

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

TIEDUSTELIJALTA VAADITTAVAT VOIMAOMINAISUUDET SUUNNASSA- TIEDUSTELUSSA

Kandidaatintutkielma

Kadetti

Teemu Sairanen

Kadettikurssi 93

Tiedustelu- ja liikuntalinja

Huhtikuu 2009

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Kadettikurssi 93	Linja Tiedustelu- ja liikuntalinja	
Tekijä Kadetti Teemu Sairanen		
Tutkielman nimi Tiedustelijalta vaadittavat voimaominaisuudet suunnassatiedustelussa		
Oppiaine, johon työ liittyy Sotilaspedagogiikka	Säilytyspaikka Kurssekirjasto (MPKK:n kirjasto)	
Aika Huhtikuu 2009	Tekstisivuja 38	Liitesivuja 1
TIIVISTELMÄ		
<p>Tiedustelijat rinnastetaan fyysisen suorituskyvyn vaatimuksiltaan usein erikoisjoukkoihin, koska tehtävän onnistuminen on monesti kiinni tiedustelijan fyysisestä jaksamisesta. Tiedustelijoiden fyysinen kuormittuminen taistelukentällä koostuu pitkäkestoisista tehtävistä, pitkistä siirtymisistä, raskaasta taakasta ja levon puutteesta sekä energiavajeesta.</p> <p>Aikaisempien tutkimusten perusteella tiedustelijalta vaaditut kestävyysominaisuudet on pystytty arvioimaan tarkasti. Vastaavasti voimaominaisuuksien tarkkoja vaatimuksia ei vielä ole, vaikka niiden tärkeys tiedetään tiedustelun kaltaisissa aselajeissa, joissa joudutaan toimimaan raskaiden taakkojen kanssa. Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää tiedustelijalta vaadittavat voimaominaisuudet suunnassatiedustelussa sekä niiden kehittämisen harjoittelun avulla.</p> <p>Tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena kirjallisuuskatsauksena, jossa perehdyttiin kotimaisiin ja ulkomaisiin tutkimuksiin sotilaan fyysisestä kuormittumisesta. Lisäksi lähdeaineistona käytettiin liikuntatieteellistä kirjallisuutta ja oppikirjoja ihmisen fysiologiasta ja voimaominaisuuksien harjoittamisesta.</p> <p>Tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että voimaominaisuudet ovat merkittävä osa tiedustelijan fyysisistä suorituskykyä. Niiden tärkeys korostuu tehtävän keston pidentyessä ja kannettavan taakan painon kasvaessa. Tiedustelijoilta vaadittavien voimaominaisuuksien lähtökohtana tulee olla hyvät kesto-voimaominaisuudet. Voimaa tarvitaan etenkin keskivartalossa. Lisäksi ylävartalon ja jalkojen maksimivoimaominaisuudet korostuvat kannettaes-</p>		

sa raskaita taakkoja. Tiedustelijan voimaominaisuuksien tulee olla suhteelliset, koska suuren lihasmassan aiheuttama painon kasvu nostaa energiankulutuksen liian korkeaksi pitkäkestoisiin suorituksiin.

Tiedustelijan fyysisten suorituskyyvaatimusten vuoksi varusmiesten aselajivalinnoissa tulisi kiinnittää enemmän huomiota heidän fyysisiin valmiuksiinsa. Lisäksi tiedustelijoiden varusmieskoulutuksen aikainen lihaskuntoharjoittelu tulisi optimoida, jotta fyysinen suorituskyyky kehittyisi vastaamaan taistelukentän vaatimuksia.

Avainsanat

Suunnassatiedustelu, tiedustelija, voimaominaisuudet, fyysinen kuormittuminen

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	1
2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TUTKIMUSONGELMA TUTKIMUKSEN VIITEKEHYS JA RAJAUS SEKÄ TUTKIMUSMETODI JA LÄHDEAINEISTO	2
2.1. Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelma	2
2.2. Tutkimuksen viitekehys ja rajausta	2
2.3. Tutkimusmetodi ja lähdeaineisto	3
3. VOIMANTUOTON FYSIOLOGIA	4
3.1. Hermo-lihasjärjestelmän rakenne ja toiminta	4
3.2. Motoriset yksiköt	4
3.3. Lihassolun rakenne.....	5
3.4. Lihaksen energia-aineenvaihdunta.....	6
3.4.1. Anaerobinen ja aerobinen energiantuotanto.....	6
3.4.2. Aerobinen ja anaerobinen kynnys.....	7
3.5. Voimantuoton biomekaaniset tekijät.....	8
3.5.1. Lihask rakenne, elastiset osat ja esivenytys	8
3.5.2. Lihastyötavat	9
3.5.3. Lihaspituus ja nivelkulma	9
3.5.4. Voima-aika ja voima-nopeus -riippuvuus	10
3.5.5. Hermostolliset tekijät	11
4. VOIMAN LAJIT	12
4.1. Voima.....	12
4.2. Kestovoima	14
4.3. Nopeusvoima	15
4.4. Maksimivoima	17
5. TIEDUSTELUN LAJIANALYYSI.....	19
5.1. Lajianalyysi	19
5.2. Taistelukentän fyysiset vaatimukset	20
5.3. Tiedustelun lajianalyysi	21
5.3.1. Pataljoonan tiedustelujoukkueen käyttöperiaate hyökkäyksessä.....	23
5.3.2. Suunnassatiedustelu	23
5.3.3. Varustus	24
5.3.4. Siirtymiset	25
5.3.5. Energian ja nesteen saanti	26

