

**MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU**

**TALVIOLOSUHTEIDEN VAIKUTUS TOIMINTAKYKYYN**

Kandidaatintutkielma

Kadetti

Tanja Väyrynen

93. Kadettikurssi

Tiedustelu- ja liikuntalinja

Huhtikuu 2009

Kurssi Kadettikurssi 93	Linja Tiedustelu- ja liikuntalinja
Tekijä Kadetti Tanja Väyrynen	
Tutkielman nimi <b>TALVIOLOSUHTEIDEN VAIKUTUS TOIMINTAKYKYYN</b>	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotilaspedagogiikka	Säilytyspaikka Kurssekirjasto (MPKK:n kirjasto)
Aika Huhtikuu 2009	Tekstisivuja 23      Liitesivuja 0
<p><b>TIIVISTELMÄ</b></p> <p>Talviset olosuhteet vaikuttavat taistelijan toimintakykyyn. Vaativat olosuhteet asettavat kylmyyden, lumen, pimeyden, pakkasen, tuulen, roudan ja jään kautta haasteista taistelijan toimintakyvyn säilyttämiselle. Mitä haasteellisempi sotilaan toimintaympäristö on, sitä enemmän toimintakyvyssä korostuu fyysinen osa-alue. Talviolosuhteissa selviää paremmin, jos taistelijalla on hyvä fyysinen kunto ja oikeanlaiset varusteet. Jotta taistelija säilyttää toimintakykynsä, vaatii se jatkuvaa aktiivisuutta ja oma-aloitteisuutta.</p> <p>Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten talviolosuhteet ja erityisesti kylmä vaikuttavat toimintakykyyn ja miten hiihtoa harjoitellut taistelija voi hyödyntää taitoaan sekä hiihdossa kehittyneitä ominaisuuksia taistelukentällä. Tutkimuksessa esitellään keskeisimpien liikuntaelinten toiminnot ja tehtävät sekä fyysisen kunnan eri osa-alueet, joita ovat kestävyys, voima, nopeus ja taito.</p> <p>Ympäristötekijät vaikuttavat lepoaineenvaihduntaan. Energia-aineenvaihdunta kasvaa merkittävästi kylmissä olosuhteissa. Aineenvaihdunnan taso riippuu paljon taistelijan henkilökohtaisista ominaisuuksista, sen taso voi kasvaa jopa viisinkertaiseksi kylmässä, koska lihasvärinän tuottamiseen tarvitaan energiaa.</p> <p>Talviolosuhteet laskevat kehon sisälämpötilaa. Energiavaje, univelka ja kylmyys laskevat elimistön kykyä tuottaa lämpö lihasvärinän avulla kehon lämpötilan säilyttämiseksi. Ne myös alentavat kestävyysuorituskykyä. Kylmä ilma vähentää sormien näppäryyttä sekä hermoston rekrytointikykyä ja nopeutta. Talvi lisää hypotermian vaaraa.</p> <p>Taistelijoiden hiihtotaitoa tulisi hyödyntää käyttämällä heitä vaikeissa maastoissa, jossa he pystyisivät etenemään vihollisen selustaan nopeasti ja huomaamattomasti. Hyviä tehtäviä olisivat esimerkiksi tiedustelutehtävät tai sissitehtävät, koska heillä on näihin tehtäviin</p>	

vaadittavaa kestävyyttä.

**AVAINSANAT**

talviset olosuhteet, kylmä, fyysinen toimintakyky, fyysinen kuormittuminen

# SISÄLLYS

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>TUTKIMUKSEN TARKOITUS, ONGELMAT, VIITEKEHYS, RAJAUS JA MENETELMÄ</b> .....	<b>3</b>
2.1.	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA ONGELMAT.....	3
2.2.	TUTKIMUKSEN VIITEKEHYS.....	3
2.3.	TUTKIMUKSEN RAJAUS .....	4
2.4.	TUTKIMUSMENETELMÄ.....	4
<b>3.</b>	<b>KESKEISIMMÄT FYSIOLOGISET JÄRJESTELMÄT FYYSISSÄ TOIMINTAKYVYSSÄ</b> .....	<b>5</b>
3.1.	HERMO-LIHASJÄRJESTELMÄ JA LIHAKSEN ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA.....	5
3.2.	SYDÄN JA VERENKIERTO .....	7
3.3.	HENGITYSELIMISTÖ .....	8
<b>4.</b>	<b>FYYSISEN KUNNON ERI OSA-ALUEET</b> .....	<b>9</b>
4.1.	KESTÄVYYS .....	9
4.2.	VOIMA .....	10
4.3.	NOPEUS.....	11
4.4.	TAITO.....	12
<b>5.</b>	<b>TALVIOLOSUHTEIDEN VAIKUTUKSET TOIMINTAKYKYYN</b> .....	<b>13</b>
5.1.	KYLMÄN VAIKUTUKSET TAISTELIJAN TOIMINTAKYKYYN .....	13
5.2.	TOIMINTAKYVYN SÄILYTTÄMINEN .....	16
5.3.	TAISTELIJAN ETENEMINEN TALVIOLOSUHTEISSA .....	17
<b>6.</b>	<b>POHDINTA</b> .....	<b>21</b>
	<b>LÄHTEET</b> .....	<b>24</b>

## TALVIOLOSUHTEIDEN VAIKUTUS TOIMINTAKYKYYN

### 1. JOHDANTO

Sotilaan toiminta perustuu siihen, että hän kykenee toimimaan määrätietoisesti tilanteessa sen vaatimalla tavalla. Sotilaan toimintakyky koostuu neljästä eri osa-alueesta, joita ovat psyykinen, fyysinen, eettinen ja sosiaalinen (Toiskallio, 1998, 27). Olosuhteet, jossa taistelija suorittaa saamaansa tehtävää, vaikuttavat myös hänen toimintakykyensä ja sen säilyttämiseen. Yksi vaativimmista olosuhteista on talvi, joka asettaa paljon haasteita taistelijalle oman toimintakyvyn säilyttämiseksi. Talvella pakkas, pimeys, kylmyys, tuuli, lumi, routa ja jää vaikuttavat sotilaan toimintaan. Mitä haasteellisempi on sotilaan toimintaympäristö, sitä enemmän toimintakyvyssä korostuu fyysinen osa-alue. Talvi antaa mahdollisuuksia sotilastoiminnalle, mutta myös rajoittaa sitä.

Talvioletoissa selviää paremmin, jos taistelijalla on hyvä fyysinen kunto ja oikeanlaiset varusteet. Jotta taistelija säilyttää toimintakykynsä, se vaatii jatkuvaa aktiivisuutta ja oma-aloitteisuutta. Kylmyys aiheuttaa suurimmat haasteet taistelijalle. Kylmä lisää suoristusten kuormittavuutta, koska se rasittaa sydän- ja verenkiertoelimiä ja nostaa verenpainetta. Talvivarusteet painavat kesävarusteita enemmän ja näin ollen kuormittavat taistelijaa lisää (Rintamäki & Rissanen 2007). Kylmyys heikentää fyysistä suorituskykyä (Hackney ym. 1991), hidastaa nopeita suorituksia (Marrao ym. 2005), alentaa voimantuottoa, heikentää notkeutta ja koordinaatiota sekä alentaa kestävyttä. (Talvikoulutusopas 2004, 12–21.)

Kestävä lumihanki helpottaa harjaantuneiden sotilaiden toimintaa, koska he voivat siirtyä vaikeissa olosuhteissa nopeasti suksilla, moottorikelkoilla tai muilla lumiajoneuvoilla. Lumi joko helpottaa tai vaikeuttaa taistelijoiden toimintaa riippuen heidän tehtävästään. Se vähentää ammusten sirpalevaikutusta sekä savutuksen tehoa. Lumiset puut heikentävät äänen kulkua. Lumeen jää jälkiä, jotka vaikeuttavat salaamista mutta toisaalta helpottavat vihollisen

löytämistä. Olosuhteita tulee käyttää hyväksi. Talvinen luonto tarjoaa maastouttamiseen hyvät puitteet. Sotilaiden tulee oppia kulkemaan maastossa ja hyödyntämään talven tarjoamat mahdollisuudet. (Talvikoulutusopas 2004, 12–21.)

