolla. Silmän havaitessa riittävän tähtäyskuvan, lähtee oikean käden etusormelle käsky puristaa liipaisinta ilman sen suurempaa ajattelua. Kyky toteuttaa suoritus heikkenee kuitenkin merkittävästi, jos urheilijan huomio kiinnittyy sisäisiin tekijöihin, kuten kehon asentoon, väsymykseen tai emotionaalisiin tuntemuksiin – normaalisti automatisoituihin tekijöihin (Janelle 2002;

Masters, 1992). Esimerkiksi yleisön pitämä meteli tai urheilijan ajatus siitä, että juuri tämä ampumasuoritus on erityisen tärkeä kilpailumenestyksen kannalta, johtaa helposti tällaiseen ylikeskittymiseen. Ampumahiihtäjä voi alkaa esimerkiksi tietoisesti korjaamaan jo automatisoitujen liikkeiden seurauksena ottamaansa ampuma-asentoa, eli siis keskittyminen on kohdistunut pois itse suorituksesta.

Käytännön kokemus on monesti osoittanut, että urheilijan on pystyttävä luottamaan omaan ampumataitoonsa suoriutuakseen hyvin vaativassa kilpailusuorituksessa. Positiivinen ampumavire ruokkii hyviä suorituksia ja negatiivinen aiheuttaa helposti päinvastaisen ilmiön. Morris ym. (1981, 541) kuvaavat jälkimmäistä kognitiiviseksi ahdistukseksi (Vickersin & Williamsin 2007 mukaan) – tilanteeksi, jossa urheilija on epävarma taidoistaan ja pelkää epäonnistumisen seurauksia. Oleellista on myös pystyä pitämään keskittyminen kuluvaan hetkessä unohtaen mahdolliset ammutut ohilaukaukset ja niiden vaikutus kilpailun lopputulokseen, jotta ne eivät vaikuta negatiivisesti suoritukseen. Tämä johtaa helposti myös ylikeskittymiseen sisäisiin tekijöihin ja kapasiteettia itse suoritukseen keskittymiselle jää vähemmän.

## 4 AMPUMAHIIHTO KANSAINVÄLISELLÄ TASOLLA

Nykyaikaisen ampumahiihdon kansainväliseksi kattojärjestöksi vuonna 1993 perustettu IBU (The International Biathlon Union) toimii Salzburgissa, Itävallassa (IBU 2015, 14). Järjestön jäseninä ovat kunkin maan olympiakomitean tunnustamat lajin kattojärjestöt, jotka ovat hyväksyneet IBU:n säännöt ja toiminnan tarkoituksen (IBU 2015, 51). Järjestöllä on kaikki oikeudet ampumahiihdon maailmanmestaruuskilpailuihin (aikuiset, juniorit ja nuoret), maailmancupiin ja IBU-cupiin, maanosien mestaruuskilpailuihin sekä maanosien cupeihin. IBU pyrkii kehittämään lajia siten, että urheilijoiden terveys, luonnon koskemattomuus ja ihmisten elinympäristö eivät kärsisi. (IBU 2015, 14.)

### 4.1 Kilpailumuodot

Ampumahiihtokilpailussa hiihtomatkat vaihtelevat 6–20 kilometrin välillä ja kussakin kilpailussa ammutaan joko kaksi tai neljä kertaa (IBU 2015, 506, 526–531). Etäisyys tauluihin ampumapaikalta on aina 50 metriä (IBU 2015, 551) ja kullakin ampumapaikalla ammutaan viisi laukausta, paitsi viestissä, jossa kilpailijalla on käytössään kolme varapatruunaa kutakin ampumasuoritusta kohden (IBU 2015, 506). Ammunta tapahtuu joko makuu- tai pystyasennosta, jotka kilpailumuodosta riippuen ammutaan joko vuorotellen tai peräkkäin. Kustakin ohilaukauksesta kilpailijalle tulee sakko, joka kilpailumuodosta riippuen on joko 150 metrin sakkokierroksen kiertäminen tai minuutin lisäaika loppu-aikaan. Kussakin kilpailussa kilpailija hiihtää aina kierroksen ennen kutakin ampumapaikkaa ja vielä viimeisen ampumapaikan jälkeen yhden kierroksen. (IBU 526–531.)

Pikakilpailu on nimensä mukaisesti kilpailumuodoista lyhyin ja normaalikilpailu pisin. Pikakilpailussa ammutaan kahdesti, kun taas takaa-ajo-, normaali- ja yhteislähtökilpailuissa ammutaan neljästi. Normaalikilpailu poikkeaa muista paitsi pituuden, myös sakkokäytännön osalta, sillä siinä kilpailijan loppu-aikaan lisätään minuutti jokaista ohilaukausta kohden. Normaalikilpailussa onkin hyvillä ampujilla paremmat menestysmahdollisuudet, kun taas muiden kilpailumuotojen 150 metrin sakkokierrokseen kuuluva alle 30 sekunnin aika luo paremmat edellytykset kovalle hiihtäjille. Takaa-ajokilpailun lähtöasetelmat määräytyvät suoraan pikakilpailun tulosten mukaan ja kansainvälisissä kilpailuissa siihen pääsevät pikakilpailun 60 parasta. Kilpailumuodon neljä ammuntaa luo edellytykset jatkuvalla sijoitusten vaihtelulle kilpailun aikana ja

usein nähdään joitakin jopa kymmenien sijojen nousuja pikakilpailussa epäonnistuneilta, mutta takaa-ajossa hyvin onnistuneilta kilpailijoilta. Yhteislähdön osanotto-oikeus määräytyy kulu-  
van kauden menestyksen perusteella ja se on ainoa henkilökohtaisista kilpailumuodoista, jossa  
lähtö tapahtuu yhteislähtönä. (Taulukko 5.)

TAULUKKO 5. Henkilökohtaiset kilpailumuodot ampumahiihdon maailmancupissa kaudella  
2015–2016. Ammunnat: M makuu, P pysty. (IBU 2015, 524–532.)

	Matka miehet / naiset	Ammunnat	Sakko	Osanottorajoite
Pika	10 / 7,5 km	M+P	150 m	Maakiintiö
Takaa-ajo	12,5 / 10 km	M+M+P+P	150 m	60
Normaali	20 / 15 km	M+P+M+P	1 min	Maakiintiö
Yhteislähtö	15 / 12,5 km	M+M+P+P	150 m	30

Ampumahiihdossa kilpaillaan myös erilaisissa viestikilpailuissa maiden välillä. Viestit eroavat  
ammuntojen osalta siten, että kullakin ampumapaikalla kilpailijalla on käytössään kolme vara-  
patruunaa mahdollisia ohilaukauksia varten. Miesten ja naisten viestiin kuuluu neljä viestinvie-  
jää, jotka kukin suorittavat oman osuutensa pikakilpailun säännöillä (pl. varapatruunat), mutta  
hiihtomatkat ovat lyhemmät. Sekaviestissä ensin kaksi naista hiihtää oman viestikilpailunsa  
mukaiset matkat, minkä jälkeen kaksi miestä hiihtää omat osuutensa omilla matkoillaan. (Tau-  
lukko 6.)

TAULUKKO 6. Viestikilpailumuodot ampumahiihdon maailmancupissa kaudella 2015–2016.  
N naiset, M miehet. (IBU 2015, 524–532.)

	Matka
Viesti, miehet	4 x 7,5 km
Viesti, naiset	4 x 6 km
Sekaviestit	2 x 6 km (N) + 2 x 7,5 km (M)
Parisekaviestit	4 x 1,5 km (N) + 5 x 1,5 km (M)

Kaudella 2015–2016 maailmancupin ohjelmaan tuli uutena kilpailumuotona parisekaviesti, jossa joukkueeseen kuuluu yksi nainen ja yksi mies. He hiihtävät vuorotellen kumpikin kahdesti seuraavasti: (1) 1,5 kilometrin kierros, (2) makuuammunta, (3), 1,5 kilometrin kierros ja (4) pystyammunta. Kunkin ammunnan jälkeen on kierrettävä mahdolliset sakkokierrokset. Sakko-kierroksen pituus tässä kilpailumuodossa on muista muodoista poiketen 75 metriä. Vaihtoalue sijaitsee välittömästi sakkokierroksen jälkeen. Viimeisen ammunnan jälkeen mies hiihtää vielä kirikierroksen, joten kokonaismatkaksi tulee naiselle yhteensä 4 x 1,5 kilometriä ja miehelle 5 x 1,5 kilometriä. (Taulukko 6.)

#### **4.2 Kansainvälinen kilpailujärjestelmä**

*Maailmancup.* Ampumahiihdon maailmancup kaudella 2015–2016 jaettiin kolmeen trimesteriin, joista kuhunkin kuului kolme tapahtumaa. Lisäksi maailmancupiin kuuluivat maailmanmestaruuskilpailut, jotka järjestettiin 2.–13.3. Yhteensä maailmancupin ohjelmaan sisältyi 9 pika-, 8 takaa-ajo-, 3 normaali- sekä 6 yhteislähtökilpailua. Viimeiseksi kilpailuksi suunniteltu yhteislähtö Hanty-Mansijskissa jouduttiin kuitenkin perumaan. Näiden lisäksi kilpailtiin 5 miesten ja naisten viestiä, 3 sekaviestiä ja 2 parisekaviestiä. (Taulukko 7.) Maailmancupissa jaettiin 40 parhaalle kilpailijalle pisteitä siten, että 1. saa 60 pistettä (p), 2. 54 p, 3. 48 p, 4. 43 p, 5. 40 p, 6. 38 p, 7. 36 p, 8. 34 p, 9. 32 p, 10. 31 p ja tästä eteenpäin siten, että 40. sai vielä 1 pisteen (IBU 2015, 587). Kokonaiskilpailussa jätettiin huomioimatta kauden kaksi huonointa kilpailua (IBU 2015, 588).

*IBU Cup.* IBU cup on ampumahiihdon toinen kansainvälinen cup, jossa kilpailee urheilijoita, jotka eivät mahdu maidensa joukkueisiin maailmancupiin. IBU cup koostui kaudella 2015–2016 kahdeksasta tapahtumasta, joissa kilpailtiin yhteensä 11 pika-, 3 takaa-ajo- ja 2 normaali-kilpailua. Lisäksi kilpailtiin viesteissä, joista 4 oli sekaviestejä ja 3 parisekaviestejä. (Taulukko 8.) IBU cup toimii ikään kuin ponnahduslautana maailmancupiin tavoitteleville urheilijoille.

*Muut kansainväliset kilpailut.* Maailmancupin ja IBU-cupin lisäksi ampumahiihdossa järjestettiin kaudella 2015–2016 nuorille tarkoitettu IBU Junior Cup, jossa kilpailtiin neljässä tapahtumassa 11.–13.12.2015 Obertilliachissa (Itävalta), 17.–19.12.2015 Martellissa (Italia), 8.–10.1.2016 Lenzerheidessa (Sveitsi) sekä 16.–20.3.2016 Pokljukassa (Slovenia; nuorten EM-kilpailut). Obertilliachissa ja Martellissa kilpailtiin kahdessa pikakilpailussa, Lenzerheidessa

pika- sekä normaalikilpailussa ja Pokljukassa pika-, takaa-ajo- ja normaalikilpailuissa. Nuorten maailmanmestaruuskilpailut vuonna 2016 järjestettiin 26.1.–2.2. Romanian Cheile Gradisteissa sarjoina alle 19-vuotiaat sekä 19–21-vuotiaat miehet ja naiset. Siellä kilpailtiin kaikilla henkilökohtaisilla matkoilla sekä viestissä. Avoimet Euroopan-mestaruuskilpailut järjestettiin myös aikuisille (Tjumen, Venäjä; 23.–28.2.2016). Kilpailumuotoina olivat tuolloin pika-, takaa-ajo- ja yhteislähtö sekä parisekaviesti ja sekaviesti. (IBU 2015, 84–129.)

TAULUKKO 7. Maailmancupin ohjelma kaudella 2015–2016. MC maailmancup, MM maailmanmestaruuskilpailut. Kilpailuajankohdat esitetty muodossa miesten / naisten. (IBU 2015, 84–129.)

Tapahtuma	Ajankohta	Paikka	Pika	Takaa-ajo	Nor- maali	Yhteis- lähtö	Viesti	Seka- viesti	Pariseka- viesti
MC 1	28.11.– 6.12.2015	Östersund, Ruotsi	5.12. / 5.12.	6.12. / 6.12.	2.12. / 3.12.			29.11.	29.11.
MC 2	10.12.– 13.12.2015	Hochfilzen, Itävalta	11.12. / 11.12.	12.12. / 12.12.			13.12. / 13.12.		
MC 3	16.12.– 20.12.2015	Pokljuka, Slovenia	17.12. / 18.12.	19.12. / 19.12.		20.12. / 20.12.			
MC 4	7.1.– 10.1.2016	Ruhpolding, Saksa (siirretty)	8.1. / 8.1.	9.1. / 9.1.		10.1. / 10.1.			
MC 5	12.1.– 17.1.2016	Ruhpolding, Saksa			13.1. / 14.1.	16.1. / 16.1.	15.1. / 17.1.		
MC 6	20.1.– 24.1.2016	Antholz-Anter- selva, Italia	22.1. / 21.1.	23.1. / 23.1.			24.1. / 24.1.		
MC 7	3.2.– 7.2.2016	Canmore, Kanada	4.2. / 5.2.			6.2. / 6.2.		7.2.	7.2.
MC 8	10.2.– 14.2.2016	Presque Isle, Me, Yhdysvallat	11.2. / 11.2.	12.2. / 12.2.			13.2. / 14.2.		
MM	2.3.– 13.3.2016	Oslo, Norja	5.3. / 5.3.	6.3. / 6.3.	10.3. / 9.3.	13.3. / 13.3.	12.3. / 11.3.	3.3.	
MC 9	16.3.– 20.3.2016	Hanty-Mansijsk, Venäjä	18.3. / 17.3.	19.3. / 19.3.		20.3. / 20.3. (peruttiin)			

TAULUKKO 8. IBU Cupin ohjelma kaudella 2015–2016. IBU Cupissa miehet ja naiset kilpailevat samana päivänä saman kilpailun. Osassa tapahtumista kilpaillaan useampi pikakilpailu. IC IBU Cup. (IBU 2015, 84–129.)

Tapahtuma	Ajankohta	Paikka	Pika	Takaa-ajo	Normaali	Sekaviest	Parisekaviest
IC 1	27.11.– 19.11.2015	Idre, Ruotsi	28.11., 29.11.				
IC 2	10.12.– 13.12.2015	Ridnaun, Italia	12.12.	13.12.		11.12.	11.12.
IC 3	17.12.– 19.12.2015	Obertilliach, Itävalta	19.12.		18.12.		
IC 4	8.1.– 10.1.2016	Nove Mesto, Tšekki	9.1., 10.1.				
IC 5	13.1.– 17.1.2016	Ridnaun, Italia (siirretty)	14.1.	16.1.		17.1.	
IC 6	20.1.– 23.1.2016	Arber, Saksa	21.1.	22.1.		23.1.	23.1.
IC 7	12.2.– 14.2.2016	Brezno-Orsblie, Slovakia	14.2.		13.2.		
IC 8	9.3.– 13.3.2016	Martell, Italia	10.3., 12.3.			13.3.	13.3.

#### 4.3 Kansainvälisen huipputason suorituksen vaatimukset

Kilpailuiden kesto vaihtelee naisilla 17–50 minuutin ja miehillä 20–50 minuutin välillä kilpailumuodosta riippuen lyhimmän kilpailumuodon ollessa pika- ja pisimmän normaalikilpailu. Ampumapenkalla kuluva aika (penkka-aika, eli saapuminen, ammuntaan valmisteluineen kuluva aika ja kiihdytys kilpailuvauhtiin) kutakin ammuntaa kohden on noin 45–60 sekuntia, josta ammuntaan kuluu noin 25–30 sekuntia. (IBU 2016b.) Taulukoihin 9 ja 10 on koottu eri kilpailumuodoista keskiarvot kunkin kilpailun kolmen parhaan urheilijan kilpailusuoritusten osatekijöistä. Analyysissä on käytetty kauden 2015–2016 Östersundin (29.11.–6.12.2015), Hochfilzenin (11.–13.12.2015), Ruhpoldingin (8.–10.1.2015 ja 13.–17.1.2015) ja Antholz-Anterselvan (21.–24.1.2016) kilpailuita, sillä nämä kilpailupaikkakunnat ovat maailmancupin ohjelmassa

joka vuosi. Analysoidulla kaudella poikkeuksen teki Oberhofin kilpailuiden siirtyminen Ruhpoldingiin, jossa pidettiin siis kaksi maailmancup-tapahtumaa. (Taulukko 9; taulukko 10.)

TAULUKKO 9. Miesten TOP3:n suoritustaso kaudella 2015–2016 (IBU 2016b).

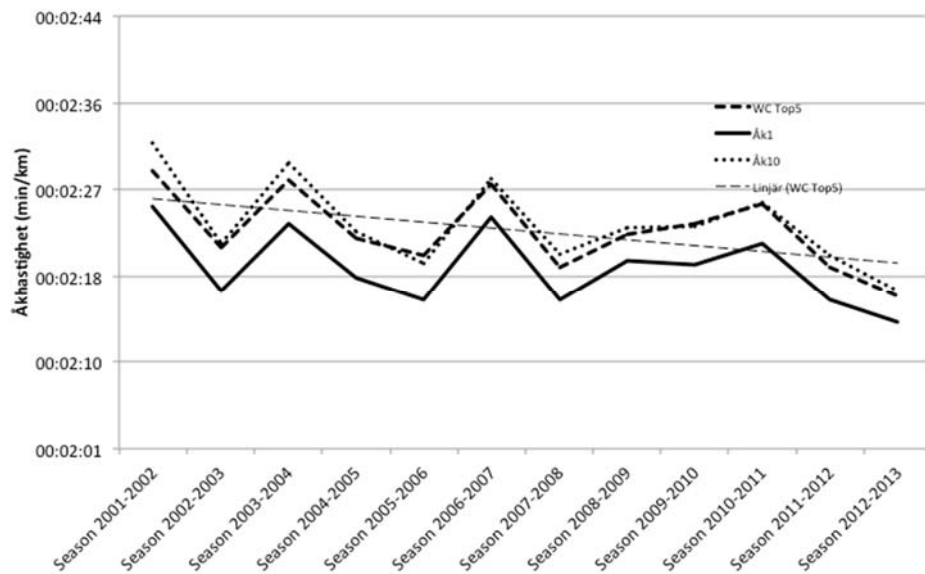
Miehet	Penkka-aika (s)	Ampuma-aika M (s)	Ampuma-aika P (s)	Osumat M (%)	Osumat P (%)	Kesto (min)	Hiihtovauhti (min/km)
Pika	49	30,1	26,4	95 %	95 %	23:27	2:08
Takaa-ajo	47	28,9	23,6	93 %	90 %	32:11	2:11
Yhteislähtö	47	29,8	24,3	95 %	95 %	37:29	2:13
Normaali	49	30,0	26,6	95 %	98 %	50:13	2:18

TAULUKKO 10. Naisten TOP3:n suoritustaso kaudella 2015–2016 (IBU 2016b).