5.3.6. Fyysinen ja psyykinen kuormittavuus.....	27
5.3.7 Fyysisestä kuormittumisesta palautuminen.....	31
6. TIEDUSTELIJALTA VAADITTAVAT VOIMAOMINAISUUDET	33
7. POHDINTA	37
LÄHTEET	39
LIITEET	45

TIEDUSTELIJALTA VAADITTAVAT VOIMAOMINAISUUDET SUUNNASSA-TIEDUSTELUSSA

1. JOHDANTO

Tiedustelu vaatii hyvää fyysistä kuntoa taistelukentän teknistymisestä huolimatta. Tiedustelijan fyysinen suorituskyky voi olla ratkaiseva tekijä vaativan tiedustelutehtävän onnistumisessa. Fyysinen suorituskyky on kokonaisuus, joka koostuu nopeudesta, kestävyydestä, voimasta, lihashallinnasta ja taitavuudesta.

Tiedustelun fyysisiä vaatimuksia ja kuormittavuutta on tutkittu useissa Puolustusvoimien tutkimuksissa. Tutkimuksissa on todettu, että tiedustelu vaatii hyviä kestävyysominaisuuksia, mutta myös hyviä voimaominaisuuksia. Etenkin Kyröläisen johdolla vuonna 2004 suoritetussa tutkimuksessa ”Pitkäkestoisen partiotiedusteluharjoituksen fysiologiset vasteet ja fyysisen suorituskyvyn muutokset” huomattiin voimaominaisuuksien olevan tärkeitä. Tiedustelutehtävät ovat kestoltaan yleensä pitkiä ja tehtäviin tarvittavat varusteet täytyy itse kantaa. Pitkäkestoinen suhteellisen painavan taakan kantaminen vaatii hyviä voimaominaisuuksia. Kyröläisen ym. (2004) mukaan tiedustelijoiden koulutuksessa tulisi yhä enemmän kiinnittää huomiota suhteellisen voiman hankintaan.

Tässä tutkimuksessa selvitetään tiedustelijalta vaadittavat voimaominaisuudet suunnassa-tiedustelutehtävässä. Suunnassatiedustelu on partiotiedustelun alalaji. Suunnassatiedustelu on tietyssä suunnassa suoritettavaa vihollisen tiedustelua. Sillä pyritään selvittämään vihollisen määrä, laatu ja suuntautuminen sekä ryhmitys tietyllä suunnalla. Sitä käytetään etenkin hyökkäysurien tiedusteluun. (PEmaav-os 2003, 94)

2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TUTKIMUSONGELMA TUTKIMUKSEN VII- TEKEHYS JA RAJAUS SEKÄ TUTKIMUSMETODI JA LÄHDEAINEISTO

2.1. Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelma

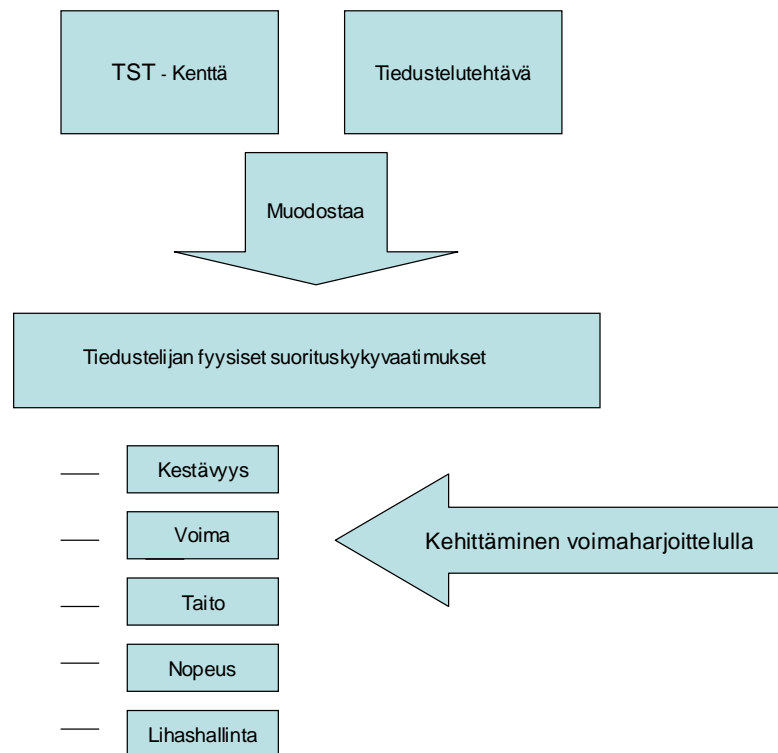
Puolustusvoimien fyysisen koulutuksen tarkoitus on tuottaa fyysiseltä suorituskyvyltään riittäviä taistelijoita (PEkoul-os PAK C 1:3, 4). Taistelukenttä ja tehtävät muodostavat sotilaan fyysisen suorituskyvyn vaatimukset. Maaliskuussa 2002 Puolustusvoimien henkilöstöpäällikkö asetti työryhmän, jonka tehtävän oli selvittää Puolustusvoimien liikuntatieteellisen tutkimustoiminnan yleisen tilan sekä siihen liittyvät tutkimus- ja kehittämistarpeet. Työryhmä julkaisi Taistelija 2005 – Fyysisen suorituskyvyn tutkimustoimintaraportin 2003. Raportista käy ilmi lukuisa määrä erilaisia fyysiseen suorituskykyyn liittyviä tutkimustarpeita. Yhtenä tutkimustarpeena työryhmä koki fyysiselle suorituskyvyille asetettavat vaatimukset eri aselajeissa ja puolustushaaroissa. (Kyröläinen ym. 2003, 23). Tämän tutkimuksen tarkoitus on selvittää tiedustelijalta vaadittavat voimaominaisuudet.