## 2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS, ONGELMAT, VIITEKEHYS, RAJAUS JA MENETELMÄ

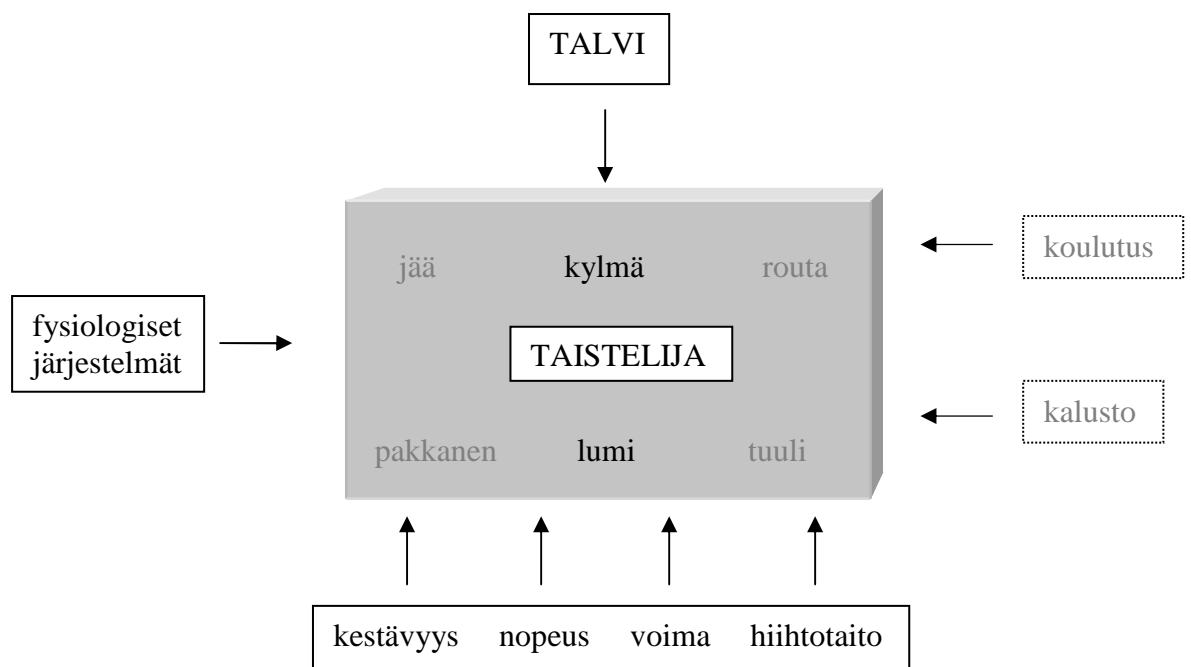
### 2.1. Tutkimuksen tarkoitus ja ongelmat

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten talviolosuhteet ja erityisesti kylmä vaikuttavat toimintakykyyn ja miten hiihtoa harjoitellut taistelija voi hyödyntää taitoaan sekä hiihdon kautta kehittyneitä ominaisuuksia taistelukentällä. Talvella hiihtotaidon merkitystä voidaan pitää tärkeänä, koska se on taistelijalle nopein ja helpoin tapa edetä lumisissa olosuhteissa. Tässä tutkimuksessa pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimusongelmiin:

- 1) Miten talviolosuhteet vaikuttavat sotilaan toimintakykyyn?
- 2) Miten hiihtäjän ominaisuuksia voidaan hyödyntää taistelukentällä?

### 2.2. Tutkimuksen viitekehys

Taistelijaan vaikuttavat talviolosuhteet, eteenkin kylmä ja lumi, fysiologiset järjestelmät ja fyysisen kunnon eri osa-alueet.



Kuvio 1. Tutkimuksen viitekehys

### **2.3. Tutkimuksen rajaus**

Tässä tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan kylmän ja lumen vaikutuksia fyysiseen toimintakykyyn. Talvisissa olosuhteissa korostuvat myös muut elementit, kuten routa ja jää, mutta niitä tässä tutkimuksessa ei selvitetä. Olennaisena osana taistelijan toimintakykyyn vaikuttavaa myös hänen saamansa koulutus ja käytössä oleva kalusto, mutta niitä tässä tutkimuksessa ei tarkastella.

### **2.4. Tutkimusmenetelmä**

Tutkimusmenetelmä on kvalitatiivinen asiakirja-analyysi. Käsittelen tutkimuksessani sekä suomalaista että ulkomaista valmennuskirjallisuutta. (Metsämuuronen 2002, 209) Tärkeitä lähteitä ovat myös kansainväliset liikuntatieteelliset julkaisut kuten Scandinavian Journal Of Medicine Science in Sport ja Medicine & Science in Sports & Exercise sekä alan tutkimukset.



### 3. KESKEISIMMÄT FYSIOLOGISET JÄRJESTELMÄT FYYSISESSÄ TOIMINTAKYVYSSÄ

#### 3.1. Hermo-lihasjärjestelmä ja lihaksen energia-aineenvaihdunta

Hermosto muodostuu kahdesta pääosasta: keskushermostosta, jonka muodostavat aivot sekä selkäydin, ja autonomisesta hermostosta (McArdle ym. 2007, 392), joka jaetaan sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Niillä on toisiaan vastaiset tehtävät, mutta ne toimivat kuitenkin yhdessä (Wilmore & Costill 2004, 60).

Hermokudos on hyvin monimuotoista aina sijaintinsa ja toimintansa mukaan. Se koostuu hermosolusta ja niiden tukisoluista. Yksittäistä hermosolua sanotaan neuroniksi, joka on erikoistunut kuljettamaan eteenpäin hermoimpulsseja. Aksoni on hermosolun viejähaarake, joka muodostaa yhteyden seuraavaan soluun. Synapsi on kahden hermosolun välinen liittymäkohta. Synapsiksi sanotaan myös hermosolun ja poikkijuovaisen lihassolun liittymäkohta. Hermosolun, sileän lihassolun tai rauhassolun tai aistireseptorisolun välissä on myös synapsin kaltainen liittymäkohta. (Nienstedt ym. 2004, 64–73).

Ihmisessä on noin 660 lihasta (McArdle ym. 2007, 366). Lihaksiston tehtävänä on liikuttaa ihmistä ja yhdessä luuston kanssa ylläpitää ihmisen asentoa. Lihaskudosta on ihmisen painosta noin 30–45 prosenttia (Nienstedt ym. 2004, 76). Lihaskudoksia on kolmea lajia: sileää, poikkijuovaista ja sydänlihaskudosta (Wilmore & Costill 2004, 34). Lihasten välissä on aina myös sidekudosta, joka tukee sitä, kiinnittää sen ympäristöönsä ja estää sen liiallisen venymisen. Poikkijuovainen lihaskudos on tahdosta riippuvainen. Sileä lihaskudos on tahdosta riippumaton ja sitä sijaitsee verisuonten seinämissä ja sisäelimissä (Nienstedt ym. 2004, 35). Lihas rakentuu lihassoluista, josta käytetään nimitystä lihasfiiberi. Niiden lukumäärä vaihtelee lihassolussa 10 000 aina miljooniin asti (Wilmore & Costill 2004, 35).

Poikkijuovaisen lihassyyn supistuksen saa aikaan aksonia pitkin tuleva hermoimpulssi, joka siirtyy lihassoluun hermo-lihasliitoksen kautta. Liikehermosolu ja kaikki sen hermottavat lihassolut muodostavat kokonaisuuden, jota kutsutaan lihaksen motoriseksi yksiköksi (Nienstedt ym. 2004, 79). Jokaisessa motorisessa yksikössä on vain yhdentyypisiä lihassoluja, joiden perusteella ne jaetaan kahteen ryhmään: hitaisiin ja nopeisiin. Hitaat yksiköt tuottavat voimaa pidemmällä ajalla kuin nopeat ja siten ne myös väsyvät hitaammin (Heikkinen & Vuori 1980, 22–24). Hiihtäjillä on enemmän hitaan tyyppin lihasfiibereitä (Bergh ym. 1978).

Ihmisen hermolihaskäytännöllä saa aikaan liikkeen ja pystymme esimerkiksi hiihtämään. Se kontrolloi liikkeitämme ja pitää ne hallittuina. Aivot lähettävät viestin hermosolulle, josta se siirtyy aksonia myöten lihakseen (McArdle ym. 2004, ). Lihaksen fiiberit supistuvat ja saavat aikaan liikkeen (Wilmore & Costill 2007, 40). Tarkkaa lihastyötä vaativissa toiminnoissa yksi hermo hermottaa ainoastaan muutamaa lihassolua, mutta isoimmissa ja karkeimmissa liikkeissä yksi hermo hermottaa satoja jopa tuhansia lihassoluja. Motorisia yksiköitä on lihaksen toimintatavasta riippuen muutamasta kymmenestä muutama sataan (Häkkinen 1991, 12).

Lihaksen energia tuotetaan adenosinitrifosfaatista eli ATP:stä, varsinkin hitaan tyypin lihassoluissa (Wilmore & Costill 2004, 43), joissa on korkea aerobinen kapasiteetti. Ne työskentelevät pitkäkestoisissa suorituksissa ja päivittäisissä rauhallisissa askareissa. Nopean tyypin lihassoluissa on puolestaan huono aerobinen kapasiteetti (Wilmore & Costill 2004, 48). Ne toimivat pääasiassa nopeutta ja räjähtävyyttä tarvitsevilla liikkeillä. Niiden supistumisnopeus on jopa kolmesta viiteen kertaan nopeampi kuin hitaiden (McArdle ym. 2007, 380). Nopean tyypin solut tuottavat energian anaerobisesti toisin kuin hitaan tyypin solut (Wilmore & Costill 2004, 48). Vaikka aerobinen suoritus kestäisi 12 tuntia, työskentelevät hitaat lihassolut silti (McArdle ym. 2007, 383).

Miten lihas tuottaa energian ja mitä energialähteitä se käyttää, riippuu rasituksen kestosta ja laajuudesta (Rehunen 1997, 58). Hyvin lyhyen suorituksen elimistö käyttää kreatiinifosfaattia. Lihaksen kreatiinifosfaatti varat loppuvat lihaksesta yli 30 sekunnin maksimisuorituksessa (Nummela 2004, 97), mutta palaavat takaisin omalle tasolle 3–5 minuuttia suorituksen loputtua (Heikkinen & Vuori 1980, 59). Yli 10 sekunnin, mutta alle kahden minuutin suorituksissa, lihas tuottaa energiansa anaerobisesti siis ilman happea. Elimistön ATP:n tuotto ei riitä kattamaan energian tarvetta, joten elimistö tuottaa laktaattia (Rehunen 1997, 59), joka siirtyy verenkierron mukana sydämeen ja maksaan, jossa siitä tuotetaan energiaa (Nummela 2004, 98). Alle kahden tunnin rasituksessa energia tuotetaan glykogeenin avulla. Silloin suurin osa energiasta tuotetaan hapen avulla eli aerobisesti. Jos rasituksen teho on alhainen, energiaksi käytetään lihaksen omaa glykogeenia, mutta myös maksan sokereita sekä elimistön rasvavaroja. Kuitenkin suorituksessa, jossa kuormitustaso on korkea, lihas käyttää energialähteeksi omaa varastoitunutta glykogeenia. Rasvoista saadaan energiaa yli kahden tunnin suorituksessa, ja niiden käytöllä säästetään elimistön omia ATP-varastoja raskaisimpiin lyhyempiin suorituksiin (Rehunen 1997, 59–60). Rasvat, joita

lihaksisto voi käyttää hyväkseen, ovat triglyserideina varastoituneena (Heikkinen & Vuori 1980, 66 ). Alla olevassa taulukossa on lueteltu tärkeimmät energianlähteet, energian tuottotavat ja hapen merkitys energian tuottamisessa.