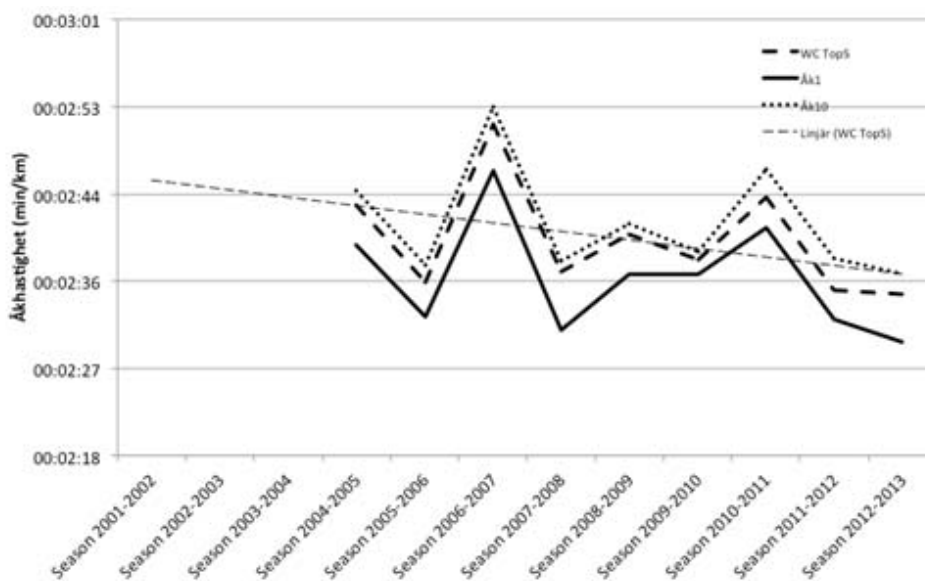
Naiset	Penkka-aika (s)	Ampuma-aika M (s)	Ampuma-aika P (s)	Osumat M (%)	Osumat P (%)	Kesto (min)	Hiihtovauhti (min/km)
Pika	53	31,3	29,7	98 %	97 %	20:20	2:25
Takaa-ajo	53	32,2	29,5	97 %	90 %	30:39	2:28
Yhteislähtö	54	32,6	31,4	97 %	93 %	37:28	2:35
Normaali	53	32,4	29,5	98 %	95 %	41:08	2:29

Hiihtovauhti on kehittynyt merkittävästi sekä miehillä (kuva 9) että naisilla (kuva 10), mutta miehillä selvästi enemmän. Miesten taso (kuva 16) hiihtovauhdilla mitattuna on paljon leveämpi kuin naisten (kuva 17) ja se on leventynyt entisestään viime vuosina. Esimerkiksi kaudella 2009–2010 25 miestä hävisi nopeimmalle hiihtoajassa alle minuutin, kun taas kaudella 2012–2013 tuo luku oli jo 35 (Laaksonen ym. 2013). Naisilla erot hiihtovauhdissa ovat suurempia ja sijoittuakseen kärkeen on naisissa pystyttävä olemaan myös nopeimpia hiihtäjiä. Laaksonen ym. (2013) havaintojen perusteella viiden kärkeen lopputuloksissa sijoittuvat ovat selvästi nopeampia hiihtäjiä kuin 10. nopein hiihtäjä, kun taas miehillä 10. nopein hiihtäjä voi olla yhtä nopea kuin viiden kärkeen sijoittuvat. Miehillä voi siis riittää 10. kovin hiihtovauhtikin vielä kärkisijoituksille pääsemiseen. (Laaksonen ym. 2013.)





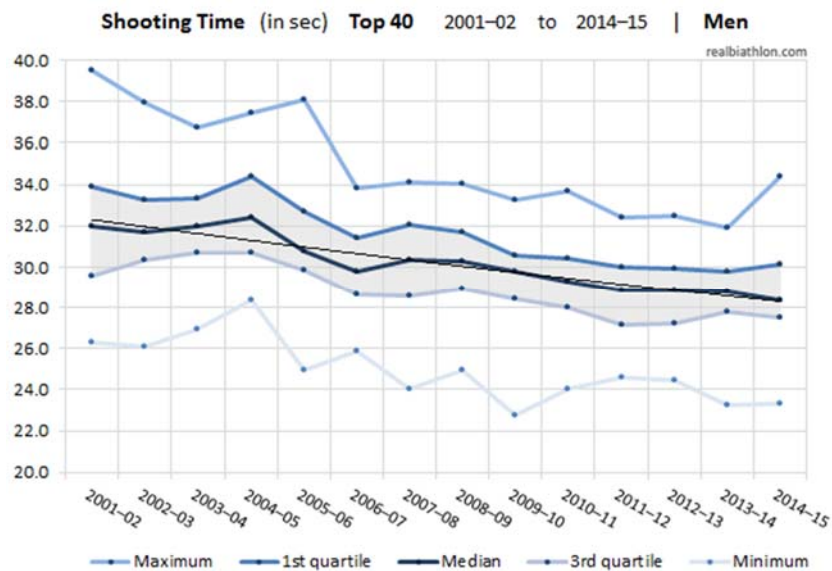
KUVA 16. Hiihtovauhti miehillä pikakilpailuissa. WC Top5 keskiarvo viideltä parhaalta, Åk1 nopein hiihtäjä, Åk10 10. nopein hiihtäjä. (Laaksonen ym. 2013.)



KUVA 17. Hiihtovauhti naisilla pikakilpailuissa. WC Top5 keskiarvo viideltä parhaalta, Åk1 nopein hiihtäjä, Åk10 10. nopein hiihtäjä. (Laaksonen ym. 2013.)

Miesten ampumasuoritusajat ovat nopeutuneet (mitattuna ampumamatolla kuluvalla ajalla) viimeisten 14 vuoden aikana huomattavasti (kuva 18). Kaudella 2001–2002 40 nopeimman ampujan mediaanitasoin ampumasuoritus kesti 32,0 sekuntia ja kaudella 2014–2015 28,3 sekuntia

(-3,6 s). Yleisesti ottaen nopeampia ampujia on nykyään yhä enemmän, sillä verrattuna kauteen 2001–2002 kymmenen nopeimman ampujan kehitys oli kauteen 2014–2015 mennessä 1,8 sekuntia, kun taas 40. nopein ampuja oli peräti 5,1 sekuntia nopeampi kuin 14 vuotta aiemmin. 40 nopeimman ampujan keskiarvoon yltääkseen oli tuolloin pystyttävä suoriutumaan ammunasta 28,7 sekunnissa ja 60 nopeimmankin keskiarvoon alle 30 sekunnissa. (Real biathlon s.a.)

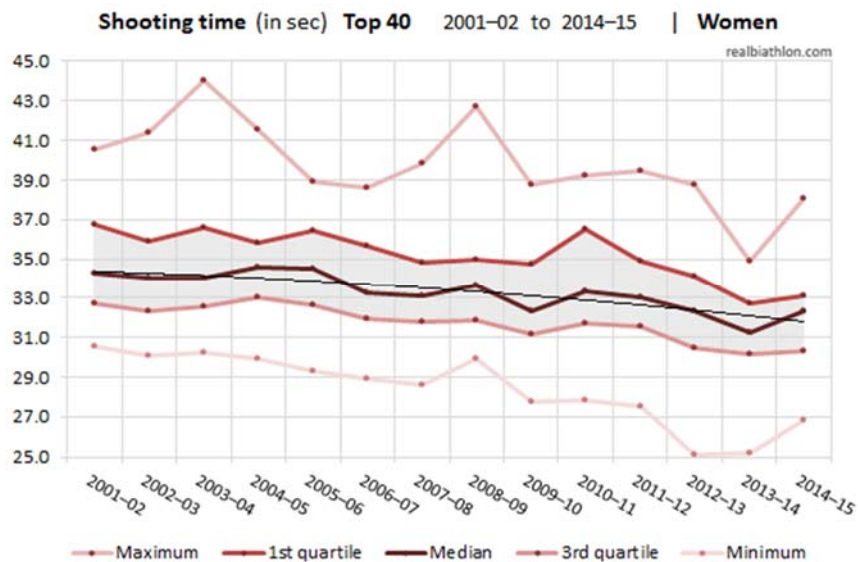


KUVA 18. Ampuma-ajat miehillä kaudesta 2001–2002 kauteen 2014–2015 (Real biathlon s.a.).

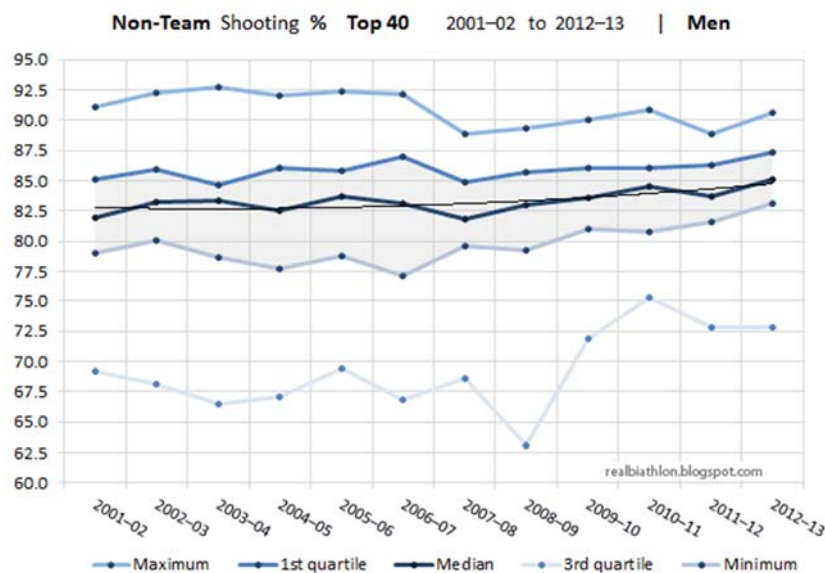
Naisten ampumasuoritukset ovat niin ikään nopeutuneet, mutta hieman maltillisemmin kuin miesten (kuva 19). 40 nopeimman ampujan mediaanitason ampumasuoritus nopeutui kauden 2001–2002 34,2 sekunnista kaudelle 2014–2015 32,3 sekuntiin (miehillä 32,0 s → 28,3 s). Toisin kuin miehissä, naisissa kehitystä tapahtui sekä 40 nopeimman nopeimmilla että hitaimmilla ampujilla saman verran: kymmenen nopeimman kehitys oli 2,4 sekuntia ja 60 nopeimman 2,9 sekuntia. Naiset ovat kuitenkin selvästi miehiä hitaampia, joten heillä on mahdollista tapahtua vielä suurempaa kehitystä, sillä ammunassa erot fyysisessä suorituskyvyssä eivät korostu. (Real biathlon s.a.) Naisissa nähtäneenkin hieman viiveellä vastaava kehitys kuin miehillä, eli 40. nopein ampuja alkaa lähestyä kymmentä nopeinta.

Ampumapaikkatyöskentelyn nopeutumisen lisäksi myös tarkkuus ammunassa on parantunut sekä miehillä (kuva 18) että naisilla (kuva 19). Miehillä sekä 40 parhaan mediaani että kes-

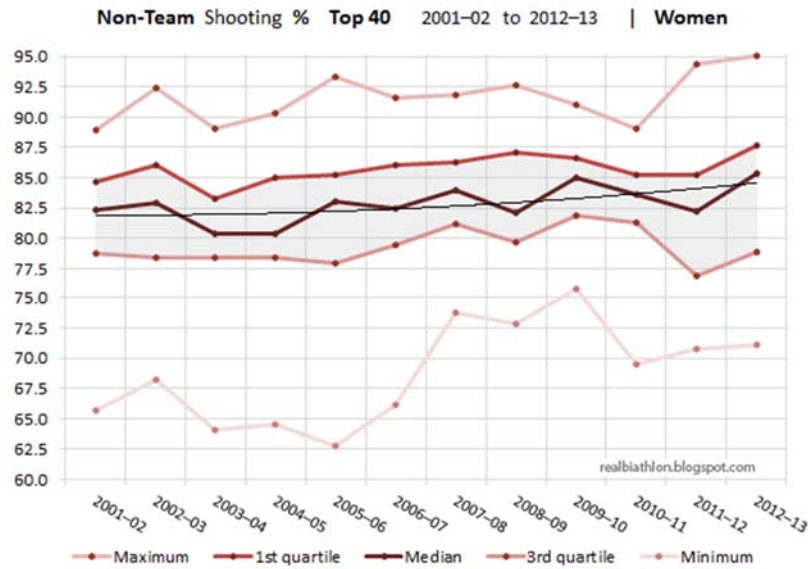
kiarvo osumatarkkuudessa on kasvanut kaudesta 2001–2002 yli 3 % kauteen 2012–2013 mennessä. Huomioitavaa on erityisesti 40. parhaan ampujan osuuden kasvu yli 70 %:iin kaudella 2009–2010, jota ennen se on ollut aina alle 70 %. Naisilla kehitys on ollut samansuuntaista ja -suuruista kuin miehillä.



KUVA 19. Ampuma-ajat naisilla kaudesta 2001–2002 kauteen 2014–2015 (Real biathlon s.a.).



KUVA 20. Osumatarkkuus miehillä kaudesta 2001–2002 kauteen 2012–2013 (Real biathlon s.a.).



KUVA 21. Osumatarkkuus naisilla kaudesta 2001–2002 kauteen 2012–2013 (Real biathlon s.a.).

Cholewa ym. (2005) ovat myös tutkineet eri osatekijöitä ampumahiihtokilpailussa. Heidän havaintojensa mukaan hyvällä amunnalla (0 tai 1 ohilaukausta) ja keskiverrolla hiihtovauhdilla sijoittuu varmuudella 30 joukkoon (Cholewa ym. 2005), kun 40 parasta saavat maailmancupin pisteitä (IBU 2015, 587). Etenkin miehissä hiihtovauhdin taso on jo niin laaja, että keskiveronkin hiihtovauhdin saavuttaminen on kovan työn takana, kuten edellä esitettiin. Naisissa tämä taas on helpompaa. Cholewan ym. (2005) mukaan noin 90 % osumatarkkuus riittäisi sijoitukseen 30 parhaan joukossa. He havaitsivat myös, että mitä korkeammalle lopputuloksissa nousee, sitä vähemmän ampuma-aika vaikuttaa lopputulokseen (Cholewa ym. 2005). Toisin sanoen kärkipäässä ammuntanopeus ei niinkään ratkaise lopputulosta. Tämä johtunee siitä, että kärkipäähän sijoittuvilla taso on jo niin korkea, että lopulliset erot tulevat hiihtovauhdista. Kova hiihtovauhti on siis tärkein osatekijä ampumahiihtokilpailussa, kun parhaat erottuvat parhaista, mutta sijoittuakseen kolmen parhaan joukkoon on ampumapaikalla myös onnistuttava lähes täydellisesti (taulukko 9; taulukko 10).

Taulukkoon 11 on koottu Laaksosen ym. (2013) määrittämät suoritusasteet kansainvälisen tason ampumahiihtäjälle perustuen tuon analyysin kirjoittamisajankohdalla Ruotsin maajoukkueampumahiihtäjien tasoon. Kaudella 2015–2016 muun muassa Viron ampumahiih-

tomaajoukkueen ampumavalmentajana toiminut Asko Nuutinen kertoo käyttävänsä valmennuksessaan samoja rajoja huippusuorituksiin riittävälle ampumataidolle, mutta lisääisi vielä lajinomaisena kouluammuntana (5 laukauksen sarjoja vierekkäisiin täpliin) toteutettavan 30 + 30 laukauksen (makuu + pysty) testin, jolle kertoo käyttävänsä pisterajoina 280 + 210 (makuu + pysty) (Nuutinen 2016). Vastaavasti vuosina 1990–2013 Norjaa arvokilpailuissa edustaneilla urheilijoilla tehdystä Tønnesenin ym. (2015) tutkimuksesta on koottu ampumahiihtäjien maksimaalisen hapenottokyvyn arvot taulukoihin 12 ja 13. Olisi mielenkiintoista saada jatkossa tutkimustietoa myös huippuampumahiihtäjien ylävartalon maksimaalisesta tehontuottokyvystä, sillä kuten kappaleessa 2.3 esitettiin, sen merkitys on kasvanut.

TAULUKKO 11. Ruotsalaisten ampumahiihtäjien suoritustason mittareita (Laaksonen ym. 2013). M makuuammunta, P pystyammunta,  $VO_{2max}$  maksimaalinen hapenottokyky, KP kehonpaino.

	Naiset	Miehet
Kouluammunta 30 M + 30 P	285 + 230	285 + 230
Osumat M / P	90 % / 90 %	90 % / 90 %
Ampuma-aika M / P	32 s / 29 s	29 s / 25 s
$VO_{2max}$	> 65 ml/kg/min	> 75 ml/kg/min
3000 m (juoksu)	< 10:30 min	< 9:30 min
Penkkipunnerrus	100 % KP	120 % KP
Penkkiveto	85 % KP	100 % KP
Leuanveto	10 toistoa	15 toistoa
Dippi	15 toistoa	25 toistoa
”Brutal bench”	25 toistoa	25 toistoa
Kevennyshyppy	35 cm	40 cm
Suhteellinen lihasmassa	75 %	82 %
Suhteellinen rasvamassa	17–23 %	< 13 %

TAULUKKO 12. Norjaa arvokilpailuissa 1990–2013 edustaneiden miesampumahiihtäjien hapenottokyky ( $VO_{2max}$ ) (Tønnesen ym. 2015).

n	Taso	Massa (kg)	Pituus (cm)	$VO_{2max}$ (l/min)	$VO_{2max}$ (ml/kg/min)
8	Arvokisamitalistit	$76 \pm 7$	$182 \pm 6$	$6,17 \pm 0,57$	$81,1 \pm 3,3$
7	Ei mitalistit	$79 \pm 6$	$182 \pm 5$	$6,17 \pm 0,46$	$78,5 \pm 4,5$

TAULUKKO 13. Norjaa arvokilpailuissa 1990–2013 edustaneiden naisampumahiihtäjien hapenottokyky ( $VO_{2max}$ ) (Tønnesen ym. 2015).

n	Taso	Massa (kg)	Pituus (cm)	$VO_{2max}$ (l/min)	$VO_{2max}$ (ml/kg/min)
7	Arvokisamitalistit	$61 \pm 4$	$173 \pm 3$	$3,99 \pm 0,21$	$65,9 \pm 4,9$
11	Ei mitalistit	$64 \pm 5$	$171 \pm 5$	$3,96 \pm 0,39$	$62,0 \pm 3,1$

## 5 VALMENNUKSEN OHJELMOINTI

Ampumahiihdossa, kuten muussakin kestävyysurheilussa, harjoittelu perustuu yksittäisten harjoitusten intensiteetin, keston ja lukumäärän säätelyyn. Pyrkiessään maksimoimaan suorituskykyä ampumahiihtäjän on pystyttävä paitsi harjoittelemaan oikeassa suhteessa oikeita suorituskyvyn osatekijöitä, myös välttämään yliharjoittelua, minimoimaan vammojen syntymisen mahdollisuus ja ajoittamaan huippusuorituskykyä kauden tärkeimpään hetkeen. Harjoittelu onkin parhaimmillaan taiteilua elimistön ja psyyken sietokyvyn rajamailla kuitenkin ylittämättä sitä.