Tutkimuksen tutkimusongelma on:

Mitkä ovat tiedustelijalta vaadittavat voimaominaisuudet suunnassatiedustelussa?

2.2. Tutkimuksen viitekehys ja raja

Taistelukenttä ja tiedustelutehtävä määrittävät tiedustelijalta vaadittavat fyysiset ominaisuudet, jotka koostuvat kestävydestä, nopeudesta, voimasta, taidosta ja lihashallinnasta. Tässä tutkimuksessa keskitytään tiedustelijalta vaadittaviin voimaominaisuuksiin suunnassatiedustelussa ja niiden kehittämiseen harjoittelulla. Viitekehys on esitetty kuvio 1.



Kuvio 1. Tutkimuksen viitekehys

2.3. Tutkimusmetodi ja lähdeaineisto

Tutkimus on metodiltaan kvalitatiivinen kirjallisuuskatsaus. Kvalitatiivisen tutkimuksen tarkoitus on tutkia tutkimuskohdetta mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. (Hirsjärvi ym. 2005, 151–153.) Tutkimuksen lähdeaineistona on käytetty liikuntatieteellistä kirjallisuutta ja oppikirjoja ihmisen fysiologiasta ja harjoittelusta sekä tiedustelua ja sotilaan fyysistä kuormittavuutta koskevia tutkimuksia ja Puolustusvoimien pysyväisasiakirjoja.

Aikaisempia tutkimuksia koskien tiedustelua on tehty viime vuosina ainakin kaksi. Kyröläinen, H., Santtila, M., Hämäläinen, H., Koski, H., Mäntysaari, M & Karinkanta, J, 2004. Partiotiedusteluharjoituksen fysiologiset vasteet ja fyysisen suorituskyvyn muutokset ja Salonen, M. 2008. Pro gradu. Partiotiedusteluharjoituksen fyysinen kuormittavuus. Kummatkin tutkimukset ovat kattavia ja laadukkaita lähteitä kertomaan tiedustelutehtävän aiheuttamista fysiologisista vasteista ja kuormittavuudesta.

3. VOIMANTUOTON FYSIOLOGIA

3.1. Hermo-lihasjärjestelmän rakenne ja toiminta

Rakenteellisesti ihmisen hermosto jaetaan kahteen osaan keskushermostoon ja ääreishermostoon. Keskushermosto koostuu aivoista ja selkäytimestä, jotka ovat kallon ja selkärangan sisällä suojassa. Ääreishermosto koostuu kolmesta osasta aivohermoista, selkäydinhermoista ja autonomisen hermoston perifeerisistä osista. (Nienstedt ym. 2002, 518)

Voimantuotto tapahtuu hermo-lihasjärjestelmässä. Se vaatii keskushermoston, ääreishermoston ja lihaksiston yhteistyötä. Keskushermoston tehtävä on antaa toimintakäskyjä, jotka annetaan keskushermoston aivotasolla poislukien refleksitoiminta, joka tapahtuu tiedostamatta selkäydintasolla (Viitasalo 1985, 27). Ääreishermosto kuljettaa käskyt lihaksiin motorisia hermoja pitkin sekä tuo tietoa kehosta keskushermostoon sensoriermoilla. (Häkkinen 1990, 11–12) Ääreishermoston selkäydin hermot hermottavat suurimman osan kehon lihaksista. Pieni osa lihaksista pään alueella saa hermotuksen aivohermoista. (Mero ym. 1987, 24)

Voimantuotto alkaa aivoista annettavalla lihasten tahdonalaisella supistumiskäskyllä. Sähköinen käsky siirtyy hermoratoja pitkin selkäyttimeen, josta se etenee motorisia liikehermoja pitkin lihakseen. Lihaksessa motorinen hermosolu jakautuu päätehaaroihin, jossa ne yhdistyvät hermo-lihasliitoksella lihassoluun. Motorisen hermosolun ja päätehaarojen sekä näiden hermottamien lihassolujen muodostama toiminnallisesti pienin hermo-lihasjärjestelmän osa tunnetaan motorisena yksikkönä. (Häkkinen 1990, 12)

Keskushermosto on tahdonalaisessa voimantuotossa keskeisessä roolissa, koska voiman tuotto on riippuvainen aivoista lähetettyjen supistumiskäskyjen määrästä ja etenemisnopeudesta. Mitä enemmän lihas saa supistumiskäskyjä sitä paremmin ja nopeammin se pystyy tuottamaan voimaa. (Häkkinen 1990, 12)

3.2. Motoriset yksiköt

Motorisen yksikön koko määräytyy sen tehtävän mukaan. Koolla tarkoitetaan motorisen hermon hermottamien lihassolujen määrää. Tehtävässä, jossa on tarkoitus tuottaa paljon voimaa, motoriseen yksikköön kuuluu useita satoja tai jopa tuhansia lihassoluja. Hienomotoriikkaa

vaativissa tehtävissä siihen kuuluu vain muutamia lihassoluja. Motoristen yksiköiden määrä lihaksissa vaihtelee muutamista aina tuhansiin yksiköihin. (Mero ym. 2004, 42)