Taulukko 1.

Tärkeimmät energianlähteet, energian tuottotavat ja hapen merkitys (Mukaiilu Rehunen 1997, 59)

Suorituksen kesto	alle 10 s	10 s–2 min	2 min–2 h	yli 2 h
Tärkeimmät energian lähteet	ATP, KP	lihaksen oma glykogeeni	lihaksen ja maksan glykogeeni, verensokeri	rasvat (glykogeeni)
Energian tuottotapoja	fosfaattinen hajoaminen	anaerobinen glykolyysi	aerobinen glykolyysi	rasvojen hajoaminen
Hapen merkitys energian tuotossa	ei merkitystä	vähäinen/kohtalainen merkitys	suuri merkitys	oleellinen merkitys

### 3.2. Sydän ja verenkierto

Sydän painaa 300–350 grammaa (Niesntedt ym. 2004, 186). Se sijaitsee rintakehän vasemmalla puolella ja se pumpkaa keskimäärin 70 ml verta kerralla. Päivässä se siirtää verenkiertoon noin 8600 litraa ja vuosittain 235 miljoonaa litraa verta (McArdle ym. 2004, 329). Aikuisen ihmisen syketaajuus eli syke on lepotilassa noin 60–80 kertaa minuutissa, mutta hyvin harjoitelleille urheilijoilla se voi olla jopa 35 lyöntiä minuutissa. Maksimisyke on nuorella ihmisellä noin 200 lyöntiä minuutissa. Maksimisyke ei riipu harjoittelusta vaan siitä, että harjoitellut henkilö saavuttaa sen hitaammin kuin harjoittelematon. Sydämen minuuttitulavuudella tarkoitetaan yhden sydänpuoliskon kautta minuutissa kulkevaa verimäärää, joka on aikuisella levossa noin 5 litraa. Rasituksessa iskuutilavuus voi kasvaa yli 25 litran, kestävyysurheilijoilla jopa enemmän (Nienstedt ym. 2004, 196–197).

Sydämen tehtävä on siirtää verta eteenpäin. Vasemmanpuoleinen sydämen lohko siirtää veren suureen verenkiertoon ja oikeanpuoleinen lohko pieneen verenkiertoon (McArdle ym. 2004). Pieni verenkierto kulkee keuhkojen kautta, jolloin veri käy puhdistumassa ja ottaa mukaansa

uutta happea. Iso verenkierto suuntaa veren kulkua kaikkialle muualle elimistöön. Siihen kuuluvat kaikki pienet hiussuonistot (Nienstedt ym. 2004, 211). Verenkierto toimii elimistön kuljetusjärjestelmänä. Sen tärkeimpiä tehtäviä on kuljettaa kudoksille ja elimistöille muun muassa happea, glukoosia, rasvahappoja toisin sanoen se huolehtii niiden ravinnon saannista sekä poistaa elimistön tuottamat kuona-aineet kuten hiilidioksidin, kreatiniinin ja virtsahapon. Veri kuljettaa myös kemiallisia viestejä, jotka tasoittavat ruumiinosien välisiä lämpötila- ja happamuuseroja (Nienstedt ym. 2004, 185).

### **3.3. Hengityselimistö**

Keuhkot ja hengitystiet muodostavat hengityselimistön. Sen tehtävänä on kuljettaa happea elimistöön ja poistaa elimistön tuottama hiilidioksidi (Nienstedt ym. 2004, 259). Hengitys tapahtuu pääsääntöisesti nenän kautta (Wilmore & Costill 2007, 244), mutta raskaassa kuormituksessa se tapahtuu sekä suun että nenän kautta. Keuhkotuuletus eli kaasujen vaihto tapahtuu keuhkorakkuloissa, joita on ihmisellä 300 miljoonaa. Keuhkorakkuloiden ympärillä kulkee keuhkohiussuonisto (Nienstedt ym. 2004, 267), johon happi siirtyy rakkulasta suonistoon diffuusiivisesti ja samoin tekee hiilidioksidi suonesta rakkulaan (Wilmore & Costill 2007, 247). Nuoren ihmisen maksimiventilaatio eli yhden minuutin aikana hengityselimissä käyneen ilman tilavuus pitkäkestoisessa rasituksessa on 90–120 litraa minuutissa. Urheilijoilla se voi jopa nousta yli 200 litraan minuutissa (Heikkinen & Vuori 1980, 36). Hapenkulutus saattaa olla hyvin harjoitelleella miesurheilijalla jopa 90 millilitraa painokiloa kohti minuutissa (ml/kg/min). Harjoittelemattomalla ihmisellä se voi olla 45 ml/kg/min (Keskinen 2004, 79).

## 4. FYYSISEN KUNNON ERI OSA-ALUEET

### 4.1. Kestävyys

Kestävydessä on kaksi ominaisuutta: kyky tuottaa energiaa ja kyky vastustaa väsymystä (Kantola & Rusko 1984, 16). Kestävyuden merkitys on lajeissa suuri, joissa suoritus kestää yli kaksi minuuttia. Hiihto on hyvä esimerkki kestävyyslajista (Nummela ym. 2004, 333). Kestävyysuorituskyky perustuu maksimaaliseen aerobiseen energiantuottokykyyn, pitkäaikaiseen kestävyyteen ja suorituksen taloudellisuuteen sekä hermolihasjärjestelmän voimantuottokykyyn. Kestävyuden pohjana on ensisijaisesti energiatuotannon riittävyys (Heikkinen & Vuori 1989). Pitkäaikainen kestävyys määräytyy fysiologisista kuntotekijöistä (aerobinen ja anaerobinen kynnysteho), energiavarastojen (glykogeeni) riittävydestä ja väsymisestä (Nummela ym. 2004, 333). Harjoitusvaikutuksen aikaan saamiseksi on hengitys- ja verenkiertoelimistöä sekä hermo-lihasjärjestelmää järkytettävä pois normaalista tasapainotilasta. Edellä mainitut kestävyystekijät ovat lajispesifisiä, mikä tarkoittaa niiden erilaisia painoarvoja suorituksen keston, lajin luonteen ja lajitekniikan mukaan. Kestävyysuorituskyky on aina lajikohtainen. Kestävyuden lajeja ovat peruskestävyys, vauhtikestävyys, maksimikestävyys ja nopeuskestävyys (Nummela ym. 2004, 335). Kestävyuden kehittyminen tarkoittaa elimistön ja sen osien parempaa sopeutumista toistuvaan, pitkäkestoiseen työkuormitukseen (Kantola & Rusko 1984). Kestävyteen liittyy oleellisena osana myös maksimaalinen hapenotto ja se määräytyy sydämen ja verenkiertoelimistön suorituskyvystä (Rusko, 1989). Maksimimaalinen hapenotto on ratkaiseva tekijä aerobisessa kestävydessä (Ingjer 1991).

Aerobista peruskestävyyttä voidaan harjoittaa parhaiten kevyellä ja pitkäkestoisella harjoituksella. Peruskestävyys harjoituksilla pyritään parantamaan aerobisia ominaisuuksia sekä rasva-aineenvaihduntaa. Näiden syiden takia pitää harjoituksen tehon olla matala, jottei veren laktaattipitoisuus pääse nousemaan liian suureksi. Veren laktaattipitoisuuden tulisi olla lähellä lepotasoa eli alle kaksi millimoolia litrassa (mmol/l). Energiasta 50 prosenttia tuotetaan peruskestävyys harjoituksissa rasvoista. (Nummela ym. 2004, 336). Peruskestävyyden ja vauhtikestävyuden rajaa sanotaan aerobiseksi kynnykseksi. Se kuvaa elimistön kykyä käyttää rasvoja hyväksi suurella nopeudella ja näin ollen maksan ja lihaksien glykogeenivarastoja voidaan säästää. Laktaattipitoisuus veressä on tuolloin noin 1,5–4,0 mmol/l, mutta arvo on erittäin yksilöllinen. Laktaattipitoisuuden nousun myötä myös hengitys kiihtyy ja ihminen hengästyy (Rusko 1989, 152).

Vauhtikestävyysharjoittelu vaikuttaa suurin piirtein samoihin ominaisuuksiin kuin peruskestävyystreeneit. Erot harjoitustapojen välillä ovat harjoitusintensiteetissä ja energiantuottamisessa. Rasvojen osuus energian tuosta on vajaat 30 prosenttia ja loput tuotetaan hiilihydraateista. Sen vaikutusalue on aerobisen ja anaerobisen kynnyksen välissä oleva sykealue. Vauhtikestävyysharjoitukset voidaan jakaa pääsääntöisesti kahdella tavalla: yhtäjaksoiset suoritukset ja intervalliharjoitukset. Veren laktaattipitoisuus on 3–5 mmol/l. (Nummela ym. 2004, 338–339).