Ampumahiihdossa on tyypillistä, että harjoitellaan paljon. Huippu-urheilijoilla harjoituskertoja tulee usein kahdesta jopa kolmeen päivässä. Ampumahiihtäjälle lisäkuormitusta tuo ammunnan harjoittelu. Jotta tällaisen toteuttaminen on mahdollista, on ylimääräisten stressitekijöiden minimointi sekä sopivan harjoitusten intensiteetin löytäminen tärkeää. Perinteinen suomalainen harjoittelumalli hiihdossa on sisältänyt karkeasti paljon peruskestävyysharjoittelua (alle aerobisen kynnyksen), kohtuullisesti vauhtikestävyysharjoittelua (aerobisen ja anaerobisen kynnyksen välissä) sekä maltillisesti maksimikestävyysharjoittelua (yli anaerobisen kynnyksen). Nykypäivänä on kuitenkin nostanut päätään malli, jossa harjoitellaan enemmän ääripäitä. Tässä esimerkiksi Hydrenin ja Cohenin (2015) kuvaamassa mallissa on enemmän harjoittelua anaerobisen kynnyksen läheisyydessä tai maksimikestävyysalueella, kun taas vauhtikestävyysharjoittelun määrä on pienempi perinteiseen malliin verrattuna. Olennaista on, että toisen ääripään eli peruskestävyysalueen harjoitukset tehdään riittävän rauhallisina (Hydren & Cohen 2015).

Seiler (2010) esittää, että matalan intensiteetin (veren laktaatti alle 2 mmol/l) ja korkean intensiteetin harjoittelun 80:20-suhde mahdollistaa kestävyysurheilussa suorituskyvyn kehittymisen pitkällä tähtäimellä. On huomioitava, että tällainen suhde sopii parhaiten paljon harjoittelevalle, ja esimerkiksi nuorten urheilijoiden kohdalla on arvioitava parasta toteutusta tapauskohtaisesti erityisesti kokonaisharjoittelumäärää silmällä pitäen. Tehoharjoittelun määrän lisäämisen vaikutuksista on hyvin vaihtelevaa näyttöä. Runsas harjoittelu matalalla intensiteetillä (60–75 %  $VO_{2max}$ ) yhdistettynä kohtuulliseen teoharjoittelun (85–100 %  $VO_{2max}$ ) määrään vaikuttaisi olevan tehokkainta (Seiler 2010). Kovien harjoitusten lisääminen tekee riittävästä palautumisesta erittäin haastavaa, kun harjoitusten väliin jää aikaa vain 4–12 tuntia urheilijan harjoitel-

lessa kahdesti päivässä. Harjoittelu onkin järkevää sovittaa yksittäisten harjoitusten aikaansaamien solunsisäisten adaptaatioiden tapahtumiseen. Näiden soluissa tapahtuvien muutosten tutkiminen huippu-urheilijoilla ei olekaan erityisen helppoa eikä tutkimuksia juuri ole.

Kokonaiskuormituksen hallinta on äärimmäisen tärkeässä osassa kestävyysurheilijan harjoittelua. Huippukestävyysurheilijoilla joko useammin tai pidempään harjoittelu matalalla intensiteetillä näyttäisi johtavan pienempään kokonaiskuormitukseen ja nopeampaan palautumiseen verrattuna yli laktaattikynnyksen tapahtuviin harjoituksiin (Seiler ym. 2007), mikä puhuu entistään runsaan peruskestävyysharjoittelun puolesta. On myös huomattu, että jos pystytään harjoittelemaan joka toinen päivä kahdesti, on pitkäaikainen adaptaatio tehokkaampaa kuin jos sama määrä harjoiteltaisiin jaettuna peräkkäisiin yhden harjoituksen päiviin (Yeo ym. 2008; Hansen ym. 2004), ja että palautuminen yksittäisistä kovan intensiteetin harjoituksista on tehokkaampaa huippukestävyysurheilijoilla, jotka harjoittelevat kahdesti päivässä (Seiler ym. 2007).

Näiden tietojen valossa lienee selvää, että runsaalla matalan intensiteetin harjoittelulla yhdistettynä kohtuulliseen määrään tehoharjoittelua päästään kestävyysurheilussa pitkälle. Huipputasolle pääseminen vaatii selvästi runsasta harjoittelun määrää, joten kahdesti päivässä harjoittelu on välttämätöntä senkin vuoksi. Runsaan fyysisen harjoittelun lisäksi on muistettava, että ampumahiihdossa on mukana myös aivan toisenlaisen ominaisuuden, ampumataidon, harjoittaminen. Tämä yhdistettynä kaikkiin harjoittelun tukitoimenpiteisiin tekee ampumahiihdosta yhden kaikkein vaativimmista ja kokonaisvaltaisimmista urheilulajeista.

## **5.1 Ampumahiihdon harjoittelu kansainvälisellä tasolla**

### **5.1.1 Fyysisen harjoittelun kokonaisuus**

Holmberg (2015) esittää, että hiihtäjällä harjoittelun tulisi tähdätä maksimaalisen aerobisen tehon, lihasten aineenvaihduntakapasiteetin ja hiihdon taloudellisuuden kehittämiseen. Huippukestävyysurheilussa matala- ja keskitehoisella kestävyysharjoittelulla luodaan riittäville lihadaptatioille perusta, kun taas korkeatehoisella kestävyysharjoittelulla rakennetaan maksimaalista suorituskykyä (Esteve-Lanao ym. 2007; Holmberg 2015). Huippu-urheilija tarvitsee jat-



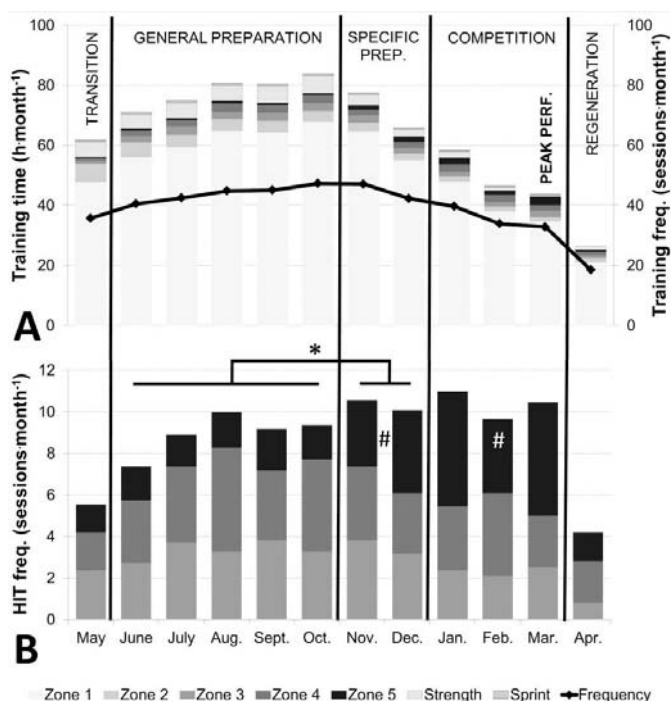
kuvasti entistä kovemman intensiteetin harjoituksia saavuttaakseen riittävän ärsykkeen elimistölleen adaptaatioiden syntymiseksi. Käytännössä tämä tarkoittaa riittävää määrää harjoittelua anaerobisen kynnyksen tasolla ja sen yläpuolella yhdistettynä runsaaseen matalatehoiseen harjoitteluun.

Tønnessen ym. (2014) tutkivat olympiakultaa tai maailmanmestaruuden voittaneiden maasto- ja ampumahiihtäjien harjoittelua arvokisavoiton tuoneelta kaudelta. Nämä urheilijat harjoittelivat keskimäärin noin 800 tuntia tuon vuoden aikana noin 500 harjoituskerralla, ja noin 500 tuntia harjoittelusta oli lajinomaista lajinomaisuuden selkeästi lisääntyessä kohti kilpailukautta (kilpailukaudella jopa 92 % lajinomaista; vähemmän ei-lajinomaista matalan intensiteetin harjoittelua). 94 % kaikesta harjoittelusta oli aerobista kestävyysharjoittelua, josta urheilijat toteuttivat 90 % matalalla intensiteetillä (alle ensimmäisen laktaattikynnyksen) ja 10 % korkealla intensiteetillä (yli ensimmäisen laktaattikynnyksen). Noin joka neljännessä harjoituksessa intensiteetti oli joko ensimmäisellä laktaattikynnyksellä tai sen yläpuolella. Kilpailukauden aikana harjoittelu muuttui enemmän ääripäiden harjoittelun suuntaan. (Tønnessen ym. 2014)

Perusharjoittelukaudella kesäkuusta lokakuuhun arvokisavoittajat olivat harjoitelleet noin 70–85 tuntia kuukaudessa määrien noustessa vähitellen syksyä kohti. Kilpailuihin valmistavalla kaudella harjoitusmäärät vähitellen laskivat (80...65 tuntia kuukaudessa) ja erittäin korkean intensiteetin tehoharjoitusten osuus tehoharjoittelusta kasvoi keskikovien harjoitusten kustannuksella. Vielä kolme kuukautta ennen arvokisoja harjoittelua oli noin 60 tuntia kuukaudessa, mutta niitä edeltävän kuukauden aikana enää noin 45 tuntia. Yleisesti tehoharjoitusten intensiteettien kasvaessa valmistavilta harjoituskausilta kohti kilpailukautta ja edelleen kohti arvokisoja harjoittelun kokonaismäärä vähentyi. Eniten tämä tapahtui vähentämällä peruskestävyysharjoitusten volyymia. Huomattavaa on, että läpi vuoden kaikesta tehoharjoittelusta vain hyvin pieni osa tapahtui vauhtikestävyysalueella ja kovien tehoharjoitusten intensiteetti kasvoi mitä pidemmälle kausi eteni. Tehoharjoittelun kokonaisvolyymissa ei kuitenkaan tapahtunut merkittäviä muutoksia vuoden aikana. (Kuva 22.)

Losnegard ym. (2013) tutkivat huippuhihtäjien suorituskyvyn osatekijöiden muuttumista yhden kauden aikana. He havaitsivat, että kauden alussa tehty runsas perusharjoittelu kasvatti suorituskykyä yleisesti, mutta ei lajinomaista maksimisuorituskykyä. Lajinomaisen maksimisuorituskyky taas kehittyi lajinomaisen harjoittelun osuuden lisääntyessä kauden edetessä ja

etenkin lajinomaisten teoharjoitusten intensiteetin kasvaessa. (Losnegard ym. 2013.) Bompan ja Haffin (2009, 142–143) perusajatus kestävyysharjoittelun periodisoinnista siis toteutuu.



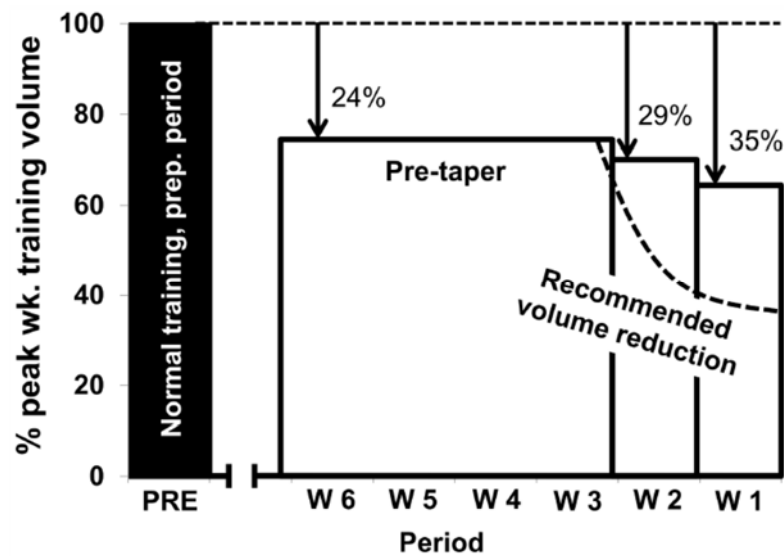
KUVA 22. Arvokisavoittajien harjoittelun jakautuminen vuoden aikana (Tønnessen ym. 2014). Zone 1–2 alle ensimmäisen laktaattikynnyksen, Zone 3 laktaattikynnyksen välissä, Zone 4–5 yli toisen laktaattikynnyksen.

### 5.1.2 Huippusuorituskyvyn ajoittaminen

Huippusuorituskyvyn ajoittaminen kauden tärkeimpiin kilpailuihin on kestävyysurheilussa tyyppillistä. Bosquet ym. (2007) esittävät meta-analyysinsa perusteella optimaaliseksi tavaksi valmistautua tärkeisiin kilpailuihin vähentää harjoittelun volyyymi noin puoleen pitäen intensiteetin ja harjoitusfrekvenssin ennallaan. Ampumahiihdon maailmancupin pitkä kilpailukausi, jossa kilpaillaan lähes joka viikko vähintään kaksi kertaa (taulukko 3), tekee tästä kuitenkin haastavaa.

Yksi merkittävä Tønnessenin ym. (2014) tekemä havainto arvokilpailuvoittajien harjoittelusta olikin se, että he eivät juurikaan vähentäneet harjoittelun volyyymia ennen arvokilpailuita, toisin

kuin kirjallisuudessa suositellaan (kuva 23). Voikin olla, että tiivis kilpailutahti pakottaa urheilijat tällaiseen valmistautumiseen myös arvokisoihin, kun pitkin kautta joudutaan tekemään pienimuotoisempia kunnonajoituksia. Toisaalta arvokilpailuissa usein nähtävät yksittäisten urheilijoiden odottamattoman hyvät suoritukset ja jopa poissa kilpailuista pitkään olleiden urheilijoiden mitalisijoitukset (kuten maastohiittäjä Johan Olssonin maailmanmestaruus 15 kilometrin vapaalla Falunissa 2015) herättävät kysymyksen, mentäisiinkö arvokilpailuissa entistä kovempaa, jos maailmancupin kilpailukalenteri ei olisi niin tiivis ja kaikki joutuisivat suunnittelemaan valmistautumistaan enemmän omilla ehdoillaan?



KUVA 23. Arvokilpailuvoittajien harjoittelun vähentäminen ennen arvokilpailuita verrattuna kirjallisuuden suosittelemaan malliin (Tønnessen ym. 2014).

Myös Laaksonen ym. (2013) tuovat esille kilpailukauden asettamat haasteet huippukunnon ajoittamiseksi arvokilpailuihin. Heidän mukaansa kilpailujärjestelmä pakottaa urheilijat osallistumaan kaikkiin maailmancupin osakilpailuihin, minkä vuoksi harjoittelu kilpailukaudella ja ennen kaikkea huippukunnon ajoittaminen on hankalaa. Marras-joulukuun vaihteesta maaliskuun loppuun kestävän kilpailukauden aikana onkin tärkeää harjoitella riittävästi myös kilpailuiden välissä ja suunnitella selkeä huippukunnon saavuttamiseen tähtäävä jakso ennen arvokilpailuita. (Laaksonen ym. 2013.)

Bompa ja Haff (2009, 196) varoittavat niin ikään, että osallistumalla kaikkiin mahdollisiin kilpailuihin ja pyrkimällä virittämään suorituskyvyn parhaimmilleen kaikkiin kilpailuihin menee

urheilijalta hukkaan paljon tehokasta harjoittelu-aikaa ja kokonaisvaltainen ympärivuotinen kehitys pysähtyy kilpailukaudella. Kuten edellä on useasti todettu, maailmancupin kilpailujärjestelmä pakottaa urheilijat tietynlaiseen rytmiin kilpailukauden harjoittelussa mahdollistaen selkeän harjoittelujakson käytännössä vain joulutauolla tai jättämällä joitakin maailmancup-kilpailuita välistä.

Mikäli ampumahiihtäjä ei vielä kilpaile huippumenestyksestä maailmancupissa, on perusteltua lähestyä kilpailukautta erilaisin tavoittein. Tällöin voidaan esimerkiksi valita tietyt peräkkäiset kilpailuviikot, joiden aikana osallistutaan kaikkiin kilpailuihin, minkä jälkeen pidetään useamman viikon harjoittelujakso ennen seuraavaa kahden-kolmen peräkkäisen kilpailuviikon jaksoa (Bompa & Haff 2009, 197). Ampumahiihdon maailmancup-kiertueella järkevintä on valita kilpailujaksot siten, että peräkkäisillä viikoilla kilpaillaan mahdollisimman lähellä toisiaan olevissa paikoissa, jotta vältetään ylimääräiseltä matkustuksen aiheuttamalta kuormitukselta. Tällainen toteutus kaudella 2015–2016 (taulukko 7) olisi voinut olla esimerkiksi: kilpaileminen MC1–3:ssa, harjoittelujakso, kilpaileminen MC5–6:ssa, harjoittelujakso ja kilpaileminen MM-kilpailuissa sekä MC9:ssä. Tällöin kukin harjoittelujakso alkaa 2–3 päivän palautumisella, mitä seuraa kehittävän harjoittelun jakso, kunnes 2–3 päivää ennen seuraavaa kilpailujaksoa jälleen harjoittelua kevennetään (Bompa & Haff 2009, 197). Maailmancup-tasolla on kuitenkin huomioitava myös se, että kaikki eivät pääse mukaan jokaiseen kilpailuun, vaikka haluaisivatkin (tarkemmin kappale 4). Tällöin tilannetta on arvioitava urheilijakohtaisesti toteutuneiden kilpailustarttien määrän perusteella. Tällainen lähestymistapa sopii hyvin myös nuorten urheilijoiden valmennukseen.