Motoriset yksiköt luokitellaan kolmeen ryhmään niiden mekaanisen ja kemiallisen toiminnan perusteella. I-tyyppi on hidas motorinen yksikkö. IIA-tyyppi on nopea, väsymystä sietävä ja IIB-tyyppi on nopea, väsyvä motorinen yksikkö. Nopeat motoriset hermot hermottavat nopeita lihassoluja (II-tyyppi) ja hitaat motoriset yksiköt hitaita lihassoluja (I-tyyppi). Nopeat lihaslolutyypit jaetaan IIA-, IIB- ja IIC-tyyppisiin aineenvaihdunnallisilla eroilla. (Mero ym. 2004, 42) Nopeat motoriset yksiköt ovat edullisia nopeaa voimantuottoa ja nopeutta vaativissa suorituksissa. Ne tuottavat enemmän ja nopeammin voimaa, kuin hitaat motoriset yksiköt. Hitat motoriset yksiköt ovat taas edullisempia kestävyyttä vaativissa suorituksissa, koska ne pystyvät vastustamaan väsymystä nopeita motorisia yksiköitä paremmin. (Häkkinen 1990, 13) Hitaiden ja nopeiden lihassolujen suhde vaihtelee lihaksittain riippuen lihaksen tehtävästä. Asentolihakset koostuvat hitaista soluista ja lyhyt aikaisissa nopeissa liikkeissä käytettävät lihakset nopeista soluista. Ihmisten välillä on suuriakin eroja lihassolujen suhteissa. Esimerkiksi kestävyysurheilijalla voi olla reisilihaksen nopeiden lihassolujen osuus 30 prosenttia kun vastaavasti pikajuoksijalla yli 70 prosenttia. (Häkkinen 1990, 17)

3.3. Lihassolun rakenne

Ihmisen liikkumisen ja voimantuoton saavat aikaan ihmisruumiin yli 660 luurankolihasta (Mero 1997, 59). Luurankolihakset jaetaan pitkulaisiin, sukkulamaisiin, viuhkamaisiin, puolisuikkamaisiin, täyssuikkamaisiin ja monisuikkamaisiin. Jako tehdään lihassolujen suunnan mukaan. Oleellinen tekijä on lihassolun asettuminen lihasrunkoon nähden. Sukkulamaisessa lihaksessa lihassolut ovat lihasrungon suuntaisesti ja suikkamaisessa lihaksessa solut ovat viistosti lihasrunkoa vasten. (Viitasalo 1989, 38–39)

Luurankolihakset koostuvat lihaskimpusta, jotka muodostuvat lihassoluista. Sidekudos peittää kunkin rakenteen. Lihassoluja on luurankolihakissa kymmeniätuhansia. Ne ovat pituudeltaan 1–150 millimetriä ja läpimitaltaan noin 100 mikrometriä. (Ahonen 1989, 76) Lihassolu koostuu päällekkäin ja vierekkäin asettuneista myofibrillisauvoista, jotka ovat pituussuunnassa jakautuneet sarkomeeriin. Sarkomeerien välissä on Z-levy, joka erottaa ne toisistaan. (Viitasalo 1989, 40). Sarkomeeri on lihasolun pienin supistuva yksikkö. Se koostuu aktiini- ja myosiinifilamenteista. Ne ovat säännöllisesti päällekkäin sarkomeerin sisällä. Mikroskooppilla

katsottaessa ne näyttävät poikkijuovamaiselta rakenteelta, josta luurankolihakset ovat saaneet nimityksensä poikkijuovaiset lihakset. (Häkkinen 1990, 18).

Lihassolun supistuminen tapahtuu, kun hermoston sähköinen supistumiskäskey saapuu lihassoluun hermo-lihasliitoksen kautta. Lihassolussa supistumiskäskey saa aikaan kemiallisen reaktion, jossa vapautuu kalsiumia. Kalsiumpitoisuuden nousun myötä sarkomeerin aktiini- ja myosiinifilamentit vetäytyvät toisiaan kohti. Tämän tapahtuessa yhtä aikaa kaikissa lihassolun sarkomeereissa lihassolu supistuu ja lyhenee. (Häkkinen 1990, 19; Viitasalo 1989, 40; & Mero ym. 1987, 30) Lihassolun relaksaatio eli lihassolun rentoutuminen ja pidentyminen tapahtuu vastaavasti lihassolun kalsiumpitoisuuden laskiessa (Mero ym. 2004, 53).

3.4. Lihaksen energia-aineenvaihdunta

Voimantuotto eli solun supistuminen vaatii energiaa. Solun supistumisen energia voidaan tuottaa välittömistä energialähteistä adenosintrifosfaatista (ATP) ja kreatiinifosfaatista (KP) anaerobisesti tai välillisistä energialähteistä anaerobisesti tai aerobisesti. Välillisiä energialähteitä ovat hiilihydraatit, rasvat ja proteiinit. Solu ei pysty käyttämään näitä yhdisteitä sellaiseen vaan ne muutetaan kemiallisessa reaktiossa adenosintrifosfaattiksi.