Maksimikestävyysharjoitusten pääasiallinen tarkoitus on parantaa urheilijan hengitys- ja verenkiertoelimistön kapasiteettia ja maksimaalista hapenottokykyä. Ne tulisi aina tehdä lajinomaisina harjoituksina, jotta lihakset tottuisivat tekemään työtä samalla tavalla mitä kilpailuissakin. Ne vaikuttavat paljon hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyyn. Toisin sanoen harjoituksen seurauksena ne lajisuorituksen tehoalueet kehittyvät eniten, joita harjoitetaan. Maksimikestävyysharjoituksissa veren laktaattipitoisuus on yli viisi mmol/l. (Nummela ym. 2004, 340–343).

Nopeuskestävyys korostuu lajeissa, joiden kesto on 10–90 sekuntia ja se on kestävyiden alalaji. Sen kehittäminen tarvitsee hyvän peruskestävyydpohjan. Nopeuskestävyys jaetaan kolmeen eri muotoon seuraavasti: anaerobinen peruskestävyys, maitohapollinen nopeuskestävyys ja maitohapoton nopeuskestävyys. Sille on ominaista, että se koostuu nopeudesta, kestävydestä ja lajitekniikasta. Se on aina lajisidonnainen ominaisuus. Nopeuskestävyyden harjoittamiseen on viisi erilaista tapaa: määräintervallit, tehointervallit, submaksimaalinen maitohapollinen nopeuskestävyys, maksimaalinen maitohapollinen nopeuskestävyys ja maitohapoton nopeuskestävyys. (Nummela 2004, 315–316)

## **4.2. Voima**

Voima on kaikkien lajien perusominaisuus (Hirvonen & Aura 1989, 221). Voima perustuu lihaksen tekemään työhön ja voiman määrä riippuu siitä kuinka monta lihassolua lihaksessa supistuu. Liike ja supistuminen saadaan aikaan hermoston ja energiatuotannon yhteisvaikutuksesta (Hirvonen & Aura 1989, 220). Voimaa tarvitaan siirtämään kehon painoa, välinettä tai vastustajaa (Ahtiainen ym. 2004, 284). Viime vuosina voiman osuus hiihdossa on kasvanut eteenkin perinteisen hiihdossa tasatyönnön lisääntyttyä (Holmberg ym. 2005). Voima voidaan jakaa kolmeen eri osa-alueeseen: kestovoimaan, maksimivoimaan ja nopeusvoimaan (Rehunen 1989; Häkkinen ym. 2004, 251).

Kestovoima on nimensä mukaisesti pitkäkestoista voimantuottamista (Häkkinen ym. 2004, 251). Se tarkoittaa kykyä ylläpitää lajinomaisia voimatasoja mahdollisimman pitkään (Hirvonen & Aura 1989, 221). Se voi olla niin aerobista kuin anaerobista energiantuottotavoista riippuen (Häkkinen ym. 2004, 251). Kestovoima on hiihtäjän tärkein voimaominaisuus (Kantola & Rusko 1984, 138). Kestovoimassa energia tuotetaan aerobisesti. Aerobisessa lihastyössä, jossa teho on kohtuullinen, energia tuotetaan ATP:stä hapen avulla. Tällöin käytössä ovat maksan ja lihasten energiavarat. Aerobinen energiankulutus alkaa noin kahden minuutin kuluttua suorituksen aloittamisen jälkeen (Häkkinen 1990, 20).

Maksimivoimalla tarkoitetaan suurinta voimatasoa, jonka urheilija voi saavuttaa yhdellä kertasuorituksella (Ahtiainen ym. 2004, 285). Se saavuttamiseen kuluu 0,5–2,5 sekuntia. Tahdonalainen hermosto kuormittuu eniten maksimivoima suorituksessa (Hirvonen & Aura 1989, 221). Maksimivoimasuorituksessa energia tuotetaan lihaksen välittömistä ATP:stä (Häkkinen 1990, 44).

Nopeusvoimalla tarkoitetaan elimistön kykyä tuottaa mahdollisimman suuri voima mahdollisimman nopeasti. Sen suuruus on riippuvainen välittömien energianlähteiden käyttönopeudesta ja hermoston kyvystä aktivoida motoriset yksiköt (Häkkinen ym. 2004, 286). Nopeusvoima kuormittaa eniten hermoston reflektorista osaa (Hirvonen & Aura 1989, 222). Siinä voiman tuottaminen kestää 0,1 sekunnista muutamaan sekuntiin (Häkkinen ym. 2004, 251), jolloin energia tuotetaan suoraan ATP:stä (Häkkinen 1990, 44).

### **4.3. Nopeus**

Nopeus määritellään perusnopeudeksi ja lajikohtaiseksi nopeudeksi. Perusnopeus on hermolihasjärjestelmän toimintakykyä (Mero 1989, 255) ja lajikohtainen nopeus jaetaan seuraaviin osa-alueisiin: 1. reaktionopeus, 2. räjähtävä nopeus, 3. liikkumisnopeus, joka voidaan jakaa vielä maksimaaliseen ja submaksimaaliseen nopeuteen. Nopeus kehittyy yhtä aikaa koordinaation kanssa lapsena ja se on hyvin perinnöllinen ominaisuus (Mero ym. 2004, 293–294). Energia tuotetaan ATP:stä ja kreatiinifosfaatista (Rehunen 1997, 32). Reaktionopeus on elimistön kykyä reagoida mahdollisimman nopeasti tulevaan ärsykkeeseen, joka voi olla lähtölaukaus tai aistin havainnon tuoma ärsyke (Mero ym. 2004, 294). Hyviä esimerkkilajeja ovat miekkailu, tennis, mäkihyppy ja pikajuoksut (Mero 1989, 255). Räjähtävä nopeus on mahdollisimman nopeaa, yksittäinen ja lyhytaikainen nopea liikesuoritus. Se pohjautuu nopeusvoimaan (Mero 1989, 255; Mero ym. 2004, 294). Hyvä

lajikoordinaatio mahdollistaa tehokkaan räjähtävän nopeuden käytön (Mero 1989, 255). Liikkumisnopeus on siirtymistä paikasta toiseen mahdollisemman nopeasti, joka jaetaan maksimaalinen ja submaksimaalinen (Mero ym. 2004, 294). Maksimaalinen nopeus on nimensä mukaisesti mahdollisimman nopeaa liikettä ja submaksimaalinen on 85–95 % maksiminopeudesta (Mero ym. 2004, 293–294).

#### **4.4. Taito**

Tekniikan ja taidon harjoitteluun on kiinnitettävä huomiota jo lapsena, jolloin on taidon ja tekniikan herkkyyskausi. Lapsena omaksutut taidot luovat perustan myöhemmille taitojen omaksumiselle. Taito jaetaan kahteen eri osa-alueeseen: yleistaitavuuteen ja lajikohtaiseen taitavuuteen, joka jaetaan vielä tekniikkaan ja tyyliin (Mero 2004, 241).

Yleistaitavuus on kykyä oppia ja hallita erilaisia taitoja urheilun ulkopuolella, mutta myös hyvin erilaisten urheilulajien tekniikoita ja suoritustapoja (Mero 2004, 241). Lajikohtainen taitavuus on oman lajin tekniikan hallintaa ja osaamista. Se ilmenee kykyinä osata käyttää tekniikkaa erilaisten tilanteiden mukaan (Mero 2004, 214), esimerkiksi hiihtäessä rytmien vaihdokset erilaisissa maastonkohdissa. Lajikohtainen taitavuus liittyy myös tekniikka virheiden korjaamiseen sekä uusien liikeratojen oppimiseen. Hyvän tekniikan omaava urheilija osaa käyttää tekniikkaa hyödyksi ja etenee näin ollen taloudellisesti. Persoonallisuus ilmenee tyylinä suoritustekniikassa (Mero 2004, 241). Taito jaetaan seitsemään eri osa-alueeseen: reaktiokyky, suuntautumiskyky, rytmittämiskyky, tasapainokyky, erottelukyky, yhdistelykyky ja sopeutumiskyky (Mero 2004, 246).



## 5. TALVIOLOSUHTEIDEN VAIKUTUKSET TOIMINTAKYKYYN

### 5.1. Kylmän vaikutukset taistelijan toimintakykyyn

Ympäristötekijät vaikuttavat lepoaineenvaihduntaan. Kylmä ilmasto lisää merkittävästi energia-aineenvaihduntaa niin levossa kuin työssä. Sen suuruus riippuu paljon henkilön kehon rasvasta ja vaatteiden antamasta suojasta. Aineenvaihdunnan taso voi kasvaa viisinkertaiseksi lepomäärästä kylmässä, koska lihasvärinän tuottamiseen tarvitaan energiaa. Kylmän vaikutukset tulevat eniten esille kylmässä vedessä, koska vedessä on vaikea pitää yllä tasaista sisälämpötilaa niin vaikeassa ja stressaavassa ympäristössä kuin vesi on (McArdle ym. 2004, 193). Kylmän vaikutuksilta voidaan suojautua vaatetuksen avulla, lihasvärinän ja -työn avulla eli aineenvaihdunnan lämmöntuotannolla.

Akklimisaatio eli sopeutuminen kylmään, fyysinen kunto, sukupuoli ja ikä vaikuttavat lämmönsäätelyvasteisiin kylmässä, jotka puolestaan vaikuttavat kylmävasteisiin (Rintamäki & Rissanen 2007, 26). Akklimatisaation myötä kylmyyden tuoma epämiellyttävyyden tunne häviää. Tyypillistä koko kehon sopeutumista kuvaa se, että iholämpötilojen annetaan laskea matalammalle kuin ennen sopeutumisesta, ennen kuin aloitetaan lihasvärinä ja muut lämmönsäätelymekanismit. Osa saattaa sopeutua kylmään myös aineen vaihduntaa kiihdyttämällä (Rintamäki & Rissanen 2007, 30).