### **5.1.3 Korkeanpaikanharjoittelu**

Korkeanpaikanharjoittelusta saadaan parhaat hyödyt tutkimuskirjallisuuden mukaan, kun asutaan ja tehdään perusharjoittelu korkealla (2200–2500 m) Punasolumassan kasvun saavuttamiseksi on korkealla oleskeltava vähintään kolme viikkoa ja parhaan hyödyn saa yli neljän viikon oleskelulla. (Ephtorp 2014.) Kovat harjoitukset on hyvä tehdä alle 1200 metrissä tai lisähapen avulla korkealla. Suorituskyky on parhaimmillaan ensimmäisen viikon aikana sekä 2–3 viikkoa merenpinnan tasolle palaamisen jälkeen. (Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus 2011.) Korkealla oleskelemisen fysiologiset hyödyt säilyvät ainakin neljä viikkoa (Ephtorp

2014), joten etenkin ajanjakso 2–4 viikkoa merenpinnan tasolle palaamisen jälkeen on tärkeää pystyä hyödyntämään harjoittelussa.

Hiihtäjät hyötyvät korkeanpaikanharjoittelusta paitsi fysiologisten muutosten, myös siellä mahdollisen lajiharjoittelun vuoksi. Olennaista onkin tehdä korkeanpaikanharjoittelu paikoissa, joissa on parhaat olosuhteet hiihtämiseksi. Tällöin fysiologisista muutoksista saadaan hyötyä korkeanpaikanharjoittelujakson jälkeiseen harjoitteluun ja päästään samalla tekemään myös ke-säaikaan harjoittelua lumella. Ampumahiihtäjillä merkittävän rajoitteen tuo kuitenkin kunnol-listen ampumarjoittelupaikkojen puute monissa maastohiihtäjien suosimissa paikoissa. Suo-siteltavaa on siis mennä tekemään korkeanpaikanharjoittelua sellaiseen paikkaan, jossa on mah-dollisuus asua ja tehdä rauhallisia hiihtoharjoituksia korkealla sekä esimerkiksi tehoharjoituksia rulla-ampumahiihtona ja muuta ampuma-harjoittelua matalammalla.

Ampumahiihdon maailmancupin 2015–2016 kilpailupaikosta yli 1000 metrin korkeudessa oli-vat Hochfilzen (1010 m), Pokljuka (1340 m), Antholz-Anterselva (1600 m) ja Canmore (1407 m) eli yhteensä neljä kymmenestä. IBU Cupin kilpailupaikoista yli 1000 metrissä olivat Ridnaun (1365 m), Obertilliach (1385 m) sekä Arber (950–1035 m) eli kolme kahdeksasta. IBU Junior cupin osakilpailut ja nuorten maailmanmestaruuskilpailut käytiin kaikki yli 1000 met-rissä. (SAhL 2016b.) Kansainvälisen tason ampumahiihtäjän on siis kyettävä sopeutumaan kor-keaan ilmanalaan pärjätäkseen, joten korkeanpaikanharjoittelua ei voida sivuuttaa.

#### **5.1.4 Voima- ja nopeusharjoittelu**

Kuten kappaleessa 2.3 on esitetty, voimantuotto-ominaisuudet ovat entistä tärkeämmässä roo-lissa ampumahiihdossa. Voima- ja nopeusharjoittelulla on ehdottomasti paikkansa ampuma-hiihtäjän harjoittelussa, mutta koska kyseessä on kestävyyslaji, ei se saa olla kuitenkaan hallit-sevassa roolissa. Maksimaalisella nopeudella tehdyn maksimi- ja nopeusvoimaharjoittelun on raportoitu hiihtäjillä kehittävän maksimivoimaa (Rønnestad ym. 2012; Losnegard ym. 2011; Hoff ym. 2002, 1999; Østerås ym. 2002) sekä parantavan maksimaalista voimantuottonopeutta (Hoff ym. 2002, 1999; Østerås ym. 2002) – juuri niitä ominaisuuksia, joita nykyaikaisen hiih-täjän on kehitettävä päästäkseen kovaa. Lisäksi muilla kestävyysurheilijoilla sen on havaittu lisäävän tyypin 2a-lihassolujen lukumäärää tyypin 2x-lihassolujen määrän kustannuksella (Rønnestad & Mujika 2014; Aagaard ym. 2011), mikä on ampumahiihtäjälle eduksi 2a-tyypin

lihassolujen paremman kestävyuden mutta kuitenkin kohtuullisen voimantuoton vuoksi (McArdle 2011, 368–374).

Bompan ja Haffin (2009, 140) mukaan harjoituskauden alussa on hyvä hypertrofisella voimaharjoittelulla (suomalaisessa hiihtovalmennuksessa perusvoimaharjoittelulla) rakentaa pohja, jonka päälle voidaan voimantuotto-ominaisuuksia kehittää, sekä poistaa mahdollisia hermo-lihas-järjestelmän epätasapainoja. Pitkän kilpailukauden aikana ampumahiihtäjä voi vain pyrkiä ylläpitämään voimantuotto-ominaisuuksiaan, mutta käytännön kokemuksen perusteella maksimivoima ja maksimaalinen voimantuottonopeus laskevat kilpailukauden myötä. Uuden harjoituskauden alkuvaiheessa on siis hyvä luoda uudelleen perustaa näiden ominaisuuksien kehittämiseksi etenkin, koska kestävyysharjoittelun määrä on tällöin vielä maltillinen (esim. kuva 22).

Harjoituskauden aikana suositellaan kehitettävän lajinomaisen voimantuoton tehoa erilaisilla vastuksilla koko voima-nopeus-käyrän alueella (Mikkola 2014). Tämä on suositeltavaa tehdä yhdistelemällä maksimi- ja nopeusvoimaharjoittelua punttisalilla sekä nopeus- ja nopeusvoimaharjoittelua niin hiihtämällä (tai rullahiihtämällä) kuin esimerkiksi loikkimalla. On kuitenkin muistettava, että teho on maksimivoiman ja nopeuden tulo, joten maksimivoimaa on kehitettävä ennen tehontuoton kehittämistä (Bompa & Haff 2009, 140). Toteutustapoja on siis monia, mutta olennaista on pyrkiä maksimaaliseen tehontuottoon eri vastuksilla ja pitää huoli ominaisuuksien kehittymisen siirtämisestä myös lajisuoritukseen (Mikkola 2014). Tällaisen painotuksen, kuten myöskin jo kuvailtua hypertrofista voimaharjoittelua, sisältävien jaksojen lukumäärä ja jakson kesto riippuu vahvasti urheilijan tarpeista. Painotettujen jaksojen ulkopuolella on huolehdittava lajinomaisia voimantuotto-ominaisuuksia ylläpitävästä nopeusvoima- ja nopeusharjoittelusta, sillä heikot suorituskykyominaisuudet heikentävät helposti myös kovien tehoharjoitusten vauhtia (Mikkola 2014).

Kilpailukauden voimaharjoittelussa painotetaan nopeusvoima- ja lajinopeusharjoittelua. Tällöin on vältettävä turhia kokeiluja ja pyrittävä ylläpitämään voimantuotto-ominaisuuksia tuetuilla harjoitteilla riittävän säännöllisesti. (Mikkola 2014.) Käytännössä kilpailukaudella kilpailuiden tiheys määrittää mahdollisuuden tehdä näitä ylläpitäviä harjoituksia. Bompa ja Haff (2009, 142) suosittelevat, että viimeisten 5–7 päivän aikana ennen pääkilpailua ei enää tehdä voimaharjoittelua, jotta urheilijan suorituskyky olisi parhaimmillaan väsymyksen poistuessa.

Ampumahiihtäjän ei tule pelätä kehon massan kasvusta johtuvia negatiivisia vaikutuksia kestävyysuorituskyvylle, sillä useissa hiihtäjillä tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, ettei kehon kokonaismassa kasva edes 8–16 viikon voimaharjoittelujaksolla (Hoff ym. 1999, 2002; Østerås ym. 2002; Losnegard ym. 2011; Rønnestad ym. 2012), ja vaikka harjoitetuissa lihaksissa tapahtuisikin hypertrofiaa (kehon kokonaismassan pysyessä samana), eivät näiden lihasten hiussuonitus (Aagaard ym. 2011) tai aerobisten entsyymien aktiivisuus (Bishop ym. 1999; Bell ym. 2000) heikkene, kun tehdään myös kestävyysharjoittelua. Olennaista kehityksen saamiseksi on huomioida, että vältetään vastakkaisia harjoitusvaikutuksia voimaharjoittelujakson aikana, kuten hypertrofisen voimaharjoittelun ja runsaan tehoharjoittelun painottamista samaan aikaan (García-Pallarés & Izquierdo 2011). Lisäksi on suunniteltava huolellisesti, miten tehdään siirto lajivoimaksi.

Nuutinen (2016) toteaa, että myöskään voimaharjoittelun mahdollisesti aiheuttamaa hermoston väsymistä ei tule pelästyä ampumaharjoittelussa. On selvää, että tällöin suorituskyky ammunnessa on heikentynyt, mutta koska voimaharjoittelua tehdään pääsääntöisesti kaksi–kolme kertaa vuodessa painotettuna, voi Nuutisen (2016) mukaan tällöin olla perusteltuakin tehdä ampumaharjoittelua välillä myös hermoston ollessa väsyneessä tilassa. Tällä saadaan simuloitua samalla kilpailurasitusta, Nuutinen toteaa, mutta samalla painottaa, että urheilijan ja valmentajan on ymmärrettävä, mistä hetkellinen ampumasuorituskyvyn lasku johtuu. (Nuutinen 2016.) Laukauspainotusta voi kuitenkin olla hyvä voimaharjoitusjakson ajaksi hieman laskea tavanomaisesta hermoston ylikuormituksen välttämiseksi.

### **5.1.5 Ampumaharjoittelu**

Ampumahiihtäjän ampumaharjoittelun tulee tähdätä riittävän perusampumataidon saavuttamiseen sekä mahdollisimman nopeaan ampumapaikkatyöskentelyyn (ks. kappale 4.3). Optimaalisessa tilanteessa kaikki toiminta ampumapenkalla on automatisoitua eikä siinä ole ylimääräisiä liikkeitä.

Ammunnan harjoittelun painotukset määräytyvät yksilön taitotason ja erityisesti heikkouksien mukaan, mutta johdonmukainen eteneminen asennon ottamisen ja yksittäisen laukauksen rakentamisen perusteista kohti lajinomaista kilpailusuoritusta harjoitusvuoden sisällä on suotavaa. Esimerkiksi Nuutinen (2016) suosittelee etenemistä seuraavanlaisessa järjestyksessä:

1. Keväällä harjoituskauden alussa, kun kilpailukauden jälkeen harjoittelusta on pidetty taukoa, totutellaan jälleen ampumaharjoitteluun. Tällöin ei välttämättä ammuta vielä lainkaan kovia laukauksia, vaan harjoittelu sisältää monipuolista ammunnan kuivaharjoittelua, kuten asento- ja pitoharjoittelua. Harjoitusviikko voi sisältää esimerkiksi 4–5 x 20 minuuttia kuivaharjoittelua kummastakin ampuma-asennosta.
2. Kouluummuntajakson aikana opetellaan ampumaan yhtä laukausta ja se sisältää paljon ammunnan perusasioiden harjoittelua: asennon ottaminen, hengitys, tähtäys, liipaisu, jälkipito. Tällainen ampumaharjoittelu tapahtuu pääsääntöisesti pahvitauluihin, joista osumakohtaan näkee selvimmin. Kuivaharjoittelussa painotetaan jotakin heikkoutta. Mikäli urheilijan perusampumataito on hyvällä tasolla, jakso voi sisältää esimerkiksi kahden viikon aikana yhteensä kuusi harjoitusta. Ennen riittävän perusampumataidon saavuttamista ei ole mielekäästä siirtyä haastavampiin suorituksiin, sillä se on ampumahiihtoammunnan perusta.
3. Lajinomaisella jaksolla painotus siirtyy vähitellen viiden laukauksen sarjoihin. Ammunta tapahtuu pääsääntöisesti pahvitauluihin, joista osumakohta voidaan havaita helposti ja löytää mahdolliset samanlaisina toistuvat virheet. Kuivaharjoittelussa painotetaan jotakin selkeää heikkoutta tai ampumapaikalla työskentelyn vaiheita.
4. Soveltavalla jaksolla lähestytään kilpailusuorituksenomaista ammuntaa. Paikaltaan tapahtuvan ampumapaikkatoimintaharjoittelun kautta siirrytään rasituksen alaiseen lajinomaiseen ammuntaan sekä erikoisharjoitteisiin (kuten tuuliharjoittelu). Kuivaharjoittelussa painotetaan jotakin selkeää heikkoutta tai ampumapaikalla työskentelyn vaiheita.
5. Kilpailukaudella ampumaharjoittelu on ylläpitävää ja on uskallettava pitää myös päiviä, jolloin ei tehdä mitään ampumaharjoittelua. Laukauspäämäärää yksittäisessä harjoituksessa on hyvä pudottaa reilusti (esim. harjoituskaudella noin 100 laukausta ja kilpailukaudella noin 30–50 laukausta harjoituksessa). Kuivaharjoittelun tehtävänä on säilyttää itseluottamus ja hyvä tuntuma ammuntaan.

Lisäksi Nuutinen (2016) huomauttaa, että on uskallettava palata myös perusasioihin, mikäli myöhemmässä vaiheessa tulee ongelmia. Ampumaharjoittelun toteutustapoja vuositason tasolla on vähintään yhtä paljon kuin on valmentajia, mutta on muistettava, että hallitakseen kokonaissuorituksen on urheilijan hallittava osasuoritukset, ja harjoitellakseen yksittäistä osasuoritusta on urheilijan tiedostettava, miten se liittyy kokonaissuoritukseen.



Ammunnan kuivaharjoittelu on oleellinen osa ampumahiihtäjän ampumarajoittelua. Suurin tarve ampumahiihtäjillä on tehdä kuivaharjoittelua pystyasennosta, sillä makuuammuntaa tulee luonnostaan enemmän esimerkiksi kohdistusten vuoksi, ja koska pystyammunnassa hallittavia muuttujia on huomattavasti enemmän. Tärkeää on, että kuivaharjoittelu tapahtuu samanlaisessa asennossa kuin varsinainen ampumarajoittelu ampumaradalla. Suurin ero tulee helposti taulun korkeudesta, sillä kotioiloissa tai hotellihuoneessa, missä kuivaharjoittelu useimmiten tapahtuu, matka taululle on huomattavasti lyhempi kuin ampumaradalla. Tämä ongelma voidaan ratkaista mittaamalla piipun korkeus maasta ampumaradalla ja asettamalla kuivaharjoituksessa taulun korkeus sen mukaan (Reinkemeier ym. 2009, 120). Nuutinen (2016) suosittelee kuitenkin, että kuivaharjoittelua tulisi tehdä mahdollisimman oikeanlaisissa mittasuhteissa – toisin sanoen ampumaradalla muuhun ampumarajoitteluun yhdistettynä tai ainakin mahdollisimman kaukana täplästä.

Tasapainoharjoittelun merkitys ampumarajoittelussa on usein aliarvostettu. Kaikki kehon ja aseiden heiluminen pystyasennossa lähtee kuitenkin tasapainon häiriintymisestä. Toki tasapainoinen ampuma-asento on perusta pystyampuma-asennossa tapahtuvan kontrolloimattoman heilumisen minimoimiselle (Reinkemeier ym. 2009, 99). Kaikkea heiluntaa ei kuitenkaan pystytä poistamaan. Kun keholle saadaan annettua mahdollisimman paljon vaihtelevia ärsykeitä liikemalleilla, joissa ollaan ammunalle tyypillisissä asennoissa, oppii lihasten välinen koordinaatio toimimaan yhä useammassa eri tilanteissa automaattitasolla, mikä voi johtaa parempaan suorituskyykyyn (Wulf & Shea 2002). Tällaisissa harjoituksissa kehossa tapahtuu hermostollisia adaptaatioita, kun se oppii tehokkaammin hyödyntämään sensorimotorista informaatiota, kuten proprioseptoreista tulevaa tietoa asentomuutoksista (Chapman ym. 2008). Nuutinen (2016) korostaa niin ikään monipuolisen tasapainoharjoittelun merkitystä pystyampumarajoittelussa.

Oheisharjoitteluun on hyvä tuoda erilaisia virikkeitä. Esimerkiksi kuivaharjoitteluun voidaan yhdistää erilaisia rentoutus- ja mielikuvaharjoitteita, ja niillä voi olla erittäin suuri merkitys, kun parhaat haluavat erottua parhaista. Laaksonen ym. (2011) teettivät ampumahiihtäjillä 10 viikkoa kestäneen harjoitusohjelman, joka koostui pystyampuma-asennossa tärkeiden lihasten ylimääräisen jännityksen poistamiseen tähtäävistä rentoutusharjoituksista sekä myöhemmässä vaiheessa niiden yhdistämisestä kuivaharjoitteluun ja edelleen tavanomaiseen ampumarajoitteluun. Harjoittelulla saatiin aikaan tilastollisesti merkitsevä ero kontrolliryhmään, joka noudatti tavanomaista ampumarajoitteluohjelmaansa. (Laaksonen ym. 2011.) Gros Lambert ym.

(2003) saivat niin ikään hyviä tuloksia aikaan 12 viikon harjoitusohjelmalla, josta ensimmäinen kuusi viikkoa sisälsi tavanomaista ampumaharjoittelua (1 tunti kahdesti viikossa) ja jälkimmäisellä kuudella viikolla ampumahiihtäjille ohjattiin (30 minuuttia neljästi viikossa) pystyammunnassa tärkeiden lihasten ylimääräisen jännityksen poistamiseen tähtäävää mielikuvaharjoittelua sekä mielikuvaharjoittelua, jossa kuviteltiin ensin kehon heilumisen vähentyvän ja sitten onnistunut laukaus.

## 5.2 Palautumisen erityispiirteitä

Saavuttaakseen toivotunlaista kehittymistä on optimaalisen ja riittävän harjoittelun lisäksi huolehdittava myös maksimaalisen tehokkaasta palautumisesta. Palautumista tarkastellessa on hyvä muistaa, että harjoittelu ei ole ainoa kuormitusta aiheuttava stressitekijä urheilijan elimistölle. Yksinkertaisimmillaan voidaan ajatella, että kehittymistä voi tapahtua pitkällä tähtäimellä, kun kolme kulmakiveä – harjoittelu, lepo ja ravitsemus – ovat tasapainossa. Näiden lisäksi on luonnollisesti arvioitava esimerkiksi psyykkisen stressin ja arjen kuormituksen vaikutusta palautumiseen.