Lihassolun supistumisreaktiossa ATP vapauttaa sitomansa energian solun käyttöön. Periaatteessa lihassolut käyttävät ensin välittömät energialähteet ja sen jälkeen välilliset energian lähteet ATP:n tuotantoon. Käytännössä energiantuottoprosessit eivät toimi yksinään, vaan prosessit ovat käytössä päällekkäin. Lihastyössä tarvittavan energian riittävyys ja energia-aineenvaihdunnan muodot ovat riippuvaisia lihastyön intensiteetistä, suorituksen kestosta ja energiavarastojen suuruudesta. Aerobinen energiantuotanto on noin 12 kertaa taloudellisempaa kuin anaerobinen. Intensiivisessä työssä anaerobinen energiantuotanto alkaa välittömästi, kun taas aerobisen energiantuotannon tehokkaaseen käyttöönottoon menee 2–3 minuuttia johtuen elimistön hitaasta kyvystä reagoida lisääntyneeseen hapenkulutukseen. (Häkkinen 1990, 19–21; Viitasalo 1985, 13–14)

3.4.1. Anaerobinen ja aerobinen energiantuotanto

Lihaksen työskennellessä intensiivisesti on energiantuotanto anaerobista. Energia muodostetaan soluun varastoituneesta ATP:sta, jotka riittävät noin 1–3 sekunnin ajan. Tästä johtuen on tärkeää, että elimistö pysyy korvaamaan nopeasti ATP:n energian lähteenä. Elimistön nopein

tapa korvata ATP-varastot on käyttää energian muodostukseen kreatiinifosfaattia. Se on runsasenerginen yhdiste, joka on varastoitunut myös lihassoluun. KP-varastot ovat ATP-varastojen tavoin hyvin rajalliset. Teoriassa intensiivisessä lihastyössä ne on käytetty loppuun jo 10 sekunnissa. Niiden käyttöä kutsutaan anaerobiseksi maitohapottomaksi energiantuottovaiheeksi. (Häkkinen 1990, 19–21; Viitasalo 1985, 13–14)

ATP- ja KP-varastojen loppuessa ja lihastyön jatkuessa intensiivisenä elimistö tuottaa energian lihastyöhön anaerobisen maitohapollisen energiantuotannon avulla (anaerobinen glykolyysi). Tällöin lihasten tarvitsema ATP tuotetaan glykogeenivarastoista tai veren mukana lihassoluun kuljetettavasta glukoosista. Lihassolussa anaerobisessa glukoosin palamisreaktiossa syntyy maitohappoa, jota osittain kulkeutuu myös vereen. Laktaatin määrä veressä riippuu lihasupistusten intensiteetistä ja lihaksen toimintatavasta. Maitohappopitoisuuden nousu ja lihaksen happamoituminen aiheuttaa hidastumista lihassolujen reaktioissa, muun muassa ATP:n valmistuksessa. Tästä seuraa intensiivisessä työssä nopea väsyminen. Työn aikana elimistöön kertynyt maitohappo muutetaan työskentelyn päätteeksi takaisin glykokeeniksi hapen avulla. Tästä johtuen palautumisvaiheessa hapenkulutus nousee. Anaerobisen glykolyysin avulla energiaa voidaan tuottaa 90 sekunniksi. (Häkkinen 1990, 19–21; Viitasalo 1985, 13–14)

Aerobinen energiantuotanto korostuu pitkäkestoisissa ja matala intensiivisissä suorituksissa. Työn tehon pysyessä alhaisena elimistö pystyy valmistamaan tarvitsemansa ATP:n lihaksiston ja maksan hiilihydraattivarastoista sekä elimistön rasvavarastoista hapen avulla. Työn jatkuessa erittäin pitkään alkaa elimistö käyttää proteiineja energian lähteenä (Ahonen 1989, 82). Lihastyön jatkuessa yli kaksi minuuttia tulee aerobisesta energiantuotosta vallitseva. (Häkkinen 1990, 20)

3.4.2. Aerobinen ja anaerobinen kynnys

Aerobinen ja anaerobinen kynnys ovat kuormituksen ja aineenvaihdunnan tasoja nousujohteisessa rasituksessa. Lihasten työskennellessä aerobisen kynnyksen alapuolella pääasiallinen energianlähde on rasvat eikä maitohappoa muodostu. (Viitasalo 1985, 15) Rasituksen koven tuessa ylittyy aerobinen kynnys, jolloin työskentelevien lihasten maitohappotasoa nousee ja veren laktaattimäärä kohoaa yli lepotilan, joka on noin kaksi millimoolia litrassa verta. Aerobisen kynnyksen ylittyessä keuhkotuuletus lisääntyy suhteessa enemmän kuin rasitus. Energiaa lihakset saavat edelleen rasvoista. Lisäksi hiilihydraattien käyttö lisääntyy. Niiden palamistuotteena syntyy maitohappoa, jota elimistö pystyy osin keuhkotuuletuksen lisäämisen avulla

poistamaan. (Viitasalo 1985, 14–15)

Rasituksen edelleen kasvaessa siirrytään aerobiselta kynnykseltä anaerobiselle kynnykselle. Anaerobinen kynnys ylittyy, kun veren laktaattipitoisuus on yli neljä millimoolia litrassa verta. Anaerobisen kynnyksen yläpuolella liikkuessa lihasten energian tarve on suuri ja lihakset käyttävät nopeasti kreatiinifosfaattivarastot. Anaerobisen kynnyksen yläpuolella energia muodostetaan pääosin hiilihydraateista ja energia-aineenvaihdunta on anaerobista. Lihaksistoon alkaa muodostua runsaasti maitohappoa, josta muodostuu vereen laktaattia. Nämä saavat aikaan elimistön happamoitumisen, jonka seurauksena keuhkotuuletus lisääntyy. (Viitasalo 1985, 15–16)