Castellani ym. (2002) tutkivat 84-tunnin mittaisen sotaharjoituksen vaikutuksia lihasvärinään ja ihon lämpötilan muutoksiin ja samalla totesivat että, lisääkö pitkäkestoinen ja yhtäjaksoinen sotaharjoitus hypotermian riskiä. Tutkimukseen osallistui 10 vapaaehtoista miessotilasta. Harjoitukset sisälsivät paljon sotilastehtäviä sekä koehenkilöiden unen ja energian määrää oli rajoitettu. Koehenkilöt suorittavat ennen harjoitusta ja sen jälkeen kylmäilmatestin. Testi kesti 150 minuuttia, jonka aikana kerättiin perusarvoja lämpötilasta, energiantuottamisen lämpötilasta ja veren noradrenaliinista. Ensimmäisen 20 minuutin ajan lämpötila oli 25 °C ja suhteellinen ilman kosteus 50 prosenttia. Sen jälkeen lämpötilaa laskettiin 0.5 °C minuutissa aina 10 °C asti. Ilmankosteus säilytettiin 50 prosentissa. Peräsuolen ja ihon lämpötila mitattiin kerran minuutissa. Päälöydös tutkimuksessa oli, että sisälämpötila laski rasittavan harjoituksen jälkeen. Lyhytaikainen yhtäjaksoinen aktiivisuus univelan ja energiavajeen kanssa muutti lihasvärinän aloituskynnystä kehon lämpötilassa. Kun kehon lämpötila alkoi laskea harjoituksen jälkeen, tärinä oli voimakasta, jotta pystyttäisiin turvaamaan sisälämpötila. Lopputuloksena oli, että univelka ja vähäinen energia

kylmissä olosuhteissa laskevat kehon lämpötilaa ja kynnys aloittaa lihasvärinä alenee (Castellani ym. 2002)

Kestävyysharjoittelusta on hyötyä lämpötasapainon säilyttämisessä. Kestävyysharjoittelu voimistaa pintaverisuonten supistumista ja näin ollen lämmönhukka ympäristöön vähenee. Hengitys- ja verenkiertoelimistön hyvä kunto lisää hapenottoa. Henkilö, jolla on hyvä fyysinen kunto, pystyy näin ollen työskentelemään suuremmalla teholla ja tuottamaan enemmän lämpöä. ( Young ym. 1995, Keatinge 1961, Rintamäki & Rissanen 2007, 29 mukaan).

Hackney ym. (1991) tutkivat kylmän vaikutuksia anaerobiseen suorituskykyyn. Tutkimukseen osallistui 62 merijalkaväen miessotilasta. Heidän anaerobinen suorituskyky testattiin Wingate-testillä ennen ja jälkeen harjoituksen. Submaksimaalinen teho määritettiin polkupyöräergometrillä. Koehenkilöt jaettiin neljään eri ryhmään, joista jokainen ryhmä meni erilaiseen ympäristöolosuhteisiin, joita olivat: 1) merenpinnan taso, lämpötila 15–32 °C n=14, 2) merenpinnan taso, lämpötila, -3 – -15 °C n=16, 3) korkeus merenpinnasta 2100–2900 m, lämpötila 10–30 °C, n=16, 4) korkeus merenpinnasta 2100–2900 m, lämpötila -2° – -22 °C, n=16. 2. ja 4. olosuhteissa oli lunta. Jokaisen ryhmän harjoitus sisälsi marsseja, kalliokiipeilyä ja jalkaväen taistelua. Sotaharjoitus vähensi huomattavasti absoluuttisen keskitehon ja huipputehon määrää anaerobisella teholla. Huomattavaa laskua oli myös suhteellisen keski- ja huipputehon laskussa. Heikentymiset olivat kylmissä olosuhteissa suurimpia. Harjoituksen jälkeisen testin tulokset säilyivät samana normaaleissa olosuhteissa olleilla henkilöillä, mutta kylmissä olosuhteissa olleiden koehenkilöiden tulokset heikkenivät huomattavasti kauttaaltaan. Tutkimuksen mukaan 4–5 vuorokautta kestävä harjoitus vähentää anaerobista suorituskykyä ympäristöstä huolimatta. Kylmissä olosuhteissa anaerobisen tehon lasku on suurempaa. (Hackney ym. 1991)

Marrao ym. (2005) tutkivat 28 sotilaan avulla kylmän vaikutuksia fyysiseen ja psyykkiseen suorituskykyyn. Koehenkilöt osallistuivat 9 päivän SERE-harjoitukseen (Survival, Evasion, Resistance, Espace) talvikuukausien aikana. Harjoituksen aikana lämpötila vaihteli -24.4°C:sta 4.4°C:een. Ennen harjoitusten alkua heiltä mitattiin maksimaalinen aerobinen kunto, rasvaprosentti ja  $VO_{2max}$ . Sykettä seurattiin jatkuvasti sykemittareilla. Fyysisillä testeillä testattiin näppäryyttä ja kestävyyttä. Psykologiset testit sisälsivät loogista päättelyä, järkeilyä ja valppautta vaativia testejä. Koehenkilöt arvioivat päivittäin mielentilaansa, kylmän tuntemuksia ja harjoitusta. Tutkimuksen aikana mitattiin koehenkilöiden sisälämpötila

ja sormien lämpötila, joita verrattiin ulkoilman lämpötilaan. Korrelaatiota kehon sisälämpötilan ja ulkoilman välillä ei todettu, mutta sen sijaan sormien ja ulkoilman lämpötila korreloi huomattavasti keskenään. Mitä kylmempi ilma oli, sitä kylmemmät sormet olivat. Tutkimuksen mukaan kylmyys vähentää sormien näppäryyttä. Viilentyminen voi vähentää aineenvaihduntaa, entsyymiaktiivisuutta, ATP:n hyväksi käyttöä, hidastaa kalsiumin ja asteelikoliniin vapautusta ja hidastaa maksimivoiman tuottoa. Lisäksi se vähentää hermoston rekrytointikykyä ja nopeutta. Tutkimuksen lopputuloksena oli, että terve ja hyväkuntoinen henkilö selviää sotaharjoituksesta kylmissä olosuhteissa ilman fyysisiä ja psyykkisiä muutoksia, jos hänellä on saatavilla kunnolliset vaatteet, tulentekovälineet, vettä ja ruokaa. (Marrao ym. 2005)

Lämpötasapainoon kylmässä vaikuttavat monet asiat. Tuuli, lämpötila ja kosteus ovat ympäristötekijöitä. Muita tekijöitä ovat vaatetus, fyysinen aktiivisuus ja henkilökohtaiset ominaisuudet kuten koko ja terveystilanne. Jäähtymistä voi tapahtua kehon sisä- ja ääreisosissa, iholla, hengityselimissä ja kontaktissa kylmään pintaan paikallista jäähtymistä. On tutkittu, että kehon ääreis- ja pintaosien jäähtymistä tapahtuu kaikissa alle 0 °C lämpötiloissa (Rintamäki ym. 2002, Rintamäki & Rissanen 2007, 26 mukaan). Sotilaan vaaraa joutua hypotermian uhriksi lisäävät märkä vaatetus, väsymys, loukkaantuminen, nestehukka ja energian puute (Pozos ym. 2002, Rintamäki & Rissanen 2007, 26 mukaan).

Kylmyyteen voidaan varautua etukäteen majoituksen, ravinnon ja vaatetuksen avulla. Sotilaan keskimääräinen talvivaatetus painaa 11,4 kilogrammaa, joka on 5,9 kilogrammaa enemmän kuin kesävarustus (Rintamäki & Rissanen 2007, 42) ja se lisää huomattavasti sotilaan kuormittumista. Taistelijan toimintakyvyn säilymisen kannalta tärkeitä ovat hänen hyvä fyysinen kunto ja oikeanlainen varustus. Kylmä vaatii taistelijalta aktiivista toimintaa ja oma-aloitteisuutta. Kylmyys lisää suoritusten kuormittavuutta, koska sydämen syke kohoaa, verenpaine nousee ja fyysinen suorituskky heikkenee. Kylmyys kuormittaa suoraan myös hengitys- ja verenkiertoelimiä. Nopeiden suoritusten suorittaminen heikkenee, vammautumisalttius kasvaa, koska lihasten supistumiskyky ja joustavuus katoavat oltuaan pitkän aikaa kylmälle alttiina. Lisäksi kylmä vähentää fyysistä toimintakykyä alentamalla voimantuottoa ja kestävyyttä, heikentämällä notkeutta ja koordinaatiota. Tuulen merkitys pakkaselle korostaa pakkasen purevuutta ja lisää paleltumisriskiä huomattavasti. Jo pelkkä neljä metriä sekunnissa puhaltava tuuli 20 asteen pakkasella laskee lämpötilan 30 astetta vastaavaan pakkaseen. (Talvikoulutusopas 2004, 23–24)