Mero (2016) kuvailee uudessa Huippu-urheiluvalmennus-kirjassa nukkumista urheilijan parhaaksi yksittäiseksi palautumismenetelmäksi. Unessa urheilija palautuu niin fyysisesti kuin henkisesti, kun taas toistuvasti jo alle kuuden tunnin mittaisiksi jäävät yönet riittävät aiheuttamaan univajeen, joka heikentää esimerkiksi valppautta (Belenky ym. 2003), insuliiniherkkyyttä ja glukoosin sietokykyä (Spiegel ym. 1999; Reynolds ym. 2012) sekä immuunijärjestelmän toimintaa (Redwine ym. 2000; Vgontzas ym. 2004) – tarkkaa motoristakin kontrollia vaativan kestävyysurheilulajin huippu-urheilijan kannalta erittäin ei-toivottuja vaikutuksia.

Palautumista edistäviä menetelmiä on käytössä lukuisia. Korkean intensiteetin harjoituksista palautuminen tehostuu, kun niiden jälkeen tehdään harjoittelua hyvin matalalla intensiteetillä (<50 %  $VO_{2max}$ :sta) (Bompa & Haff 2009, 108–109). Käytännössä tämä tarkoittaa riittävästä loppuverryttelystä huolehtimista korkeaintensiteettisten harjoitusten jälkeen sekä matalatehoisiksi tarkoitettujen harjoitusten intensiteetin kontrolloimista. Kovan fyysisen harjoituksen jälkeen Mero (2016) suosittelee ensin aktiivista palautusta (15 minuuttia) huoltamaan elimistöstä pois kuona-aineita, kuten vetyioneita, ja palautusjuomaa käynnistämään palautuminen soluta-

solla, välitöntä veteen upotusta (15 minuutiksi lämpöneutraaliin 30–35 °C) jatkamaan ”aktiivisen palautumisen” toimintaa (hydrostaattisen paineen vaikutus) ja lyhyttä korkeintaan 30 minuutin hierontakäsittelyä 1–2 tuntia harjoituksen päättymisestä vähentämään lihasjännityksiä. Mikäli veteen upotus tehdään kylmään veteen, voi harjoitusadaptaatio heikentyä (Yamane ym. 2006). Mero (2016) huomauttaa, että suomalaisille urheilijoille tyypillinen tapa käydä kovatehoisessa yli tunnin kestoisessa hieronnassa ei välttämättä ole hyvä, sillä siitä tulee helposti lisäkuormitusta palauttavan vaikutuksen sijaan. Lyhyempi hierontakäsittely säännöllisemmin voisikin toimia paremmin lihaskireyksen syntymistä ennaltaehkäisevänä toimenä.

### **5.3 A-maajoukkueurheilija Tuomas Grönman**

Tuomas Grönman on vuonna 1991 syntynyt Kouvolasta kotoisin oleva ja nykyisin Joensuussa asuva ampumahiihtäjä. Pienestä asti hänellä ovat kulkeneet hiihto ja jalkapallo rinnakkain harrastuksina, ja aina 16-vuotiaaksi saakka jalkapallo määräiti pitkälti harjoittelun suunnan. Tämän jälkeen painotus siirtyi hiihtoon ja jalkapallo alkoi vähitellen jäädä taka-alalle. 20-vuotiaana Tuomaksen aloittaessa varusmiespalveluksensa pääalajiksi valikoitui kuitenkin ampumahiihto, jossa hän alkoi saada valmennusta seurassaan Kontiolahden Urheilijoissa erityisesti Anatoly Khovantsevilta.

Kaudella 2013–2014 Tuomas osallistui ensimmäisiin kansainvälisiin kilpailuihin kilpaillen Euroopan-mestaruuskilpailuissa ja opiskelijoiden talviuniversiadeissa. 2014–2015 Tuomas kilpaili jo muun muassa Euroopan-mestaruuskilpailuissa, neljä kertaa IBU Cupissa ja kuusi kertaa maailmancupissa (sisältäen maailmanmestaruuskilpailuiden pikakilpailun Kontiolahdella). Paras sijoitus maailmancupissa oli Saksan Oberhofissa saavutettu pikakilpailun 62. sija.

Kaudelle 2015–2016 hänen henkilökohtaiseksi valmentajakseen vaihtui päävalmentajana toiminut Marko Laaksonen. Lokakuussa 2015 kesken harjoituskauden Tuomas nimettiin ampumahiihdon A-maajoukkueeseen hänen osoitettua hyvää suorituskkyä kesän aikana, minkä jälkeen hän pääsi mukaan A-maajoukkueen harjoitusleireille. Kaudella 2015–2016 Tuomas kilpaili kahdeksassa maailmancup-tapahtumassa yhdeksästä sijoittuen parhaimmillaan Yhdysvaltain Presque Isle’ssa takaa-ajokilpailun 52:ksi oltuaan ensin pikakilpailussa 56. Ensimmäiset henkilökohtaiset maailmancupin pisteet odottavat vielä tulevaisuudessa.

### 5.3.1 Harjoituskausi

Kahtena edellisenä vuotena Tuomas harjoitteli noin 670 tuntia koko vuoden aikana. Tänä vuonna tavoitteena oli tehdä harjoituskaudella toukokuusta marraskuuhun kestävyysharjoittelua kaikkiaan noin 480 tuntia. Lopulliseksi toteumaksi tuli 490 tuntia. Perusrhythmissä harjoittelussa tapahtui neljän viikon jaksoissa siten, että kolmea keskikovaa tai kovaa viikkoa seurasi helppo viikko. Kukin jakso alkoi nousujohteisella sisäänajolla, millä pyrittiin välttämään ylikuormitusta jakson alussa. Harjoituspäivä sisälsi tyypillisesti kolmesta neljään tuntia kestävyysharjoittelua. Lepopäivät pidettiin täydellisinä lepopäivinä. Kokeiluluontoisena mukana oli myös kuuden päivän jakso, jonka aikana oli tarkoitus harjoitella määrällisesti todella paljon, mutta se osoittautui ylivoimaiseksi toteuttaa eikä kokeilua jatkettu.

Voimaharjoittelu tapahtui mahdollisuuksien mukaan aamupäivän tehoharjoituksen jälkeisenä iltana. Tällä pyrittiin saamaan harjoitusjakson sisälle enemmän kevyempiä päiviä, kun yksittäisenä päivänä tehtiin kaksi kovaa harjoitusta. Ohjelmassa oli ajanjaksolla toukokuusta marraskuuhun noin 60 voimaharjoitusta (keskimäärin kaksi viikossa) ja ainakin kahdesti viikossa keskivartalokuntopiiri.

Tuomaksen päivärhythmi harjoituskaudella kotiharjoittelujaksolla oli seuraavanlainen:

- 08:00 Herätys + aamupala
- 09:30 Harjoitus 2 h
- 11:30 Palautusjuoma harjoituspaikalla ja matkustus kotiin
- 12:00 Lounas sopivassa lounasravintolassa
- 13:00 Päiväunet 45 min
- 15:00 Välipala
- 16:30 Harjoitus 2 h
- 18:30 Päivällinen
- 21:00 Iltapala
- 22:00 Nukkumaan

Tavanomaisena harjoituspäivänä ainakin aamupäivän harjoituksen Tuomas tekee Kontiolahdella, jonne on Joensuusta noin 20 minuutin ajomatka. Tuomas nauttiikin aina harjoituksen

päätyttyä palautusjuoman käynnistääkseen palautumisen jo ennen kotimatkaa. Lounaan hän käy syömässä Joensuussa lounasravintolassa. Erilliset ampumaharjoitukset Tuomas tekee tyyppillisesti ennen toista fyysistä harjoitusta.

Harjoituskauden alkuvaiheesta on esitelty kaksi viikkoa (kalenteriviikot 18 ja 19) taulukoissa 14 ja 15. Yhteensä näiden viikkojen aikana Tuomakselle kertyi 28 h 30 min kestävyysharjoittelua, 5 voimaharjoitusta ja 940 ammuttua laukausta (ei sisällä kohdistuksia eikä oheisharjoittelua). Harjoituskauden alussa tavoitteena oli tehdä ”sisäänajo”, jonka jälkeen tehokas harjoittelu on mahdollista aloittaa.

TAULUKKO 14. Ohjelma kotiharjoittelujaksolta harjoituskauden alusta (viikko 18).

---

27.4.	ap	Oma PK 2 h
	ip	LEPO
	ammunta	Kouluammunta M (1s kerrallaan pitoon; paperitaulu) 100 ls
28.4.	ap	Verryttely 30 min + voima (koko vartalo) + verryttely 30 min
	ip	Juoksu 1 h
	ammunta	LEPO
29.4.	ap	PK yhdistelmä (rullahiihto perinteinen + sauvajuoksu/-kävely) yht 3 h
	ip	LEPO
	ammunta	Kouluammunta P (1s kerrallaan pitoon; paperitaulu) 100 ls
30.4.	ap	LEPO
	ip	LEPO
	ammunta	Kouluammunta M (1s kerrallaan pitoon; paperitaulu) 100 ls
1.5.	ap	Verryttely 30 min + voima (koko vartalo) + verryttely 30 min
	ip	Oma PK 2 h
	ammunta	Kouluammunta P (1s kerrallaan pitoon; paperitaulu) 100 ls
2.5.	ap	Rullahiihto vapaa (lihaskestävyys; verryttely 30 min + 4 x (tasatyöntö 10 min + sauvoitta luistelu 5 min) + verryttely 30 min)
	ip	Juoksu 1 h + keskivartalokuntopiiri 30 min
	ammunta	Kouluammunta M 50 ls (1s kerrallaan pitoon; paperitaulu) + normaalilla rytmillä 8 x 5 ls sarjat (ei hätiköiden)
3.5.	ap	
	ip	
	ammunta	LEPO

---

TAULUKKO 15. Ohjelma kotiharjoittelujaksolta harjoituskauden alusta (viikko 19).

4.5.	ap	Verryttely 30 min + voima (koko vartalo) + verryttely 30 min
	ip	Oma PK 2 h
	ammunta	Kouluammunta P (1s kerrallaan pitoon; paperitaulu) 50 ls + normaalilla rytmillä 8 x 5 ls
5.5.	ap	Rullahiihto perinteinen 1,5 h
	ip	Suunnistus (n. 1 h VK–MK) + verryttely, yhteensä 1,5 h
	ammunta	LEPO
6.5.	ap	Verryttely 30 min + voima (ylävartalo) + verryttely 30 min
	ip	Yhdistelmä PK 3 h
	ammunta	Kouluammunta (1s kerrallaan pitoon; paperitaulu) 50 ls M + 50 ls P
7.5.	ap	LEPO
	ip	LEPO
	ammunta	Ampumapaikkatoiminta M 40 x 1 ls, sauvat mukana + normaalirytmillä 12 x 5 ls (peltiin)
8.5.	ap	Rullahiihto vapaa (lihaskestävyys; verryttely 30 min + 4 x (tasatyöntö 10 min + sauvoitta luistelu 5 min) + verryttely 30 min)
	ip	LEPO
	ammunta	Ampumapaikkatoiminta P 40 x 1 ls, sauvat mukana + normaalirytmillä 12 x 5 ls (peltiin)
9.5.	ap	Verryttely 30 min + voima (koko vartalo) + verryttely 30 min
	ip	Sauvajuoksu/-kävely 2 h PK
	ammunta	DDR-testi + rytmiammunta 8 x 5 ls P (kaikki peltiin)
10.5.	ap	LEPO
	ip	LEPO
	ammunta	LEPO

Keskikesältä on niin ikään esitelty kahden harjoitusviikon (kalenteriviikot 26 ja 27) ohjelma (taulukko 16; taulukko 17). Yhteensä näiden viikkojen aikana Tuomakselle kertyi 29 h 45 min kestävyysharjoittelua, 3 voimaharjoitusta ja 870 ammuttua laukausta (ei sisällä kohdistuksia eikä oheisharjoittelua). Tässä vaiheessa harjoittelussa korostui määräharjoittelu. Tehoharjoituksia tehtiin joitakin, mutta niiden tavoitteena oli ylläpitää ominaisuuksia.

TAULUKKO 16. Ohjelma kotiharjoittelujaksolta kesä-heinäkuulta (viikko 26).

---

22.6.	ap	LEPO
	ip	LEPO
	ammunta	LEPO
23.6.	ap	LEPO
	ip	LEPO
	ammunta	Kouluammunta M (1s kerrallaan pitoon; paperitaulu) 100 ls
24.6.	ap	Oma PK 1,5 h + keskivartalokuntopiiri 30 min
	ip	LEPO
	ammunta	Kouluammunta P (1s kerrallaan pitoon; paperitaulu) 100 ls
25.6.	ap	Maantiepyörä 2 h PK
	ip	Verryttely 15 min + voima (ylävartalo) + verryttely 30 min
	ammunta	LEPO
26.6.	ap	LEPO
	ip	LEPO
	ammunta	Ampumapaikkatoiminta 20x1 ls M+P + normaalirytmillä 8x5 ls M+P (peltiin)
27.6.	ap	Juoksu/sauvajuoksu + ammunta 2,5 h PK
	ip	LEPO
	ammunta	Rasituksenalainen ammunta 12x5 ls (MM MM PP PP PP PP)
28.6.	ap	Yhdistelmäharjoitus (esim. maantiepyörä + melonta) 3 h
	ip	LEPO
	ammunta	LEPO

---

TAULUKKO 17. Ohjelma kotiharjoittelujaksolta kesä-heinäkuulta (viikko 27).

29.6.	ap	LEPO
	ip	Oma PK 2 h
	ammunta	LEPO
30.6.	ap	Rulla-ampumahiihto verryttely 30 min + vauhtileikittely 60 min noin aerobisen kynnyksen taso + verryttely yht 2 h
	ip	Verryttely 45 min + voima + verryttely 15 min
	ammunta	Rasituksenalainen ammunta 12x5 ls (MM MM PP PP PP PP)
1.7.	ap	Maantiepyörä 2,5 h PK
	ip	Rullahiihto perinteinen 1 h + keskivartalovoima 30 min
	ammunta	Rytmiammunta 40 ls M + 60 ls P (ensin 4x5 ls paperiin, loput peltiin; osumat edellä: lataus, hengitys, puhdas liipaisu)
2.7.	ap	Rulla-ampumahiihto PK 2 h
	ip	Suunnistus (n. 30 min rata VK–MK) + verryttely, yhteensä 1,5 h
	ammunta	Ampumapaikkatoiminta 20x1 ls M+P + rasituksenalainen ammunta 12x5 ls (peltiin)
3.7.	ap	LEPO
	ip	LEPO
	ammunta	Kouluammunta 20 ls M + 40 ls P + 20 ls M + 40 ls P (ls kerrallaan; paperitaulu; ei kiirehtien)
4.7.	ap	Rulla-ampumahiihto verryttely 30 min + 6x6 min anaerobinen kynnys / 3–4 min palautus + verryttely, yhteensä 2 h
	ip	Verryttely 45 min + voima + verryttely 15 min
	ammunta	Rasituksenalainen ammunta 6x5 ls (MP MM PP)
5.7.	ap	Sauvajuoksu/-kävely 3 h PK
	ip	Oma PK 1 h
	ammunta	40 ls M + 40 ls P testi

Määräharjoittelujakson jälkeen noin viikosta 30 alkaen tehoharjoittelun merkitys alkoi korostua Tuomaksen harjoittelussa. Tällöin neljän viikon jaksoon sisältyi muun muassa kahdesta kolmeen maksimikestävyysharjoitusta. Kuten aiemmin mainittiin, Tuomas liittyi A-maajoukkueeseen lokakuussa. Taulukossa 18 on esitelty Tuomaksen harjoittelu A-maajoukkueen ensilumenleiriltä marraskuun alusta. Leirin jälkeen oli tarkoitus osallistua Kontiolahden kansainvälisiin GP-kilpailuihin, mutta sairastuminen leirin päätteeksi esti tämän. Tämän jälkeen alkoi kuitenkin maailmancup-kiertue.



TAULUKKO 18. A-maajoukkueleiri Vuokatissa ennen karsintakilpailuita maailmancupiin.

4.11.	ap	Ampumahiihto PK-aerobinen kynnyks (lihaskestävyys, pääosin tasatyöntö, sis. nopeusosioita) (2x(8 min sauvoitta luistelu + 10 min tasatyöntö) + 10 min tasatyöntö)
	ip	Hiihto perinteinen PK 2 h
5.11.	ap	Ampumahiihto verryttelyt + 5x6 min/3 min palautus VK + 4x1 min/5 min palautus täysillä (ammunta aina teho-osion päätteeksi)
	ip	Sauvajuoksu/-kävely PK 2 h
6.11.	i	Nopeusvoimaharjoitus 40 min
7.11.	ap	Leirikilpailu (4 ammuntaa, 10 km)
	ip	Sauvakävely huoltava 1,5 h
8.11.	ap	Pitkä PK (yhdistelmä), sis. ampumahiihtoa
	ip	Verryttely + voimaharjoitus
9.11.	ap	Ampumahiihto VK-harjoitus (sis. nopeusosioita) 6x4min/3min anaerobinen kynnyks
	ip	Hiihto perinteinen huoltava 2 h
10.11.	i	Nopeusvoimaharjoitus 40 min
11.11.	ap	Ampumahiihto PK-harjoitus
	ip	Verryttely + voimaharjoitus
12.11.	ap	Ampumahiihto pääosion PK (lihaskestävyys, lyhyempi ja terävämpi, pääosin tasatyöntö, sis. nopeusosioita)
	ip	PK-harjoitus

### 5.3.2 Kilpailukausi

Tuomaksen kilpailukausi rytmittyi maailmancup-kalenterin mukaan. Tavoitteena kilpailureisilla oli ylläpitää virettä ja palautua kilpailuista. Noin 13 viikkoon kertyi kaikkiaan 8 viikkoa kilpailureissuja siten, että joulutauolla oli mahdollisuus tehdä selkeä harjoittelujakso. Muutoin harjoittelu rytmittyi kilpailumenestyksen, toisin sanoen lunastettujen osanotto-oikeuksien, tai maapaikkojen, mukaan. Harjoittelu oli muutoin PK-painotteista, mutta kun esimerkiksi takaa-ajoon tai yhteislähtöön ei saavutettu osanotto-oikeutta, saattoi Tuomas tehdä oman kovan harjoituksen. Voimaharjoittelua oli noin kerran viikossa ylläpitävänä. Keskivartalokuntopiiriä Tuomas teki niin ikään kerran viikossa, mutta kevyempänä kuin harjoituskaudella. Nyt tavoitteena oli lähinnä hyvän tuntemuksen säilyttäminen keskivartalon lihaksistossa.