3.5. Voimantuoton biomekaaniset tekijät

Voimantuoton biomekaaniset tekijät jaetaan lihasmekaanisiin tekijöihin ja hermostollisiin tekijöihin. Lihasmekaanisia tekijöitä ovat: lihastyötapana, lihaspituus, nivelkulma, voima-aika ja voima-nopeus -riippuvuus, elastiset osat, esivenytys ja lihasrakenne. Hermostollisia tekijöitä ovat: esiaktiivisuus, refleksitoiminta ja hermoston kokonaispanos (aktiivisuustaso). (Mero 1997, 61)

3.5.1. Lihasrakenne, elastiset osat ja esivenytys

Lihasrakenne vaikuttaa voimantuottoon monella tapaa. Vaikuttavia tekijöitä ovat lihassolun solujakauma (hitaat ja nopeat lihassolut), määrä, tilavuus ja niiden asento. Lihassolujen määrä ja tilavuus vaikuttavat lihaksen kokoon, joka on suoraan verrattavissa voimantuottoon. Isompi lihas tuottaa enemmän voimaa kuin pienempi. (Nienstedt ym. 2002, 145–146) Voimaharjoittelu lisää lihassolujen tilavuutta, niiden määrän lisääntymistä harjoittelun myötä ei ole vielä pystytty todistamaan. Lihassolun asento verrattuna liikutettavaan luuhun mahdollistaa paremman voimantuoton, mikäli lihassolu on viistosti luuta kohti eli on niin sanottu sulkalihas (esimerkiksi rectus femoris). Suoraan luusuuntaiset lihassolut muodostavat sukkulalihaksen (esimerkiksi biceps brachii), mikä ei ole voiman tuotto-ominaisuuksiltaan niin hyvä. Toisaalta ne sallivat laajemmat liikelaajuudet. (Mero 1997, 64.)

Supistuvien osien lisäksi lihaksessa on elastisia osia. Niihin kuuluvat sidekudokset ja jänteet sekä lihaksen aktiini- ja myosiinifilamenttien väliin jäävät poikkisillat. Elastisilla osilla on kyky varastoida energiaa, jota kutsutaan potentiaalienergiaksi. (Mero ym. 2004, 56) Potentiaalienergiaa muodostuu, kun aktiivista lihasta venytetään ulkoisella voimalla. Sen muuttami-

ne liike-energiaksi onnistuu, kun aktiivista venytystä seuraa välittömästi lihaksen supistuminen. Muutoin potentiaalienergia muuttuu lämpöenergiaksi. Tästä nopeasta lihastyötavan muutoksesta eksentrisestä konsentriseen käytetään nimitystä venymis-lyhenemissyklus. (Häkkinen 2004, 130) Käytännössä potentiaalienergian vaihtaminen liike-energiaksi tarkoittaa vastaliikkeen tekemistä eli esivenytystä. (Häkkinen 1990, 39).

Esivenytystä käytetään hyväksi kaikessa liikkumisessa. Sen hyöty tulee hyvin ilmi ylöspäin suoritetuissa vertikaalihypyissä, jossa esivenytyksen ansiosta hypätään noin 10 prosenttia korkeammalle kuin staattisesta lähtöasennosta suoritettussa hypyssä. Tätä eroa kutsutaan elastisuudeksi. Elastisuuden on myös havaittu parantavan suoritusten hyötysuhdetta, mikä johtuu elastisten osien vähäisestä hapen tarpeesta. (Mero ym. 2004, 56) Esivenytyksen kasvaessa liian suureksi voimantuotto ei enää kasva, vaan alkaa laskea. Se johtuu hermoston inhibitorisesta vaikutuksesta esimerkiksi Golgin jänne-elimessä. (Häkkinen 1990, 40) Golgin jänneelin toimii automaattisesti. Se estää liian voimakkaat lihassupistukset, jotka voivat vaurioittaa itse lihasta tai luita, joihin se kiinnittyy. (Nienstedt ym. 2002, 489.)

3.5.2. Lihastyötavat

Hermo-lihasjärjestelmä voi tuottaa voimaa isometrisellä tai dynaamisella lihassupistustavalla. Isometrisessä lihassupistuksessa lihaksen pituus ja nivelkulma pysyvät vakiona. Dynaamisessa lihassupistuksessa lihaksen pituus muuttuu. Lihaksen supistuessa ja lyhentyessä on kyse konsentrisestä lihassupistustavasta. Aktiivisen lihaksen venyessä ja pidentyessä, joko antagonistilihaksen tai ulkoisen kuorman vaikutuksesta, on kyseessä eksentrisen lihassupistustapa. Voimantuoton kannalta eksentrisen supistustapa tuottaa eniten voimaa, toiseksi eniten voimaa saadaan tuotettua isometrisesti ja heikoiten konsentrisellä lihassupistustavalla. (Häkkinen 1990, 22–23)

3.5.3. Lihaspituus ja nivelkulma

Lihaspituudella eli lihassolun kulloisellakin venymisasteella on suuri merkitys voimantuotoon. Voimantuoton aste riippuu lihassolun pienimmän supistuvan yksikön sarkomeerin pituudesta. (Kyröläinen ym. 2004, 24) Suurin voimantuotto saadaan sarkomeerien keskipituuksilla, jolloin muodostuu eniten poikkisiltoja sarkomeerin aktomiini- ja myosiinifilamenttien välille. Tämä tarkoittaa sitä, että konsentrisessä ja isometrisessä lihastyössä voimantuoton huippu saavutetaan lihaksen keskipituudella eli anatomisessa lepopituudessa. (Häkkinen