Talvi kuormittaa lihaksistoa sekä verenkiertoelimistä huomattavasti enemmän kuin kesä. Lihaksiston osalta se lisää kuormittavuutta 2–12 prosenttia. Suurin osa kuormituksesta kohdistuu alaraajoihin, eteenkin pohkeisiin ja sääreen. Verenkierron kuormittuneisuus kasvaa 3–14 prosenttia. Suurin syy kuormituksen lisääntymiseen on vaatetuksen tuoma lisäpaino ja sen jäykkyys sekä lumen upottavuus. Hapenkulutus noin 20 senttimetriä syvässä lumessa noin neljä kilometriä tunnissa (km/h) vauhdilla nosti hapenkulutusta verrattuna kesällä tiellä kävelyyn. Talvella arvo oli 29 ml/kg/min, kun kesällä puolestaan 16 ml/kg/min. Talvi lisää siis kuormittuneisuutta 45 prosentilla. (Rintamäki & Rissanen 2007, 43–45)

## **5.2. Toimintakyvyn säilyttäminen**

Ihminen luovuttaa lämpöä ympäristöönsä säteilemällä, johtamalla, hikoilemalla ja omien liikkeiden mukana. Keho jäähtyy erityisesti ääreisosista kaikissa alle nollan celsiusen lämpötiloissa. Sotilaan huono kunto ja passiivisuus edistävät kehon jäähtymistä ja sitä myötä toimintakyvyn menettämistä. (Talvikoulutusopas 2004, 24–25)

Sopeutuminen kylmään on tärkeässä asemassa toimintakyvyn säilymiseksi talvella. Ihmisen kylmään sopeutuminen alkaa jo syksyllä, kun aletaan olla päivittäin ulkona sään kylmetessä. Sopeutuminen tapahtuu 30 päivässä. Kylmän tuomaan epämiellyttävään tunteeseen oppii sopeutumisen myötä. (Talvikoulutusopas 2004, 26)

Kylmän vaikutus on todettu heikentävän suorituskykyä 10 prosenttia sotilastehtävissä. 4–5 päivää kestänyt taisteluharjoitus -2 – -22 celsiusasteen lämpötilassa heikensi sotilaiden suorituskykyä kymmenellä prosentilla kun taas samanmittainen harjoitus 10–32 asteen lämpötilassa heikensi vain kolmella prosentilla. (Hackney ym. 1991)

Jotta sotilas säilyttää toimintakykynsä, hänen tulee osata huolehtia lämpötasapainosta. Siihen vaikuttavia tekijöitä ovat vaatetus, yksilölliset ominaisuudet, ympäristön vaikutukset eli tuuli, lämpötila ja kosteus sekä liikunnan ja työn avulla tuotettu lämpö. Kehon lämmön säilyttämisen kannalta olennaista on, että vaatetus on sään mukainen, se soveltuu työtehtävään ja se on sopivankokoinen. Tarpeetonta hiestymistä tulisi välttää ja taukovaatetus pitäisi aina lisätä päälle. Parhaiten kehon lämmön säilyminen varmistetaan liikunnalla, vaikka väsyttäisikin. Ruokailu lisää myös lämmöntuottoa, ja sen vaikutus kestää pari tuntia. Liikunta on tehokkain tapa saada elimistö lämpiämään. Sen avulla voidaan saada lämmöntuotto jopa 10–15 kertaiseksi. Kun keho on kylmettynyt liikaa, se antaa merkkejä lämmöntuotannon

alenemisesta. Lihasvärinä on siitä tärkein merkki. Nestetasapainon säilyttäminen on tärkeää, koska dehydraation eli nestehukka on suuri riski kenttäolosuhteissa. Se voi aiheuttaa toimintakyvyn laskua, suorituskyvyn heikkenemistä kestävyysuorituksissa ja väsymystä. Ankarissa olosuhteissa se voi olla jopa hengenvaarallinen. (Talvikoulutusopas 2004, 27–32.) NATO:n talvisotaharjoituksissa kuivumisen on todettu olevan suurin yksittäinen toimintakykyä laskeva tekijät. Nestevajeen on tutkittu olevan todellinen ja jatkuva riski toimintakyvyn laskemiselle talvisissa sotaharjoituksissa (Rintamäki & Rissanen 2007, 36). Toimintakykyä voidaan pitää yllä varustehuollolla, oikealla pukeutumisella, paleltumien ehkäisyllä ja ensiavulla, lämmöllä, aikatekijöillä, levolla, ravinnolla, juomalla ja huolehtimalla taistelijaparista. (Talvikoulutusopas 2004, 32.)

### 5.3. Taistelijan eteneminen talviolosuhteissa

Talvisessa taistelussa korostuvat etenkin kylmyys ja lumi. Sotilaalle helpoin tapa edetä lumessa on hiihtää. Taisteluissa hiihtoa käytetään nopeaan ja äänettömään siirtymiseen vihollisen selustassa tai vihollisuhan alla. Hiihtäen liikkuvat taistelijat myös pääsevät etenemään suhteellisen nopeasti vaikeassakin maastossa, jossa esimerkiksi telakuorma-autolla olisi mahdotonta liikkua. Kuvassa 1 on taistelijoita hiihtomarssilla.



Kuva 1. Taistelijoita hiihtomarssilla

Sotilaan suksien tulee olla leveät ja pitkät, jotta hiihto umpihangessa onnistuisi. Ne ovat hiihtäjää 20–40 cm pitemmät. Sauvat ovat hiihtäjää noin 30 cm lyhemmät, mutta voivat olla upottavassa kelissä pidemmätkin, jotta niistä saadaan työntövoimaa enemmän irti. (Talvikoulutusopas 2004, 37.)

Ase on hiihtäessä kaulalla, jotta nopea tulenavaus olisi mahdollinen. Aseen hihnan tulee olla pitkällä, mikä mahdollistaa tähdätyt laukaukset. Kun lähestytään vihollista tai vaara uhkaa, otetaan sauvat toiseen käteen ja ase toiseen käteen, jotta ollaan valmiina avaamaan tuli tarpeen vaatiessa. Asetta tulisi kannatella vaakatasossa siten, että se tuetaan kainaloon. Lumen ollessa upottavaa voidaan sauvoilla ottaa tukea, mutta hankikeleillä pitäisi pyrkiä siihen, että asetta kannatellaan molemmin käsin ja sauvat ovat kainalossa. Sauvoilla voidaan myös tukea asetta siten, että ne laitetaan ei-aseelliseen kainaloon, jolloin ne saadaan ristiin aseensa kanssa. Sauvat jäävät aseensa ja tukevan käden väliin. (Talvikoulutusopas 2004, 153.)

Ryömiminen suksien kanssa tapahtuu hankikeleillä tai vähäisessä lumessa siten, että suksia vedetään perässä. Sauvat ovat vedetty suksien kärjissä olevista lenkeistä, jolloin niitä on helpompi vetää mukana. Sauvat ovat toisessa kädessä ja ase on toisessa kädessä kyynärvarren päällä. Upottavassa lumessa voidaan ryömiä suksien päällä, jolloin sukset kannattelevat taistelijaa. Raajoilla voidaan vauhdittaa suksien liukumista hangessa. Suksien välissä voidaan myös ryömiä, mutta haasteeksi tässä tulee suksien jalasta irtoaminen. Asetta on pidettävä selässä umpihangessa ryömiessä. (Talvikoulutusopas 2004, 154.)

Konttaaminen suksien kanssa pehmeässä lumessa tapahtuu siten, että sukset ovat käsissä ja ne estävät käsien uppoamisen lumeen. Sauvat ovat suksien päällä. Konttaaminen tapahtuu suksien välissä. Ase on selässä. Hankikelillä konttaaminen tapahtuu kuin sulalla maalla kontaten. Sukset ovat sauvoissa kiinni kuten ryömittäessä. (Talvikoulutusopas 2004, 155.)

Syöksyminen suksien kanssa aloitetaan samoin kuin syöksyminen jalan. Ase pidetään kädessä koko ajan. Sukset voivat olla jaloissa tai niitä vedetään perässä kuten ryömiessä tai kontatessa. Lähdetessä syöksymään ase otetaan toiseen käteen ja sauvat siirretään tukevaan käteen. Hiihdetään noin kymmenen metriä, jonka jälkeen heittäydytään suksien sivulle. Haetaan nopeasti ampuma-asento ja sauvoja voidaan käyttää aseensa tukena. Ylös noustessa autetaan sauvoilla. Hanki kelillä syöksytään ilman suksia tai suksia vedetään perässä. Jos lunta on alle polveen, on taistelussa parempi toimia ilman suksia. Suksia on vaikea käyttää

lähitaistelutilanteissa ja muutoinkin vähälumisessa maastossa on helpompi edetä jalkaisin. (Talvikoulutusopas 2004, 155–157.)

Sotilashiihdon perustekniikoita ovat vuorohiihto ja tasatyöntö. Vuorohiihto vaatii sotilalta tasapaino-, rytmittämisen- ja suuntautumiskykyä, tasatyöntö tasapainokykyä, 1-potkuinen tekniikka rytmikykyä ja tasapainokykyä (Anttila & Roponen 2008, 73–87). Ylämäissä käytetään haaranousua, mutta nousun ollessa jyrkkä tai lumi pettävää, voidaan edetä sivuttain ylöspäin. Haaranousutekniikassa sotilaan tulee omata rytmittämisen- ja yhdistelykykyä ja oikonousutekniikassa rytmikykyä. (Anttila & Roponen 2008, 73–87). Mäkien lasku tapahtuu peruslaskuasennossa. (Talvikoulutusopas 2004, 149–151). Taidolla on suuri merkitys hiihdossa, koska se heijastuu sotilaan hiihtoon tekniikkana ja sitä myöten taloudellisuutena. Sotilaille opetetaan hiihtämisen perustaidot, johon kuuluvat tasapainon säilyttäminen suksilla, suksen hallintaa, jo edellä mainitut perinteisen hiihdon tärkeimmät tekniikat, hiihtohinaustaitoja ja tekniikan sekä taidon soveltamista erilaisiin maastonkohtiin ja olosuhteisiin. Taitoja testataan erilaisissa harjoituksissa, hiihtomarssien yhteydessä, taisteluharjoituksissa ja siirtymisissä. (Liikuntakoulutuksen käsikirja 6 1999, 6.)