Tuomaksen päivärytmi kilpailureissussa tyypillisenä harjoituspäivänä oli seuraavanlainen:

08:30	Herätys + aamupala
09:30	Aamulenkki
11:00	Lounas hotellilla
13:00	Harjoitus
15:00	Välipalaa kilpailukeskuksessa
18:30	Päivällinen hotellilla
20:00	Kevyt juoksu + hieronta
21:00	Iltapala
22:30	Nukkumaan

Tuomaksen päivärytmi kilpailureissussa tyypillisenä kilpailupäivänä oli seuraavanlainen:

08:30	Herätys + aamupala
09:30	Aamulenkki tai lyhyt nopeusvoimaharjoitus
11:30	Lounas hotellilla
12:00	Siirtyminen kilpailupaikalle ja suksien testaus
12:45	Kohdistus
	35 min ennen lähtöä lämmittely
	15 min ennen lähtöä suksien nouto
	Kilpailu
	Kilpailun jälkeen loppuverryttely, noin 20 min
	Välipala kilpailukeskuksessa
18:00	Päivällinen hotellilla
20:00	Iltalenkki (kävely)
21:00	Iltapala
22:00	Nukkumaan

A-maajoukkue valmistautui Oslon maailmanmestaruuskilpailuihin Vuokatissa 22.–26.2.2016.

Tuomaksen harjoittelu tuolta valmistautumisleiriltä on esitelty taulukossa 19.

TAULUKKO 19. Oslon MM-kilpailuita edeltäneen A-maajoukkueleirin ohjelma.

---

20.2.		Saapuminen Vuokattiin
21.2.	ap	Ampumahiihto (ampumapaikkatoimintapainotus) verryttely 20 min + lihaskestävyys 45 min (2x(8 min sauvoitta luistelu + 10 min tasatyöntö) + 10 min tasatyöntö), yhteensä 2 h (sis. vähän hölkkää)
	ip	Oma PK 1,5-2 h
22.2.	ap	Ampumahiihto verryttely 20 min + 4x6 min / 2 min VK + 10 min palautus + 4x30 sek MAX / 3 min + verryttely, yhteensä 1,5 h
	ip	Verryttely 30 min + voima + verryttely 15 min
23.2.	ap	Ampumahiihto PK 2 h (ampumapaikkatoimintapainotus)
	ip	LEPO
24.2.	ap	LEPO
	ip	Oma harjoitus
25.2.	ap	Kilpailu (4 ammuntaa, 10 km)
	ip	Oma huoltava
26.2.	ap	PK pitkä 2,5-3 h (sis. juoksu 30 min), mahd. ammunta
	ip	Matkustus kotiin

---

Tuomas aloitti kansainvälisen kilpailukautensa marraskuussa Östersundissa sekaviestillä, joka sujui hänen mukaansa hyvin. Tämän jälkeen seurasi terveystongelmia, joista hän toipui kunnolla vasta joulutauon aikana. Tauon jälkeen hiihtovauhti alkoi parantua, mutta ”yksi sakko periaatteessa aina liikaa”, Tuomas kommentoi jatkoa. Myöhäinen matkustaminen Kanadan Canmoreen johti huonoon hiihtämiseen sekä aikaerorasituksen että korkean ilmanalan vuoksi. Myöhemmin samalla reissulla Yhdysvalloissa tuli kuitenkin uran kaksi parasta maailmancupin kilpailua ja ensimmäistä kertaa paikka pikakilpailusta takaa-ajoon. Viestikilpailuissa Tuomas onnistui mielestään parhaiten – erityisesti henkisesti helpomman ammunnan vuoksi, kun yhden varapatruunan käyttäneenäkin on vielä mahdollisuus hyvään suoritukseen, mikäli ampuu muuten puhtaasti ja hiihtovauhti on normaalilla tasolla. Tuomaksen henkilökohtaiset maailmancup-tulokset on esitelty taulukossa 20.

TAULUKKO 20. Tuomaksen henkilökohtaiset maailmancupin kilpailut kaudella 2015–2016 (IBU 2016b).

Paikka	Kilpailumuoto	Sijoitus
Östersund	Pika	81.
Hochfilzen	Pika	81.
Ruhpolding	Pika	83.
Ruhpolding	Normaali	81.
Antholz-Anterselva	Pika	88.
Canmore	Pika	71.
Presque Isle, ME	Pika	56.
Presque Isle, ME	Takaa-ajo	52.
Oslo	Normaali	88.
Oslo	Pika	89.
Hanty-Mansijsk	Pika	63.

### 5.3.3 Harjoittelun ja kuormittuneisuuden seuranta

Päivätasolla Tuomas seuraa palautumistilaansa pääosin tuntemuksen perusteella. Merkkeinä liian kovasta kuormittuneisuudesta hän pitää ruokahalun menetystä ja nukkumisvaikeuksia. Apunaan hän käyttää säännöllisesti myös yösykeseurantaa Firstbeat-ohjelmiston avulla.

Leireillä yksittäisten harjoitusten onnistumisen arviointi tapahtuu seuraamalla yhdessä harjoitusvauhtia, sykettä ja laktaattia. Kotiharjoittelussa Tuomas ei pääsääntöisesti pääse laktaattia mittaamaan, vaan seuraa lähinnä sykettään ja harjoitusvauhtiaan.

Kaudella 2015–2016 Tuomas teki neljästi vuoden aikana (touko-, heinä-, loka- ja huhtikuussa) maksimaalisen hapenoton mattotestin rullahiihtämällä, maksimaalisen anaerobisen suorituskyvyn tasatyöntötestin ja sekä ylä- että alavartalon voimantuotto-ominaisuuksia mittaavia testejä. Näiden perusteella seurattiin harjoittelun onnistumista kauden eri vaiheissa.

Tasoaan ammunnessa Tuomas seuraa tekemällä säännöllisesti kouluammuntatestejä, DDR-tes-tejä sekä lajinomaisia 4 x 5 laukauksen (MPMP) testejä. Seuranta tapahtuu pääsääntöisesti harjoitusleireillä, mutta erityisesti kouluammuntatuloksiaan hän seuraa myös kotiharjoittelujaksoilla.

## 6 AMPUMAHIIHTÄJÄN RAVITSEMUS

Kaikessa urheilussa ravitsemuksella on suuri merkitys, mutta etenkin kestävyysurheilussa erityispiirteensä on riittävän energiansaannin turvaaminen. Ilanderin (2008) mukaan kestävyysurheilijan energiantarve voi olla suurimmillaan jopa yli 8000 kcal/vrk ja keskimäärinkin se on noin 3000–5000 kcal/vrk. Urheilijan energiantarpeeseen vaikuttaa enimmäkseen harjoittelun määrä, jonka määrittää pitkälti kauden vaihe. (Ilander 2008.)

Fyysisten ominaisuuksien kehittymisen turvaamiseksi Ilander (2014b) suosittelee vähintään 45 kcal/rasvaton kg/vrk energiansaataavuutta. Energiansaataavuudella tarkoitetaan sitä energiamäärää, joka elimistölle jää käyttöön, kun kokonaisenergiansaannista vähennetään liikunnan aiheuttama energiankulutus (Ilander 2014a). 70 kg painavalle urheilijalle, jonka painosta on 10 % rasvaa, tämä tarkoittaa siis vähintään 2835 kcal/vrk energiaa liikunnan aiheuttaman kulutuksen lisäksi.

### 6.1 Hiilihydraatit

Hiilihydraattien riittävä saanti on optimaalisen palautumisen kulmakivi ja takaa lihasten glykogeenivarastojen täydentymisen harjoitusten välillä (Burke ym. 2004; Ilander 2014b). Ilman lihasglykogeenivarastoja ei pystytä ylläpitämään kovaa suoritustehoa, koska muista energianlähteistä ei pystytä tuottamaan energiaa riittävän nopeasti ja ulkoisesti nautittujen hiilihydraattien imeytymisnopeus suorituksen aikana on rajoitettu (McArdle 2011, 96–99, 101–106).

Burken ym. (2004) sekä Ilanderin (2014b) mukaan kestävyysurheilijalle on eduksi suosia erityisesti korkean glykeemisen indeksin ruoka-aineita takaamaan riittävä energiansaanti painottaen pääasiallisena energianlähteenä toimivia hiilihydraatteja. Myös Ronsen ja Rusko (2002) suosittelevat hiihtäjille normaaliväestöä suurempaa hiilihydraattien saantia. Terveellisistä ja ravintoainetiheistä hiilihydraatti- ja kuitupitoisista ruuista, kuten pastasta, riisistä, perunasta, leivästä ja myslistä, rakentuva ja paljon mahdollisimman tuoreita hedelmiä, kasviksia sekä marjoja sisältävä ruokavalio takaa kestävyysurheilijan harjoittelulle hyvän ravitsemuksellisen perustan (Ronsen & Rusko 2002; Ilander 2008). Tämä voi kuitenkin olla haastavaa, sillä täyttävyytensä vuoksi kovatehoisten harjoitusten jälkeen hiilihydraattipitoinen

ruoka ei välttämättä maistu, mikä hidastaa energiavarastojen täyttymistä ja palautumisen käynnistymistä. Tällöin erilaiset hiilihydraattipitoiset urheilujuomat ovat käytännöllisiä.

Sjödinin ym. (1994) mukaan hiihtäjän tulisi saada hiilihydraatteja vähintään 6 g/kg/vrk (kehonpainoon nähden) ja kovilla harjoitusjaksoilla jopa yli 10 g/kg/vrk. Ohjenuoraksi hiihtäjälle voitaisiin hiilihydraattien sopivaksi saanniksi antaa 6–10 g/kg/vrk kilpailukaudelle ja harjoituskaudelle 8–12 g/kg/vrk (Ilander 2014b) harjoitusmääristä ja -intensiteeteistä riippuen. Harjoituksen aikana nautittavaa hiilihydraattilisää olisi hyvä käyttää etenkin kuormittavimmilla harjoitusjaksoilla, sillä kestävyysurheiluharjoittelussa tyypillisissä pitkäkestoisissa suorituksissa on hypoglykemian vaara ja hiilihydraattivarastojen ehtyessä esimerkiksi proteiinien hajotus lisääntyy (Tarnopolsky 2004; Meyer ym. 2011; Ilander 2014b). Pääasiallisesti elimistö saa nämä proteiinit käyttöönsä hajottamalla kudosproteiineja (Howarth 2010), mikä ei ole toivottavaa. Hiilihydraattilisän käytössä harjoituksen aikana on kuitenkin tärkeää huomioida harjoituksen tarkoitus. Olennaista ampumahiihtäjälle on oppia säätelemään päivittäistä energiansaantiaan kulutuksensa mukaan säätelemällä nimenomaan hiilihydraattiansaantiaan.

## 6.2 Proteiinit

Fyysinen kuormitus aiheuttaa lihassoluihin ja muihin kudusrakenteisiin mikroaurioita, joiden korjaamiseen tarvitaan proteiineja, jotka muodostuvat aminohapoista. Proteiinien ensisijainen tehtävä onkin toimia elimistön rakennusaineena. (Moore ym. 2014.) Proteiinien osuus kestävyysuorituksen energiantuotosta on korkeimmillaankin alle 10 % (Tarnopolsky 2004). Niiden merkitys kestävyysurheilun aiheuttamien lihassoluvaurioiden korjaamisessa sekä monien solurakenteiden muodostuksessa on kuitenkin suuri. Kestävyysurheilijalle tärkeiden hiilihydraattien lisäksi proteiinia sisältävä palautumisjuoma muun muassa tehostaa lihasten adaptoitumista kestävyysurheiluun (Ferguson-Stegall ym. 2011). Esimerkiksi urheilijan hapenottokyvyn kehittymisen kannalta proteiineja tarvitaan mitokondrioiden, aerobisten entsyymien ja hiussuonien rakennusaineeksi (Moore ym. 2014).

Hiihtäjän proteiinien saantia tulisi säädellä harjoittelun vaativuuden, tavoitteiden sekä muun ravitsemuksen mukaan, joten proteiinienkaan saannista ei voida antaa tarkkaa suositusta (Ilander & Lindblad 2014). Ilanderin ja Lindbladin (2014) mukaan 1,4–2 g/kg/vrk proteiinia

riittää kovaakin harjoittelevalla urheilijalla, kun taas Meyer ym. (2011) määrittelevät hiihtäjälle riittäväksi saanniksi 1,4–1,7 g/kg/vrk. Toisaalta yksilölle sopiva saanti selviää kokeilemalla (Ilander & Lindblad 2014). Proteiinien nauttiminen viimeistään 30–60 minuuttia kestävyyskuormituksen jälkeen mahdollistaa Mooren ym. (2014) kokoelma-artikkelin mukaan maksimaalisen tehokkaan proteiinisynteesin. Sama artikkeli osoittaa, että noin 20 grammaa proteiinia 3–4 tunnin välein maksimoi pidemmällä aikavälillä harjoituksenjälkeisen palautumisen. (Moore ym. 2014.) Riittävän tiheään proteiinien nauttiminen on siis edellytys katabolisen tilan välttämiseksi, mikä takaa tehokkaan palautumisen, terveenä pysymisen ja kehittymisen. Ampumahiihtäjän on muistettava tämän lisäksi myös energiavarastojen täyttämisen tärkeys palautumisessa.

### **6.3 Rasvat**

Kestävyysurheilijan tulisi saada 1–2 g/kg/vrk rasvaa riippuen kokonaisenergiansaannista. Riittävä rasvan saanti pitää hormonituotannon sekä veren rasva-arvot tasapainossa, mikä auttaa palautumisessa ja ennen kaikkea terveenä pysymisessä. Lisäksi erittäin matalaintensiteettisissä harjoituksissa rasvat ovat pääasiallinen energianlähde. (Ilander 2014c.) Tällaisia ovat ampumahiihtäjillä esimerkiksi pitkät vaellukset.

Sjodin ym. (1994) ovat havainneet, että hiihtäjät syövät usein kuitenkin ylimäärän rasvaa erityisesti kovien harjoitusjaksojen aikana, mihin Meyer ym. (2011) esittävät syyksi tiedon puutetta. Liiallinen rasvan saanti viekin helposti päivittäisestä ateriakokonaisuudesta tilaa kestävyysurheilijalle tärkeiltä hiilihydraateilta. Vaikka rasvojen avulla voikin olla helppoa saada päivän energiantarve tyydytettävä, on ampumahiihtäjän hyvä tyydyttää kasvanut energiantarpeensa ensisijaisesti hiilihydraateilla, kuten edellä on esitetty.

### **6.4 Erikoisravinteet**

Erilaisilla erikoisravinteilla on mahdollista tuoda muuten laadukkaaseen perusruokavalioon joko suorituskykyä nostattavaa hyötyä tai edesauttaa terveenä pysymistä ja näin lisätä hyvien harjoituspäivien määrää. Kofeiini stimuloi keskushermostoa ja siten toimii piristeenä (Wu & Tsai 2009, 161–170). Pitkän kilpailupäivän aikana se auttaa ylläpitämään sopivaa vireystilaa läpi suksitestauksen, kohdistuksen ja erityisesti kilpailun. Lisäksi se tehostaa rasvahappojen

käyttöönottoa energiantuotossa ja siten säästää lihasglykogeeniä (McArdle ym. 2011, 132). Ampumahiihdon kilpailusuoritusten ollessa alle tunnin kestoisia ei tällä ole kuitenkaan suorituskyvyn kannalta merkitystä, mutta runsaan harjoittelun yhteydessä hyötyä voi olla pitkissä matalatehoisissa harjoituksissa, kun glykogeenivarastot eivät pääse tyhjenemään niin helposti.

Kreatiini on suuressa suosiossa erityisesti voima- ja nopeuslajien urheilijoilla, mutta sen käyttö voi olla perusteltua myös ampumahiihtäjälle ainakin harjoituskaudella. Sen on nimittäin havaittu nostavan suorituskykyä esimerkiksi 4 x 1000 metrin juoksussa (Harris ym. 1993) sekä aerobisen suorituksen sisällä tehdyissä anaerobisissa suorituksissa (Engelhardt ym. 1998). Näin harjoitusvaste voisi olla parempi. Mero (2016) kehottaa kuitenkin huomioimaan kreatiinin hyvin yksilöllisen mahdollisesti nestettä keräävän ja sitä kautta painoa nostavan vaikutuksen erityisesti kilpailukaudella. Kausiluontoinen tarkoin harkittu käyttö tietyillä harjoitusjaksoilla voi olla ampumahiihtäjälle järkevin tapa hyödyntää kreatiinia.

Terveenä pysymisen ja hyvän palautumisen kannalta olennaisin tekijä on laadukas ja tasapainoinen perusruokavalio, josta saa riittävästi energiaa ja rakennusaineita vaurioiden korjaamiseen. Tarvittaessa on käytettävä lisäravinteena hiilihydraatti- sekä aminohappovalmisteita turvaamaan näiden makroravinteiden riittävä saanti. Erilaisten kivennäisaine- ja vitamiinilisten mahdollinen tarve tulee kartoittaa yhdessä ravitsemuksen ammattilaisen kanssa pyrkien löytämään ensisijaisesti kehityskohteita perusravitsemuksesta, jonka tueksi lisiä voidaan käyttää. Meron (2016) mukaan ternimaitovalmisteista voi olla hyötyä terveenä pysymiseen erityisesti pitkien harjoittelu- ja tiiviiden kilpailujaksojen aikana.

## **6.5 Muita erityishuomioita**

Fyysisen kuormituksen aikana hikoillessa elimistöön syntyy nestevaje. Minimitavoitteena ampumahiihtäjällä tulisi olla syntyneen vajeen poistaminen ja näin suorituskyvyn palauttaminen ennen seuraavaa harjoitusta tai kilpailua (Sawka ym. 2007). Koska hikoilun myötä elimistöstä poistuu myös natriumia, voi ampumahiihtäjän olla hyvä nauttia suolapitoista nestettä nestevajeen korjaamiseksi (Maughan ym. 1994; Shirreffs & Maughan 1998). Toisaalta elektrolyyttivajeen voi korjata myös lisäämällä suolaa ruokaan. Sawka ym. (2007) esittävät ACSM:lle (American College of Sports Medicine) koostamassaan suosituksessa juotavaksi noin 1,5 litraa nestettä jokaista kuormituksen aikana menetettyä kilogrammaa kohti. Tämän



toimivuuden ovat osoittaneet muun muassa Shirreffs ja Maughan (1998). Erityisen tärkeää neste- ja elektrolyyttitasapainosta huolehtiminen on, kun harjoitellaan useita kertoja päivässä.