1990, 23) Lihassolun lisäksi voimantuottoon vaikuttaa lihaksen sidekudos. Sidekudos ei tuota aktiivisesti voimaa, vaan se tarvitsee ulkoisen vastuksen. Tästä syystä se ei vaikuta konsentrisessä ja isometrisessä työssä voimantuottoon. Eksentrisessä työssä, jossa lihasta venytetään aktiivisesti sidekudos vaikuttaa voimantuottoon suurentaen sitä lihaspituuden kasvaessa. (Häkkinen 1990, 24)

Ihmisen luurankolihakset kiinnittyvät lihaksen päistä jänteillä ainakin kahteen luuhun, joiden väliin jää nivel. Supistamalla lihas voi joko loitontaa tai lähentää näitä luita toisistaan. (Nienstedt ym. 2002, 143). Jokaisella lihaksella on spesifinen nivelkulma, jolla se pystyy liikuttamaan niveleen kiinnittyneitä luita tehokkaimmin. Esimerkiksi kyynärnivelen koukistaja lihas-ten maksimivoima saavutetaan noin 100–120 asteen kulmalla (Mero ym. 2004, 54). Pyrittäessä jatkuvaan maksimaaliseen voimantuottoon on vastuksen oltava muuttuva, muuten lihaksen aktivaatiotaso pienenee ohitettaessa heikoin voimantuotollinen nivelkulma. (Häkkinen 1990, 24–27) Nivelkulman ja voimantuoton välisellä yhteydellä on suuri merkitys suunniteltaessa voimaharjoitteita urheilijoille. Voimaharjoittelussa käytettävien nivelkulmien tulisi vastata mahdollisimman tarkasti lajisuorituksessa käytettäviä nivelkulmia. Tämä tarkoittaa esimerkiksi juoksijan voimaharjoittelussa sitä, että voimaharjoitteluliikkeiden polvikulmien tulisi vastata mahdollisimman hyvin juoksun noin 150–160 asteen polvikulmaa. (Mero ym. 2004, 54)

3.5.4. Voima-aika ja voima-nopeus -riippuvuus

Voimantuottonopeus riippuu hermoston kyvystä rekrytoida motorisia yksiköitä ja motorisen yksikön syttymisfrekvenssistä sekä motorisien yksiköiden nopeiden ja hitaiden solujen solujakaumasta (Kyröläinen ym. 2004, 24.). Voima-aika -ominaisuuksia voidaan mitata isometrisessä lihastyössä voimadynamometrillä. Mittauksissa on selvästi havaittavissa nopeiden lihas-solujen nopeampi voimantuottokyky verrattuna hitaisiin lihas-soluihin. (Mero ym. 2004, 54.) Voima-aika -mittauksen perusteella pystytään kohdentamaan urheilijan harjoittelua maksimim- tai nopeusvoimaharjoitteluun, kun tiedetään lajisuorituksen kesto. Maksimivoiman tuotto kes- tää yleensä 0,5–2,5 sekuntia, joka on pitkä aika verrattuna esimerkiksi yleisurheilun heittolaji- en suorituksiin. Lisäksi voima-aika -mittauksilla saadaan selville, kuinka kauan tiettyä voima- tasoa pystytään ylläpitämään, ja mikä on voiman laskunopeus suorituksen päätyttyä eli relax- saatio. (Häkkinen 2004, 129)

Lihaksen supistusnopeuden vaikutus voimantuottoon riippuu lihastyötavasta. Eksentrisessä lihastyössä supistusnopeuden kasvu lisää lihaksen tuottamaa voimaa. (Häkkinen 2004, 128)

Lihaksen joutuu vastustamaan maksimaalisesti liikkuvaa kohdetta ja tästä johtuen kohteen liikkeenopeuden kasvaessa lihaksen tarvitsee tuottaa enemmän voimaa vastustaakseen liikettä (Häkkinen 1990, 35). Konsentrisessä lihastyössä supistusnopeuden kasvulla on päinvastainen vaikutus. Se laskee lihaksen voiman tuottoa. (Häkkinen 2004, 128). Mitä nopeammin kohde liikkuu sitä vähemmän lihas tuottaa kohteeseen voimaa (Häkkinen 1990, 36).

Voima-nopeus -käyrällä pystytään kuvaamaan hermolihaskäytännön hetkellistä toimintakykyä. Se voidaan tehdä eksentrisestä sekä konsentrisestä lihastyöstä, joko laboratoriotesteillä tai alaraajojen ojentajalihaksiston osalta käytännön sovellutuksin hyppymatolla. (Häkkinen 1990, 35–36) Urheiluvalmennuksessa voima-nopeus -käyrää käytetään hyväksi seurantamittauksissa, joiden avulla voidaan seurata voima- ja nopeusominaisuuksien kehittymistä harjoituskaudella. Siitä on luettavissa nopeus- ja voimapäätt. Maksimivoimaharjoittelu kehittää käyrän voimapäättä ja nopeusvoimaharjoittelu nopeuspäättä. (Mero 1997, 62) Voima-nopeus -käyrän nopeuspää on verrannollinen nopeiden lihassolujen määrään. Mitä enemmän nopeita lihassoluja on, sitä korkeammalla nopeuspää sijaitsee kuvaajassa. (Häkkinen 2004, 128)