Hiihtoa harjoitellessa tulee keskittyä ensisijaisesti peruskestävyyden kehittämiseen 1-2 tuntia kestäväillä rauhallisilla harjoituksilla. Hiihdon luonteeseen kuuluu intervallityyppiset suoritukset, joissa välillä hiihdetään kovaa ylämäkeen mutta välillä alamäissä teho laskee. Näin ollen hiihdossa tulee myös harjoitella vauhti- ja maksimikestävyyttä. (Kantola & Rusko 1984, 85–88) Kestävyysharjoittelu parantaa aineenvaihduntaa niin hiilihydraattien kuin rasvojenkin osalta (Wilmore & Costill 2007) samoin ATP:n ja KP:n käyttö tehostuu. Lihaksiin tulee lisää mitokondroita, jolloin niiden energiantuotto tehostuu (McArdle ym. 2004, 478). Sydämen iskutilavuus kasvaa ja näin ollen syke laskee. Veren määrä lisääntyy samoin kuin siinä olevan hemoglobiinin määrä ja tämän vuoksi hapen kuljetuskyky paranee (Wilmore & Costill 2007). Kestävyysharjoittelu lisää myös hiussuoniston määrää (Kantola & Rusko, 1984), jolloin lihakset saavat paremmin energiaa. Keuhkot voimistuvat ja ventilaatio kasvaa. Kestävyysharjoittelu vahvistaa luustoa ja ylläpitää nivelten, jänteiden ja rustojen sekä lihaksiston kuntoa.

Hiihto on laji, jossa tarvitaan voimaa usein toistuviin suorituksiin, mutta sekä teräviin potkuihin että työntöihin. Hyvän voimatason hiihtävä taistelija omaa silloin, kun hän pystyy pitämään suorituksen vaatimaa voimatasoa koko ajan yllä. Sotilas jaksaa tällöin pitää

tekniikan koko suorituksen ajan, jolloin häneltä säästyy energiaa tulevia taistelutilanteita varten. (Kantola & Rusko, 1985, 251).



## 6. POHDINTA

Talviolosuhteet vaikeuttavat monin tavoin taistelijan toimintaa. Talvinen kylmyys yhdessä viiman kanssa tekee pakkasesta entistä purevampaa ja se voi aiheuttaa taistelijalle muun muassa paleltumia. Talviset olosuhteet vaikuttavat taistelijan toimintakykyyn alentavasti, ellei hän osaa säilyttää ja ylläpitää omaa toimintakykyään. Tutkimuksien mukaan pitkäaikainen kylmässä oleminen laskee kehon sisälämpötilaa. Kylmyys yhdessä energiavajeen ja univelan kanssa laskee elimistön kynnystä aloittaa lihasvärinä kehoa lämmittääkseen. (Castellani ym. 2002) Talviolosuhteet alentavat kestävyys- ja suorituskykyä. (Hackney ym. 1991) Ilman ja sormien lämpötila ovat yhteydessä toisiinsa ja kylmyys vähentää sormien näppäryyttä sekä hermoston rekrytointikykyä ja nopeutta (Marrao ym. 2005). Talvi lisää hypotermian vaaraa. Hypotermialle altistavia tekijöitä ovat kylmyyden lisäksi sotilaan märkä vaatetus, loukkaantuminen, nestehukka, väsymys ja energian puute (Rintamäki & Rissanen 2007). Kylmyys lisää suoritus- ja kuormittavuutta, esimerkiksi sydämen syke kohoaa ja energiankulutus kasvaa.

Sotilaan toimintakyky heikkenee talviolosuhteissa. Hän ei ole yhtä toimintakykyinen kuin kesällä vaan hänen suorituskykyään kuluttavat painavat varusteet ja luminen maasto. Eteneminen lumessa voi olla hyvinkin vaikeaa, ellei taistelija osaa hyödyntää opettuja hiihtotaitoja. Puolustusvoimissa annetaan hiihtokoulutusta varusmiehillä 9 tuntia koko varusmiespalveluksen aikana (PEKOUL-OS PAK C 01:03, 7). Varusmiesten hiihtokoulutuksen tavoitteena on, että jokainen sotilas selviytyy taisteluelämisolosuhteissa kymmenen kilometrin hiihtomarssista ja noin 30 kilometriä pitkistä yön yli kestävästä hiihto- ja moottorimarssista. Toisena tavoitteena on kehittää varusmiesten sydän- ja verenkiertoelimistön toimintaa. Taistelijan hiihtotekniikka tulee saada sille tasolle, ettei hänen tarvitse kiinnittää tekniikkaan huomiota, vaan hän pystyy keskittymään annettuun taistelutehtävään (Liikuntakoulutuksen käsikirja 6 1999, 5–20).

Sotilaiden marssikoulutuksella pyritään parantamaan aerobista kestävyyttä, voimakkestävyyttä ja tuki- ja liikuntaelimistön kuntoa. Koulutuksen lopussa sotilaiden on selviydyttävä 10 kilometrin jalka- tai hiihtomarssista kahdessa tunnissa. (PEKOUL-OS PAK C 01:08, 2–3). Liikuntaharjoitukset koostuvat uinti- ja pelastuskoulutuksesta, lihaskunnosta ja -huollosta, esteratatekniikoiden opettelusta, kävelystä, suunnistuksesta, hiihdosta, juoksusta, palloilusta, itsepuolustus- ja kamppailukoulutuksesta. Harjoitusten tarkoituksena on parantaa sotilaiden kestävyysominaisuuksia, kehittää voima- ja nopeusominaisuuksia, hengitys- ja

verenkiertoelimistön toimintaa pitkäkestoisessa suorituksessa ja niitä motorisia ominaisuuksia, joita he tarvitsevat alati muuttuvassa taistelussa. (Liikuntakoulutuksen käsikirja 5 1999, 44; Liikuntakoulutuksen käsikirja 9 1999, 5–6; Liikuntakoulutuksen käsikirja 8 1999, 7; Liikuntakoulutuksen käsikirja 15 2000, 4.)

Marssikoulutus kehittää kestävyyttä, jota sotilas tarvitsee selviytyäkseen taistelutilanteissa etenkin talviolosuhteissa. Lumessa kahlaaminen kuormittaa taistelijaa huomattavasti. Hiihtäessä kuormittuminen ei ole yhtä suurta, jos sotilas omaa riittävän hiihtotaidon ja kestävyuden. Varusmiesten liikuntakoulutus antaa hyvät kestävyysvalmiudet taisteluihin, mutta riittävän hiihtotaidon kehittämiseen hiihtokoulutus ei anna valmiuksia. Siirtymiset hiihtäen onnistuvat koulutuksen jälkeen, mutta osalle varusmiehistä ei ehdi kehittyä tarpeeksi taloudellinen tekniikka koulutuksen aikana. Siirtymisistä voi tällöin tulla liian raskaita ja se heikentää taistelukykyä.

Hiihtoharjoittelu kehittää kestävyyttä, kestovoimaa ja hapenottoa. Kestävyys ja nopeuskestävyys ovat sotilaan tärkeimmät kestävyuden osa-alueet (Liikuntakoulutuksen käsikirja 1 1999, 8). Sotilaalta vaadittava hapenottokyky on tehtävästä riippuvainen, mutta mitä raskaampi ja liikkuvampi tehtävä, sitä suurempi hapenoton tulee olla. Taistelut vaativat hyvän hapenottokyvyn kiivaan luonteensa vuoksi. Tukevassa taistelussa olevien sotilaiden hapenoton tulee olla 45–50 ml/kg/min, liikkuvassa taistelussa olevien 50–55 ml/kg/min ja erikoisjoukkojen 55–60 ml/kg/min (Kouluttajanopas 2006, 142). Sotilas joutuu hyökkäämään pitkiäkin matkoja välillä syöksyen, jolloin elimistö kuormittuu ja raskuus nousee. Hyvä hapenottokyky auttaa sotilasta selviytymään tehtävästään paremmin. Sotilaiden harjoittelu kehittää elimistöä ja suorituskykyä monipuolisesti. Tästä hyvänä esimerkkinä on esterataharjoittelu, joka kehittää kestävyyttä, voimaa, kehon hallintaa ja motoriikkaa.

Taistelukentällä hiihtotaitoiset taistelijat tulisi sijoittaa vaativiin fyysisiin tehtäviin heidän hyvän kestävyytensä ja kestovoimansa ansiosta (Rusko 2003, 12–13). He pystyvät kantamaan yli 20 kilogramman painoista taakkaa mukana kestovoimansa ansiosta. Heidän kestävyytensä auttaa parhaiten pitkissä siirtymisissä. Heidät voisi sijoittaa esimerkiksi tiedustelijoiksi tai rajan sisseiksi, jotka partioivat rajan tuntumassa tai kaukana vihollisen selustassa. Heidän jo valmiina oleva hiihtotaito tulisi hyödyntää käyttämällä heitä vaikeissa maastoissa, joissa ajoneuvoin liikkuminen on lähes mahdotonta. Hiihtävät taistelijat pystyvät siirtymään vihollisen selustaan nopeammin kuin jalan etenevät taistelijat. Hiihtotaito auttaa siirtymään

nopeasti ja huomaamattomasti kohteelle, jolloin heillä on enemmän aikaa vihollisen määrän, laadun ja suuntautumisen selvittämiseen.