Kilpailupäivänä ravinnon on hyvä olla hiilihydraattipitoista ja vähärasvaista, ja hitaasti sulavia ruoka-aineita, kuten raakoja kasviksia tai lihaa, on hyvä välttää (Suomalaisen liikunnan ja urheilun tietoportaa 2015). Kansainvälisellä tasolla kilpailevien ampumahiihtäjien riittävä ja laadukas ravinnonsaanti on kilpailupäivinä haasteellista. Pääsääntöisesti ruokailut tapahtuvat hotellilla, minkä vuoksi energiarikkaan aamupalan jälkeen seuraava kunnan ateria venyy helposti myöhään. Kilpailupaikalla on maailmancupissa joukkueille tarjolla ruokaa, mutta usein sen tarkoitus on kilpailijoille lähinnä edesauttaa palautumisen käynnistymistä ja aloittaa energiavarastojen täyttäminen kilpailun jälkeen. Kun kilpaillaan useana päivänä hyvin lähekkäin, on päivän aikana pyrittävä minimoimaan energiavajetta ja huolehtimaan riittävästä ravintoaineiden saannista kilpailun jälkeen.

Hiihtäjillä on todettu riittämättömän energiansaannin yhteydessä muun muassa antioksidanttien puutostiloja, veren kortisolipitoisuuden laskua sekä soluvaurioiden määrän lisääntymistä (Diaz ym. 2010). Kestävyysurheilussa esimerkiksi kortisolin lisääntyneestä erityksestä on hyötyä, sillä se edistää rasvahappojen käyttöä energiaksi (Häkkinen & Mero 2007). Voitaneen siis perustellusti sanoa, että ruokavalion merkitys kestävyysurheilussa on suuri.

## 7 POHDINTA

Tämän työn tekeminen alkoi syyskuussa 2015 ja päättyi toukokuussa 2016. Tänä aikana olen saanut ilokseni työskennellä ampumahiihdon päävalmentajana toimineen ja nyt tehtävänsä jättävän Marko Laaksosen kanssa. Lisäksi työtä varten ovat ajatuksiaan antaneet muiden muassa Suomen Ampumahiihtoliiton kehityspäällikkönä työskentelevä entinen maajoukkueampumahiihtäjä Jouni Kinnunen ja erityisesti ammuntaa käsittelevissä osioissa kuluneella kaudella Viron ampumahiihtomaajoukkueen ampumavalmentajana toiminut Asko Nuutinen, mistä vilpitön kiitos heille.

Tätä kappaletta kirjoittaessani Suomen Ampumahiihtoliitto on juuri julkistanut Antti Leppävuoren valinnan uudeksi päävalmentajaksi. Edessä on suuri työ jatkaa väistyvän päävalmentajan aloittamaa lajin kehitystyötä Suomessa. Suomen Ampumahiihtoliiton koordinoimassa valmennustoiminnassa henkilöstö on vaihtunut tiuhaan eikä selkeää linjaa ikäluokkien eteenpäin viemiselle ole pystytty muodostamaan. Lajissa ei olekaan onnistuttu nostamaan viime vuosina urheilijoita kansainväliselle huipputasolle, vaikka vielä nuorten sarjoissa moni urheilija on pärjännyt kansainvälisestikin. Menestys aikuisiällä kansainvälisellä tasolla vaatii ammattimaista panostusta viimeistään täysi-ikäisyyden saavuttamisen jälkeen. Sekä valmennus- että harjoittelukulttuuriamme tulisi uskaltaa arvioida laajasti kriittisesti sekä pyrkiä lajin parissa toimivien valmentajien ja muiden vaikuttajien kesken avoimeen keskusteluun ja tiedonjakoon toimivista käytänteistä.

Ohtonen ja Mikkola (2016) arvioivat juuri ilmestyneessä uudessa Huippu-urheiluvalmennuskirjassa suomalaisten maastohiihtäjien jäävän harjoittelussa kansainvälisestä tasosta yleiseen sarjaan siirtymisen kynnyksellä. Kun verrataan urheilijoidemme menestystä viimeisessä nuorten arvokilpailuiden ikäluokassa heidän menestykseensä aikuisten tasolla, tähän ajatukseen on helppo samaistua, vaikka ampumahiihtäjiemme harjoittelusta ei tarkkaa tietoa olekaan. Eri maiden harjoittelua tutkittaessa on kuitenkin huomioitava mahdolliset erilaiset kirjaamiskäytännöt ja arvioitava enemmänkin kokonaisuutta. Ampumahiihdossa nousu kansainväliselle tasolle vaatii jatkuvaa kokonaisvaltaista huippu-urheilijana elämistä. Kun nuorten sarjoista yleiseen sarjaan siirtyessä pitäisi fyysisen harjoittelun määrä pystyä hyvin nopeasti nostamaan yli 800 tunnin vuositasolle, pyrkiä viikoittain tekemään useita tunteja ampumarjoittelua sekä pystyä

huolehtimaan mahdollisimman hyvästä palautumisesta levon, laadukkaan ravitsemuksen ja keuhonhuollollisten toimenpiteiden muodossa, tulevat rajalliset resurssit helposti vastaan. Lajissa on erittäin vaikeaa markkinoida itseään urheilijana niin, että pystyisi heittäytymään huippu-urheilijan elämän vietäväksi. Kansainvälisen menestyksen saavuttaminen ei kuitenkaan ole ampumahiihdossa mahdollista ilman sataprosenttista panostusta. Haaste on suuri, sillä valtaosa kärkiampumahiihtäjistämme joutuu olosuhteiden pakosta joko opiskelemaan tai käymään ainakin osa-aikaisesti töissä. Tämä ongelma ei toki koske vain ampumahiihtoa. Viime vuosina Suomessa on ollut yksi selkeä tähti, Kaisa Mäkäräinen, joka on menestyksellään tuonut lajille positiivista näkyvyyttä ja nostanut sen mielenkiintoa kansan silmissä. Suomalaista ampumahiihtoa olisi tärkeää kuitenkin arvioida erityisesti terävimmän kärjen takaa.

Harjoittelun ja sen tukitoimintojen toteutus lienevät kuitenkin niitä asioita huippu-urheilijan kokonaisuudessa, joihin voidaan helpoiten vaikuttaa. Jotta pystytään tunnistamaan urheilijoiden puutteet, olisi tärkeää, että myös ampumahiihdossa seurattaisiin maastohiihtäjien esimerkiksi, ja velvoitettaisiin valmennusryhmissä olevia urheilijoita pitämään yhtenäistä harjoituspäiväkirjaa. Vain näin pystytään arvioimaan, mitä asioita harjoittelukulttuurissamme on lähdettävä muuttamaan. Kuten tässä työssä on tuotu esille, lajin luonne on muuttunut paljon. Ymmärrys tehokkaasta hiihtotekniikasta on kehittynyt, varusteet ovat parantuneet, urheilijat ovat voimakkaampia ja pystyvät hiihtämään entistä kovempaa niin hetkellisesti kuin keskimäärin kilpailuiden aikana, ja ennen kaikkea ammattimaisuuden merkitys on korostunut ja korostuu jatkuvasti, kun uusia maita on noussut ja nousee lajin huipulle.

Valmennuksen on siis pysyttävä kehityksessä mukana. Erityisesti viime vuosien laajan tutkimustyön tulokset hiihtäjien voima- ja nopeusharjoittelusta olisi tärkeää pystyä viemään kentälle. Ampumahiihto on edelleen kestävyyslaji, jossa jalkojen ja keskivartalon lihaskestävyys korostuu jopa enemmän kuin maastohiihdossa selässä kannettavan aseensa vuoksi, mutta pystyäkseen vastaamaan kansainväliseen hiihtovauhtiin on myös hermo-lihas-järjestelmän voimantuotto-ominaisuuksien kehittämisen keinot tuotava nykyaikaiselle tasolle. Tällöin on tärkeää ymmärtää ne mekanismit, joiden kautta se tapahtuu, ja miten se on huomioitava muussa harjoittelussa.

Ylävartalon voimantuotto-ominaisuuksien merkitys on jo todettu korostuneeksi kansainvälisen tason hiihtovauhdin saavuttamiseksi. Verrattaessa maastohiihtäjiin suomalaiset ampumahiihtäjät häviävät erityisesti tasatyönnössä (Nummela ym. 2006). Maastohiihtäjät harjoittelevat enemmän perinteisellä hiihtotavalla, joten luonnollisesti tasatyöntöä tulee enemmän. Koska lähes kaikissa ampumahiihtäjien harjoittelumuodoissa kuormitetaan jalkoja, tulisi tehdä myös ylävartalon kestävyys- ja voimantuotto-ominaisuuksiin keskittyviä harjoituksia. Erityishuomiota niihin tulisi kiinnittää naisampumahiihtäjillä, sillä ylävartalotyöskentelyssä on havaittu suuri kehityspotentiaali suhteessa miehiin (Hegge ym. 2016). Naisilla heikomman ylävartalon on havaittu myös heikentävän heidän kykyään hyödyntää jalkojen voimantuottopotentiaaliaan maksimaalisesti (Hermann & Clauß 2000). Voimaharjoittelua olisi siis hyvä tehdä selkeällä ylävartalopainotuksella ja tehdä tasatyöntöharjoittelua koko vauhtiskaalalla.

Kuten todettua, kansainvälisellä tasolla ampumahiihtäjät ampuvat entistä tarkemmin ja nopeammin. Myös tähän kehitykseen tulisi Suomessa pystyä reagoimaan kaikilla tasoilla. Ampumarjoittelussa olisi hyvä edetä nousujohteisesti perusteista kohti vaativaa lajisuoritusta. Kun ammunnan perusteet, kuten rennot ja tukevat asennot, tähtääminen, liipaisu sekä hengittäminen ovat hallussa, kilpailusuorituksen omaksuminen on paljon todennäköisempää kuin jos harjoittelu on aloitettu kilpailusuoritus edellä. Perusteisiin on myös uskallettava palata, mikäli amunnassa tulee toistuvasti ongelmia. On kuitenkin tärkeää pyrkiä tiedostamaan fyysisen harjoittelun vaikutus kuhunkin ampumarjoitukseen. Ennen kaikkea valmentajan on oleellista tiedostaa urheilijan senhetkinen taitotaso ja arvioida harjoitusten ja kilpailusuoritusten onnistumista siihen verraten. Urheilija menettää helposti luottonsa omaan ampumataitoonsa, mikäli ei jokaisessa harjoituksessa tiedä, mitä odottaa. Kuten aiemmin tässä työssä on todettu, tämä johtaa helposti negatiiviseen kierteeseen, josta on vaikeaa päästä pois.

Tällä työllä on pyritty luomaan suuntaviivoja kansainvälisen tason ampumahiihdon ymmärrykselle. Työ on jaettu useisiin eri aiheita käsitteleviin osa-alueisiin, mutta lukijan on hyvä pitää kokonaisuus mielessä. Ampumahiihto on kokonaisvaltainen huippu-urheilulaji, jossa menestyminen ei salli kompromisseja. Oleellista on kuitenkin arvioida urheilijan elämää kokonaisuutena, johon kaikki nämä yksityiskohdat vaikuttavat. Kaikkia yksityiskohtia ei voi kehittää kerralla, ja aina on arvioitava, mistä määrästä harjoittelua urheilija pystyy vielä palautumaan niin fyysisesti kuin henkisesti.

## LÄHTEET

- Aagaard, P., Andersen, J. L., Bennekou, M., Larsson, B., Olesen, J. L., Crameri, R., Magnusson, S. P., Kjaer, M. 2011. Effects of resistance training on endurance capacity and muscle fiber composition in young top-level cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 21, e298–e307.
- Ainegren, M., Carlsson, P., Tinnsten, M. & Laaksonen, M. S. 2013. Skiing economy and efficiency in recreational and elite cross-country skiers. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 27 (5), 1239–1252.
- Alsobrook, N. G. & Heil, D. P. 2009. Upper body power as a determinant of classical cross-country ski performance. *European Journal of Applied Physiology* 105, 633–641.
- Baca, A. & Kornfeind, P. 2012. Stability analysis of motion patterns in biathlon shooting. *Human Movement Science* 31, 295–302.
- Basset, D. R. & Howley, E. T. 2000. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 12 (1), 70–84.
- Belenky, G., Wesensten, N. J., Thorne, D. R., Thomas, M. L., Sing, H. C., Redmond, D. P., Russo, M. B. & Balkin, T. J. 2003. Patterns of performance degradation and restoration during sleep restriction and subsequent recovery: a sleep dose-response study. *Journal of Sleep Research* 12, 1–12.
- Bell, G. J., Syrotuik, D., Martin, T. P., Burnham, R. & Quinney, H. A. 2000. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *European Journal of Applied Physiology* 81, 418–427.
- Bilodeau, B., Rundell, K., Roy, B. & Boulay, M. 1996. Kinematics of cross-country ski racing. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 28 (1), 128–138.
- Bishop, D., Jenkins, D. G., Mackinnon, L. T., McEniery, M., Carey, M. F. 1999. The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 31 (6), 886–891.
- Bompa, T. O. & Haff, G. G. 2009. *Periodization: Theory and Methodology of Training*. 5. painos.ampaign, IL: Human Kinetics.
- Bosquet, L., Montpetit, J., Arvisais, D. & Mujika, I. 2007. Effects of Tapering on Performance: A Meta-Analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 39 (8), 1358–1365.

- Bouchard, C., Lesage, R., Lortie, G., Simoneau, J., Hamel, P., Boulay, M. R., Pérusse, L., Thériault, G. & Leblanc, C. 1986. Aerobic performance in brothers, dizygotic and monozygotic twins. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 18 (6), 639–646.
- Boulay, M., Rundell, K. & King, D. L. 1994. Effect of slope variation and skating technique on velocity in cross-country skiing. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 27 (2), 281–287.
- Brown, S. J. & Brown, J. A. 2007. Resting and Postexercise Cardiac Autonomic Control in Trained Master Athletes. *The Journal of Physiological Sciences* 57 (1), 23–29.
- Bucheit, M., Al Haddad, H., Laursen, P. B. & Ahmaidi, S. 2009. Effect of body posture on postexercise parasympathetic reactivation in men. *Experimental Physiology* 94 (7), 795–804.
- Burke, L., Kiens, B. & Ivy, J. 2004. Carbohydrates and fat for training and recovery. *Journal of Sports Sciences* 22, 15–30.
- Calbet, J. A. L, Holmberg, H., Rosdahl, H., van Hall, G., Jensen-Urstad, M. & Saltin, B. 2005. Why do arms extract less oxygen than legs during exercise? *American journal of physiology: Regulatory, integrative and comparative physiology* 289, R1448–R1458.
- Carlsen, K. 2012. Sports in extreme conditions: The impact of exercise in cold temperatures on asthma and bronchial hyper-responsiveness in athletes. *British Journal of Sports Medicine* 46, 796–799.
- Carlsson, L., Lind, B., Laaksonen, M. S., Berglund, B., Brodin, L. Å. & Holmberg, H. 2011. Enhanced systolic myocardial function in elite endurance athletes during combined arm-and-leg exercise. *European Journal of Applied Physiology* 111 (6), 905–913.
- Cavanagh, P. R. & Kram, R. 1985. The efficiency of human movement – a statement of the problem. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 17 (3), 304–308.
- Chapman, D. W., Needham, K. J., Allison, G. T., Lay, B. & Edwards, D. J. 2008. *British Journal of Sports Medicine* 42, 16–21.
- 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.

- Diaz, E., Fatima, R., Hoyos, I., Zubero, J., Gravina, L., Gil, J., Irazusta, J. & Gil, S. M. 2010. Cell damage, antioxidant status, and cortisol levels related to nutrition in ski mountaineering during a two-day race. *Journal of Sports and Medicine* 9, 338–346.
- Ehsani, A.A., Hagberg, J. M. & Hickson, R. C. 1978. Rapid changes in left ventricular dimensions and mass in response to physical conditioning and deconditioning. *The American Journal of Cardiology* 42 (1), 52–56.
- Epthorp, J. A. 2014. Altitude training and its effects on performance - Systematic review. *Journal of Australian Strength and Conditioning* 22 (1), 77–88.
- Engelhardt, M., Neumann, G., Berbalk, A. & Reuter, I. 1998. Creatine supplementation in endurance sports. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 30 (7), 1123–1129.
- Esteve-Lanao, J., Foster, C., Seiler, S. & Lucia, A. 2007. Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21 (3), 943–949.
- Ferguson-Stegall, L., McCleave, E., Ding, Z., Doerner III, P. G., Liu, Y., Wang, B., Healy, M, Kleinert, M., Dessard, B., Lassiter, D. G., Kammer, L. & Ivy, J. L. 2011. Aerobic Exercise Training Adaptations Are Increased by Postexercise Carbohydrate-Protein Supplementation. *Journal of Nutrition and Metabolism* 2011, 623182.
- García-Pallarés, J. & Izquierdo, M. 2011. Strategies to Optimize Concurrent Training of Strength and Aerobic Fitness for Rowing and Canoeing. *Sports Medicine* 41 (4), 329–343.
- 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 (1), 13–14.
- Grebot, C., Gros Lambert, A., Pernin, J. N., Burtheret, A. & Rouillon, J. D. 2003. Effects of exercise on perceptual estimation and short-term recall of shooting performance in biathlon. *Perceptual and Motor Skills* 97 (3 Pt 2), 1107–1114.
- 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.

- 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 (3), 179–182.
- Halonen, J. & Pelttari, P. 2011. Hiihdon lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Valmentajaseminaarityö.
- Hansen, A. K., Fischer, C. P., Plomgaard, P., Andersen, J. L., Saltin, B. & Klarlund Pedersen, B. 2005. Skeletal muscle adaptation: training twice every second day vs. training once daily. *Journal of Applied Physiology* 98, 93–99.
- Harris, R. C., Viru, M., Greenhaff, P. L. & Hultman, E. 1993. The effect of oral creatine supplementation on running performance during maximal short term exercise in man. *The Journal of Physiology* 467, 74P.
- Hegge, A. M., Bucher, E., Ettema, G., Faude, O., Holmberg, H. & Sandbakk, Ø. Gender differences in power production, energetic capacity and efficiency of elite cross-country skiers during whole-body, upper-body, and arm poling. *European Journal of Applied Physiology* 116, 291–300.
- Hoff, J., Gran, A. & Helgerud, J. 2002. Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 12 (5), 288–295.
- Hoff, J., Helgerud, J. & Wisløff, U. 1999. Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 31 (6), 870–877.
- Hoffman, M. D. & Street, G. M. 1992. Characterization of the Heart Rate Response during Biathlon. *International Journal of Sports Medicine* 13 (5), 390–394.
- Holmberg, H. & Calbet, J. A. L. 2007. Insufficient ventilation as a cause of impaired pulmonary gas exchange during submaximal exercise. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 157, 348–359.
- Holmberg, H. 2015. The elite cross-country skier provides unique insights into human exercise physiology. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 25 (4), 100–109.
- Holmberg, H., Lindinger, T., Stöggl, E., Eitzlmair, E. & Müller, E. 2005. Biomechanical Analysis of Double Poling in Elite Cross-Country Skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 37 (5), 807–818.