Liikuntakoulutuksen pysyväisasiakirjoissa käsketään varusmiehille paljon monipuolista liikuntaa. Jatkossa tulisikin selvittää, että toteutuvatko määräykset perusyksikkötasolla ja mikä pysyväisasiakirjojen liikuntakoulutuksista ovat vähiten käytössä sekä mitkä liikuntakoulutukset jäävät suorittamatta. Näin ollen pysyväisasiakirjojen sisältöä voitaisiin tarkentaa tai puuttua laiminlyönteihin. Tämän kautta taistelijoiden toimintakykyä pystyttäisiin kehittämään edelleen paremmin ja räätälöimään liikuntakoulutukset esimerkiksi erikoisjoukkojen vaatimalle tasolle sekä muuttamaan niitä enemmän todellisuutta vastaavalle tasolle muissa joukko-osastoissa. Samalla tulisi pohdittua, että onko kaikille joukoille vielä perusteltua kouluttaa hiihtotaitoja. Taistelut ovat siirtyneet yhä enemmän asutuskeskuksiin. Niiden luonne on muuttunut kiivaaksi ja nopeatempoiseksi. Jatkotutkimuksilla tulisi selvittää, että onko valmiusyhtymien hyökkäystaistelussa tarpeellista käyttää suksia nykyaikaisessa taistelussa, joissa joukot etenevät pääasiassa ajoneuvoin tavoitetta kohti.

Tutkimuksen perusteella ei voida määritellä talvisten olosuhteiden vaikutuksia toimintakykyyn kattavasti, koska tutkimuksessa käsiteltiin vain kylmän ja lumen vaikutuksia toimintakykyyn. Jotta talven kokonaisvaikutuksesta toimintakykyyn olisi saatu laajempi kuva, olisi tutkimus pitänyt rajata koskemaan myös muita talvisia tekijöitä kuten routa ja jää. Olennainen osa taistelijan toimintakyvyn säilymisessä talvella on myös kalustolla ja koulutuksella. Tutkimuksessa olisi pitänyt ottaa myös nämä tekijät huomioon kartoittaessa toimintakyvyn säilymistä.

## LÄHTEET

- Anttila, S., Roponen, T., 2008, Kaikki hiihdosta, Jyväskylä, WSOYpro/Docendo- tuotteet
- Ahtiainen, J., Mero, A., Häkkinen, K., 2004, Voiman mittaaminen. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K., Häkkinen K., Urheiluvalmennus, Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy
- Berhg, U., Thorstensson, A., Sjødin, B., Hulten, B., Piehl, K., Karlsson, J., 1978. Maximal oxygen uptaken and muscle fiber types in trained and untrained humans. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport
- Castellani, J., Dean, A., Stulz, D., Degroot, S., Blanchard, L., Cadarette, B., Nindl, B., Montain, S. 2002, Eighty-Four Hour of Sustained Operations Alter Thermoregulation during Cold Exposure, Medicine & Science in Sports & Exercise
- Hackney, A., Shaw, J., Hodgson, J., Coyne, J., Kellerher, D., 1991, Cold exposure during military operations: effects on anaerobic performance, Journal Applied Physiology, 71(1):125-130
- Heikkinen, E., Vuori, I., 1980, Liikunta ja terveys, Helsinki, Kustannusosakeyhtiö Tammi
- Hirvonen, J., Aura, O. 1989. Voima ja sen harjoittaminen. Teoksessa Kantola A (toim.) 1989 Suomalainen valmennus oppi 2. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino OY
- Holmberg, H., Lindinger, S., Stöggl, T., Eitzlmair, E., Müller, E., 2005, Biomechanical Analysis of Double Poling in Elite Cross-Country Skiers, Medicine & Science in Sports & Exercise
- Häkkinen, K., 1990, Voimaharjoittelun perusteet, vaikutusmekanismit, harjoitusmenetelmät ja ohjelmointi, Jyväskylä, Gummeruksen kirjapaino
- Häkkinen, K., Mäkelä, J., Mero, A., 2004, Voima. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K., Häkkinen K., Urheiluvalmennus, Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy

Ingjer, F., 1991, Maximal oxygen uptake as a predictor of performance ability in women and men elite cross-country skiers, *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sport* 1991: 1: 25-30

Kantola, H., Rusko, H., 1984, *Hiihto sydämen asiaksi suomalainen hiihtovalmennus*, Jyväskylä, Gummerus Oy,

Kantola, H., Rusko, H., 1985, *Sykettä ladulle*, Jyväskylä, Gummerus Oy

Keatinge, R.W., 1961, The effects of repeated daily exposure to cold and of improved physical fitness on the metabolic and vascular response to cold air. *The Journal of Physiology*, 157: 209-220.

Keskinen, K., 2004 *Hengitys- ja verenkiertoelimistö ja kuormitus*, Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K., Häkkinen K., *Urheiluvallmennus*, Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy

*Kouluttajan opas*, 2006, Helsinki, Edita Prima Oy

Marrao, C., Tikuisis, P., Keefe, A., Gil, V., Giesbrecht, G., 2005, Physical and Cognitive Performance During Long-Term Cold Weather Operations. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, Vol. 76, No. 8.

McArdle, W., Katch, F., Katch, V., 2004, *Exercise Physiology Energy, Nutrition & Human Performance* sixth edition, Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia

*Liikuntakoulutuksen käsikirja 1, Fyysisen harjoittamisen perusteet*, Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus, 1999, Vaasa, Ykkös-Offset Oy

*Liikuntakoulutuksen käsikirja 5, Lihaskuntokoulutus*, Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus, 1999, Vaasa, Ykkös-Offset Oy

*Liikuntakoulutuksen käsikirja 6, Hiihtokoulutus*, Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus, 1999, Vaasa, Ykkös-Offset Oy

Liikuntakoulutuksen käsikirja 7, Uinti- ja hengenpelastuskoulutus, Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus, 1999, Vaasa, Ykkös-Offset Oy

Liikuntakoulutuksen käsikirja 8, Palloiluokoulutus, Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus, 1999, Vaasa, Ykkös-Offset Oy

Liikuntakoulutuksen käsikirja 9, Yleisurheilu- ja juoksukoulutus, Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus, 1999, Vaasa, Ykkös-Offset Oy

Liikuntakoulutuksen käsikirja 15, Suunnistuskoulutus, Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus, 2000, Vaasa, Ykkös-Offset Oy

Mero, A., 1989, Nopeus ja sen harjoittaminen, Suomen Olympiakomitea. 1989. Suomalainen valmennusoppi, harjoittelu. Jyväskylä, Gummeruksen kirjapaino Oy,

Mero, A., 2004. Taitoja ja tekniikka, Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K., Häkkinen K., Urheiluvallmennus, Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy

Mero, A., Jouste, P., Keränen, T., 2004 Nopeus. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K., Häkkinen K., Urheiluvallmennus, Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy

Mero, A., Keskinen, K., Vuorimaa, T., 2004 Kestävyys, Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K., Häkkinen K., Urheiluvallmennus, Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy

Metsämuuronen, J., 2002, Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä, Helsinki, International Methelp Ky

Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila A., Björkqvist S. 2004 Ihmisen fysiologia ja anatomia, Porvoo, Werner Söderström Oy

Nummela, A., 2004, Energia-aineenvaihdunta ja kuormitus, Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K., Häkkinen K., Urheiluvallmennus, Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy

Nummela, A., Leskinen, K., Vuorimaa, T., 2004, Kestävyys. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K., Häkkinen K., Urheiluvallmennus, Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy

PEKOUL-OS PAK C 01:03, Varusmiesten fyysinen koulutus

PEKOUL-OS PAK C 01:08, Varusmiesten marssikoulutus

Pozos, R.S., Danzl, D.F., 2002. Human physiological responses to cold stress and hypothermia. Kirjassa: Pandolf KB, Burr RE. (toim.) Medical aspects of harsh environments, volume 1.: 351-382. Office of the Surgeon General, Department of the Army, USA. (USARIEM)

Rehunen, S., 1997, Terveys ja liikunta, Jyväskylä, Gummeruksen kirjapaino

Rintamäki, H., Rissanen S., 2007, Sotilas kylmässä: Terveys, toimintakyky ja suojautuminen, Oulu

Rintamäki, H., Mäkinen, T., Rissanen, S., Oksa, J., 2002a Lämpötasapainon ja toimintakyvyn ylläpito erikoistilanteissa. Oulun aluetyöterveyslaitos,. (Raportti 2002 23).

Rintamäki, H., Rissanen, S., Mäkinen, T., 2002b Käden lämpötilat sotilastehtävissä kylmässä. Oulun aluetyöterveyslaitos,. (Raportti 2002 24).

Rusko, H., 2003, Handbook of Sport Medicine and Science Cross Country Skiing, Blackwell Publishing, Massachusetts

Rusko, H., 1989, Kestävyys ja sen harjoittaminen, Teoksessa Suomalainen valmennus 2, harjoittelu, Suomen Olympiakomitea, Jyväskylä, Gummeruksen Kirjapaino Oy

Talvikoulutusopas, 2004, Helsinki, Edita Prima Oy

Toiskallio, J., 1998, Toimintakyky sotilaspedagogiikassa, Vaasa, Ykkös-Offset Oy

Wilmore, J., Costill, D., 2007, Physiology of Sport and Exercise, third edition, Human Kinetics IL.

Young, A.J., Sawka, M.N., Levine, L., Burgoon, P.W., Latzka, W.A., Gonzalez, R.R., Pandolf, K.B., 1995 Metabolic and thermal adaptations form endurance training in hot or cold water. *Journal Applied Physiology*, 78:793-801.