- Holmberg, H., Rosdahl, H. & Svedenhag, J. 2007. Lung function, arterial saturation and oxygen uptake in elite cross country skiers: influence of exercise mode. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 17, 437–444.
- Howarth, K. R., Phillips, S. M., MacDonald, M. J., Richards, D., Moreau, N. A. & Gibala, M. J. 2010. Effect of glycogen availability on human skeletal muscle protein turnover during exercise and recovery. *Journal of Applied Physiology* 109, 431–438.
- Hydren, J. R. & Cohen, B. S. 2015. Current scientific evidence for a polarized cardiovascular endurance training model. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (12), 3523–3530.
- Häkkinen, K. & Mero, A. 2007. Hormonaalinen järjestelmä ja kuormitus. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. (toim.) *Urheiluvallmennus*. 2. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, 97–126.
- Ilander, O. & Lindblad, P. 2014. Proteiini – lihaskehityksen laukaisija! Teoksessa Ilander, O. (toim.) *Liikuntaravitsemus – tehoa, tuloksia ja terveyttä ruuasta*. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, 193–226.
- Ilander, O. 2008. Ravitsemus kestävyyspainotteisessa urheilussa. Teoksessa Ilander, O., Borg, P., Laaksonen, M., Mursu, J., Ray, C., Pethman, K. & Marniemi, A. (toim.) *Liikuntaravitsemus*. Lahti: VK-Kustannus Oy, 405–498.
- Ilander, O. 2014a. Energia – syö riittävästi! Teoksessa Ilander, O. (toim.) *Liikuntaravitsemus – tehoa, tuloksia ja terveyttä ruuasta*. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, 19–38.
- Ilander, O. 2014b. Hiilihydraatit – tehoa harjoitteluun, suorituskykyä kilpailuihin. Teoksessa Ilander, O. (toim.) *Liikuntaravitsemus – tehoa, tuloksia ja terveyttä ruuasta*. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, 135–188.
- Ilander, O. 2014c. Rasva – terveyttä ja energiaa. Teoksessa Ilander, O. (toim.) *Liikuntaravitsemus – tehoa, tuloksia ja terveyttä ruuasta*. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, 229–259.
- International Biathlon Union. 2015. *IBU Biathlon Guide 2015–2016*. Viitattu 22.1.2016.  
[http://cdn.biathlonworld.com/files/IBU\\_Guide\\_2015\\_2016.pdf](http://cdn.biathlonworld.com/files/IBU_Guide_2015_2016.pdf).
- International Biathlon Union. 2016a. *Events*. Viitattu 21.1.2016.  
<http://www5.biathlonworld.com/en/events.html>.
- International Biathlon Union. 2016b. *Datacenter*. Viitattu 11.2.2016.  
<http://biathlonresults.com/>.

- Hermann, H. & Clauß, M. 2002. Biomechanical skating technique analysis in biathlon. 18 International Symposium on Biomechanics in Sports (2000). ISBC – Conference Proceedings Archive. Viitattu 2.5.2016.  
<https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/issue/view/ISBS2000>
- Janelle, C. M. 2002. Anxiety, arousal and visual attention a mechanistic account of performance variability. *Journal of Sports Sciences* 20, 237–251.
- Jonsson, M. & Laaksonen, M. S. 2015. Differences in Range of Motion and Feet Pressure Between Skiing With and Without Rifle in Female Biathletes. Teoksessa Radmann, A., Hedenborg, S. & Tsolakidis, E. (toim.) *Book of Abstracts. 20<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science*, 52.
- Keskinen, K. L. 2007. Kuormitusfysiologia: Hengitys- ja verenkiertoelimistö ja kuormitus. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K., L. & Häkkinen, K. (toim.) *Urheiluvalmennus 2. Painos. Lahti: VK-Kustannus Oy*, 73–96.
- Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus. 2011. Kilpailun ajoittaminen vuoristoharjoittelun jälkeen. Viitattu 11.4.2016.  
[http://www.kihu.jyu.fi/tuotostiedostot/julkinen/2011\\_num\\_kilpailun\\_\\_sel52\\_29918.pdf](http://www.kihu.jyu.fi/tuotostiedostot/julkinen/2011_num_kilpailun__sel52_29918.pdf).
- Kumpulainen, S. 2006. Hiihdon lajiansalyysi ja ohjelmointi. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Valmentajaseminaarityö.
- Laaksonen, M., Ainegren, M. & Lisspers, J. 2011. Evidence of Improved Shooting Precision in Biathlon After 10 Weeks of Combined Relaxation and Specific Shooting Training. *Cognivite Behaviour Therapy* 40 (4), 237–250.
- Laaksonen, M., Johansson, J., Hagström, J., Öberg, U., Norell, K. & Tamm, L. 2013. *Kravanalys - skidskytte*.
- Lindinger, S. J., Holmberg, H., Müller, E. & Rapp, W. 2009. Changes in upper body muscle activity with increasing double poling velocities in elite cross-country skiing. *European Journal of Applied Physiology* 106, 353–363.
- Linnamo, V., Ohtonen, O., Mikkola, J., Rauhamäki, H., Lindell, P., Lindinger, S. & Kuitunen, S. 2013. Effects of rifle carriage on skiing biomechanics in biathlon. *Book of Abstracts. 6th International Congress on Science and Skiing. St. Christoph, Itävalta*, 155.

- Losnegard, T., Mikkelsen, K., Rønnestad, B. R., Hallén, J., Rud, B., Raastad, T. 2011. The effect of heavy strength training on muscle mass and physical performance in elite cross country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 21, 389–401.
- Losnegard, T., Myklebust, H. & Hallén, J. 2012. Anaerobic Capacity as a Determinant of Performance in Sprint Skiing. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 44 (4), 673–681.
- Losnegard, T., Myklebust, H., Spencer, M. & Hallén, J. 2013. Seasonal variations in  $\dot{V}O_{2max}$ , O<sub>2</sub>-cost, O<sub>2</sub>-deficit, and performance in elite cross-country skiers. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 27 (7), 1780–1790.
- Mahood, N. V., 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.
- Masters, R. S. W. 1992. Knowledge, Knerves and Know-How - the Role of Explicit Versus Implicit Knowledge in the Breakdown of a Complex Motor Skill under Pressure. *British Journal of Psychology* 83, 343–358.
- Maughan, R. J., Owen, J. H., Shirreffs, M. & Leiper, J. B. 1994. Post-exercise rehydration in man: effects of electrolyte addition to ingested fluids. *European Journal of Applied Physiology* 69, 209–215.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L. 2011. *Essentials of Exercise Physiology*. 4. painos. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Mero, A. 2016. Ravintovalmennus huippu-urheilussa: Erikoisravinto. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. (toim.) *Huippu-urheiluvalmennus – Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa*. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, 178–195.
- Meyer, N. L., Manore, M. M. & Helle, C. 2011. Nutrition for winter sports. *Journal of Sports Sciences* 29 (S1), S127–S136.
- Mikkola, J. 2014. Voima- ja nopeusharjoittelu maastohiihdossa. Viitattu 12.4.2016.  
[http://www.lts.fi/sites/default/files/page\\_attachment/la\\_-\\_jussi\\_mikkola\\_-\\_voima-\\_ja\\_nopeusharjoittelu\\_hiihdossa\\_0.pdf](http://www.lts.fi/sites/default/files/page_attachment/la_-_jussi_mikkola_-_voima-_ja_nopeusharjoittelu_hiihdossa_0.pdf).

- Mikkola, J., Laaksonen, M., Holmberg, H., Vesterinen, V. & Nummela, A. 2010. Determinants of a simulated cross-country skiing sprint competition using V2 skating technique on roller skis. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 24 (4), 920–928.
- Millet, G. P., Boissiere, D. & Candau, R. 2003. Energy cost of different skating techniques in cross-country skiing. *Journal of Sports Sciences* 21, 3-11.
- Moore, D. R., Camera, D. M., Areta, J. L. & Hawley, J. A. 2014. Beyond muscle hypertrophy: why dietary protein is important for endurance athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 39, 987–997.
- Myklebust, H., Losnegard, T. & Hallén, J. 2014. Differences in V1 and V2 ski skating techniques described by accelerometers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 24, 882-893.
- Ng, A. V., Demment, R. B., Bassett, D. R., Bussan, M. J., Clark, R. R., Kuta, J. M. & Schauer, J. E. 1988. Characteristics and performance of male citizen cross-country ski racers. *International Journal of Sports Medicine* 9 (3), 205–209.
- Niinimaa, V., Dyon, M., Sephard, R. J. 1978. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 10: 91-93.
- Nilsson, J., Tveit, P. & Eikrehagen, O. 2004. Effects of Speed on Temporal Patterns in Classical Style and Freestyle Cross-Country Skiing. *Sports Biomechanics* 3 (1), 85-107.
- 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 ammuntasuorituksen ja fyysisen kunnan seurantajärjestelmän kehittäminen ampumahiihdossa 2004–2005. KIHUn julkaisusarja, nro 1. KIHU: Jyväskylä. Viitattu 2.5.2016.  
[http://www.kihu.fi/tuotostiedostot/julkinen/julkaisusarja\\_nro1.pdf](http://www.kihu.fi/tuotostiedostot/julkinen/julkaisusarja_nro1.pdf)
- Nuutinen, A. 2016. Haastattelu 19.4.2016, Jyväskylä.
- Ohtonen, O. & Mikkola, J. 2016. Maastohiihdon lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. (toim.) *Huippu-urheiluvallennus – Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa*. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, 491–515.

- Paavolainen, L. M., Häkkinen, K., Hämmäläinen, I., Nummela, A. & Rusko, H. 1999. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of Applied Physiology* 86 (5), 1527–1533.
- Redwine, L., Hauger, R. L., Gillin, J. C. & Irwin, M. 2000. Effects of Sleep and Sleep Deprivation on Interleukin-6, Growth Hormone, Cortisol, and Melatonin Levels in Humans. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 85 (10), 3597–3603.
- Real biathlon. Viitattu 29.3.2016. <http://www.realbiathlon.com/>.
- Reinkemeier, H., Bühlmann, G., Eckhardt, M., Murray, B., Bindra, A. & Hecker, M. 2009. *Ways of the Rifle*. 3. painos. Dortmund: Verlag/MEC.
- Reynolds, A. C., Dorrian, J., Liu, P. Y., Van Dongen, H. P. A., Wittert, G. A., Harmer, L. J. & Banks, S. 2012. Impact of Five Nights of Sleep Restriction on Glucose Metabolism, Leptin and Testosterone in Young Adult Men. *PLoS ONE* 7(7): e41218. doi:10.1371/journal.pone.0041218
- Ronsen, O. & Rusko, H. 2002. Special and practical issues in cross country skiing. Teoksessa Rusko, H. (toim.) *Handbook of Sports Medicine and Science, Cross Country Skiing*. 1. painos. Osney Mead, Oxford; Malden, MA: Blackwell Science, 141–175.
- 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. *Handbook of Sports Medicine and Science: Cross-country skiing*. Oxford, UK: Blackwell Science, Ltd.
- Rønnestad, B. R. & Mujika, I. 2014. Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 24, 603–612.
- Rønnestad, B. R., Kojedal, Ø., Losnegard, T., Kvamme, B. & Raastad, T. 2012. Effect of heavy strength training on muscle thickness, strength, jump performance, and endurance performance in well-trained Nordic Combined athletes. *European Journal of Applied Physiology* 112, 2341–2352.
- Sandbakk, Ø. & Holmberg, H. 2014. A Reappraisal of Success Factors for Olympic Cross-Country Skiing. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 9,117–121.

- Sandbakk, Ø., Ettema, G. & Holmberg H. 2014. Gender differences in endurance performance by elite cross-country skiers are influenced by the contribution from poling. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 24 (1), 28–33.
- Sattlecker, G., Buchecker, M., Müller, E. & Lindinger, S. 2014. Postural Balance and Rifle Stability During Standing Shooting on an Indoor Gun Range Without Physical Stress in Different Groups of Biathletes. *International Journal of Sports Science & Coaching* 9 (1).
- Sattlecker, G., Müller, E. & Lindinger, S. 2007. Performance determining factors in biathlon shooting. Teoksessa Linnamo, V., Komi, P. V. & Müller, E. (toim.) *Science and Nordic Skiing*. Oxford: Meyer & Meyer Sports Ltd, 257–265.
- Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J. & Stachenfeld, N. S. 2007. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 39 (2), 377–390.
- Seiler, S. 2010. What is Best Practice for Training Intensity and Duration Distribution in Endurance Athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance* 5, 276–291.
- Seiler, S., Haugen, O. & Kuffel, E. 2007. Autonomic Recovery after Exercise in Trained Athletes: Intensity and Duration Effects. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 39 (8), 1366–1373.
- Shirreffs, S. M. & Maughan, R. J. 1998. Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *American Journal of Physiology – Renal Physiology* 274 (5), F868–F875.
- Sjödin, M. S., Andersson, A. B., Högberg, J. M. & Westerterp, K. R. 1994. Energy balance in cross-country skiers: a study using doubly labeled water. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 26 (6), 720–724.
- Smith, G. A., Nelson, R. C., Feldman, A. & Rankinen, J. L. 1989. Analysis of V1 Skating Technique of Olympic Cross-Country Skiers. *International Journal of Sports Biomechanics* 5 (2), 185–207.
- Spiegel, K., Leproult, R. & Van Cauter, E. 1999. Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function. *The Lancet* 354, 1435–1439.

- Stöggl, T. & Holmberg, H. 2015. Three-dimensional Force and Kinematic Interactions in V1 Skating at High Speeds. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 47 (6), 1232–1242.
- Stöggl, T. & Müller, E. 2009. Kinematic Determinants and Physiological Response of Cross-Country Skiing at Maximal Speed. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 41 (7), 1476–1487.
- Stöggl, T., Bishop, P., Höök, M., Willis, S. & Holmberg, H. 2015. Impact of Carrying a Rifle on Physiology and Biomechanical Responses in Biathletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 47 (3), 617–624.
- Stöggl, T., Müller, E. & Lindinger, S. 2008. Biomechanical comparison of the double-push technique and the conventional skate skiing technique in cross-country sprint skiing. *Journal of Sports Sciences* 26 (11), 1225–1233.
- Stöggl, T., Müller, E., Ainegren, M. & Holmberg, H. 2011. General strength and kinetics: fundamental to sprinting faster in cross country skiing? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 21, 791–803.
- Suomalaisen liikunnan ja urheilun tietoportaa. 2015. Urheilijan ravitsemus – Ohjeita lajityypeittäin – Kestävyysslajit. Viitattu 22.3.2016. <http://www.sport.fi/>.
- Suomen Ampumahiihtoliitto. Valmentaja 1: Ammunnan perusteet. Viitattu 28.3.2016. <http://www.biathlon.fi/>.
- Suomen Ampumahiihtoliitto. 2016a. Toimintakertomus 2015.
- Suomen Ampumahiihtoliitto. 2016b. Selvitys ampumahiihdon kansainvälisistä kilpailupaikoista kaudella 2015–2016.
- Tarnopolsky, M. 2004. Protein Requirements for Endurance Athletes. *Nutrition* 20, 662–668.
- Wu, J-W. & Tsai, T-H. 2009. Absorption, Distribution, Metabolism and Excretion of Caffeine. Teoksessa K. P. Chambers (toim.) *Caffeine and Health Research*. New York: Nova Science Publishers, Inc. 161–170.
- Tønnessen, E., Haugen, T. A., Hem, E., Leirstein, S. & Seiler, S. 2015. Maximal Aerobic Capacity in the Winter-Olympics Endurance Disciplines: Olympic-Medal Benchmarks for the Time Period 1990–2013. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 10, 835–839.

- Tønnessen, E., Sylta, Ø., Haugen, T. A., Hem, E., Svendsen, I. S. & Seiler, S. 2014. The Road to Gold: Training and Peaking Characteristics in the Year Prior to a Gold Medal Endurance Performance. *PLoS ONE* 9 (7): e101796. doi:10.1371/journal.pone.0101796
- Valleala, R., Nummela, A., Mononen, K. & Nuutinen, A. 2006. Biomechanical and physiological aspects of rifle shooting in simulated biathlon competition. *Proceedings of the 24. International Symposium on Biomechanics in Sports, SUA3–5.*
- Van Hall, G., Jensen-Urstad, M., Rosdahl, H., Holmberg, H., Saltin, B. & Calbet, J. A. L. 2003. Leg and arm lactate and substrate kinetics during exercise. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism* 284, E193–E205.
- Vgontzas, A. N., Zoumakis, E., Bixler, E. O., Lin, H., Follett, H., Kales, A. & Chrousos, G. P. 2004. Adverse Effects of Modest Sleep Restriction on Sleepiness, Performance, and Inflammatory Cytokines. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 89 (5), 2119–2126.
- Vickers, J. N. & Williams, A. M. 2007. Performing Under Pressure: The Effects of Physiological Arousal, Cognitive Anxiety, and Gaze Control in Biathlon. *Journal of Motor Behavior* 39 (5), 381–394.
- Wulf, G., Shea, C. & Park, J. 2001. Attention and Motor Performance: Preferences for and Advantages of an External Focus. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72 (4), 335–344.
- Yamane, M., Teruya, H., Nakano, M., Ogai, R., Ohnishi, N. & Kosaka, M. 2006. *European Journal of Applied Physiology* 96, 572–580.
- Yeo, W. K., Paton, C. D., Garnham, A. P., Burke, L. M., Carey, A. L. & Hawley, J. A. 2008. Skeletal muscle adaptation and performance responses to once a day versus twice every second day endurance training regimens. *Journal of Applied Physiology* 105 (5), 1462–1470.
- Zinner, C., Willis, S. J., Jonsson, M., Sperlich, B. & Holmberg, H. 2015. Heart rate responses during biathlon races of different lengths in elite athletes. Teoksessa Müller, E., Kröll, J., Lindinger, S., Pfusterschmied, J. & Stöggl, T. (toim.) *Science and Skiing VI*. Aachen: Meyer & Meyer Sport, 483–491.



- Ørtenblad, N., Westerblad, H. & Nielsen, J. 2013. Muscle glycogen stores and fatigue. *The Journal of Physiology* 591 (18), 4405–4413.
- Østerås, H., Helgerud, J. & Hoff, J. 2002. Maximal strength-training effects on force-velocity and force-power relationships explain increases in aerobic performance in humans. *European Journal of Applied Physiology* 88, 255–263.