3.5.5. Hermostolliset tekijät

Hermostollisilla tekijöillä tarkoitetaan työstä vastaavan lihaksen esiaktiivisuutta, refleksitoimintaa ja hermoston kokonaispanosta. Ne ovat iso osa liikesuoritusten säätelykokonaisuutta. Hermostollisia tekijöitä tulisi harjoitella mahdollisimman kilpailusuorituksen kaltaisesti, jotta niistä saataisiin mahdollisimman suuri hyöty suoritukseen. (Mero 1997, 61–64)

Lihaksen esiaktiivisuus on tärkeää. Sillä valmistaudutaan tulevaan törmäykseen esimerkiksi hyppysuorituksessa. Ilman sitä lihas pettäisi törmäystilanteessa, koska elektromekaaninen viive ennen lihaksen supistumista on noin 25–50 millisekuntia. (Mero 1997, 64) Refleksitoiminta on työtä tekevän lihaksen aktivoitumista törmäyksen jälkeen esimerkiksi hyppyssä ja juoksussa.

Hermoston kokonaispanosta voidaan mitata EMG-aktiivisuuden (elektromyografian) avulla (Mero 1997, 64). EMG-anturit asetetaan iholle lihaksen päälle. Ne mittaavat lihaksen sähköistä aktiivisuutta eli aktiopotentialia. Aktiopotentiali lähtee keskushermostosta ja kulkeutuu motorisia hermoja pitkin lihakseen, jossa se aktivoi motorisia yksiköitä ja ohjaa niiden sytty-

mistaajuutta. Lihaksen aktivaatiotaso on suoraan verrannollinen sen tuottamaan voimaan. (Häkkinen 2004, 127–128)

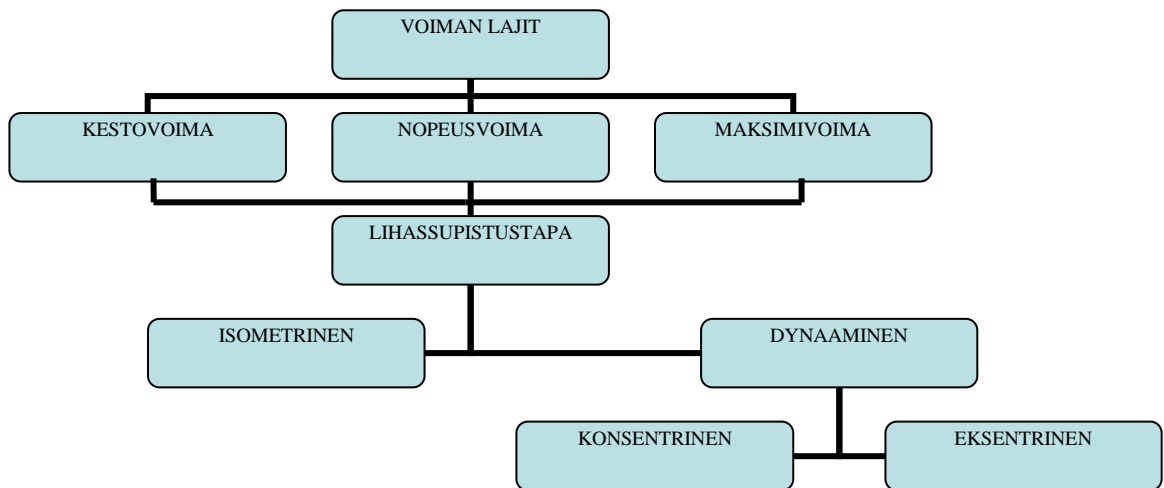
Haluttaessa tuottaa mahdollisimman paljon voimaa lyhyessä ajassa rekrytointinopeuden lisäksi on kiinnitettävä huomio lihaksen EMG-aktiivisuuteen, joka kertoo kuinka suuri osa lihaksen motorisista yksiköistä aktivoituu. EMG-aktiivisuuden kasvu on suoraan verrannollinen voimantuoton kasvuun. Lisäksi nopea voimantuotto paranee, jos lihassolut ovat tyypiltään nopeita. Vastaavasti voima-kesto -riippuvuus paranee, kun työtä tekevät motoriset yksiköt ovat solujakautumaltaan hitaita ja lihaksen aktiivisuus taso pysyy matalana. (Häkkinen 1990, 27–33)

4. VOIMAN LAJIT

4.1. Voima

Yksi fyysisen suorituskyvyn olennaisimpia osia on lihasvoima, jota tarvitaan jokapäiväisessä liikkumisessa. Liikkumisen mahdollistaa lihaksen supistuessa muodostuva voima, joka liikuttaa luuston muodostamaa vipukoneistoa. Oman kehon tehokkaaseen liikuttamiseen käytetään suhteellista voimaa ja kehon ulkopuolisen esineen siirtämiseen absoluuttista voimaa. Suhteellisella voimalla tarkoitetaan lihaksiston voiman suhdetta kehon painoon. Mitä suurempi lihaksiston voima verrattuna kehon painoon on, sitä helpompaa on liikkuminen. Absoluuttinen voima kuvaa hermo-lihasjärjestelmän kykyä tuottaa tietyssä ajassa mahdollisimman suuri voimamäärä kohteen liikuttamiseksi. (Viitasalo 1985, 11–12)

Voima jaetaan kolmeen eri lajiin: kestovoimaan, nopeusvoimaan ja maksimivoimaan (Häkkinen ym. 2004, 251). Voiman lajit eroavat toisistaan energiantuottovaatimusten, hermo-lihasjärjestelmän motoristen yksiköiden rekrytointimäärän ja tavan perusteella. (Häkkinen 1990, 41). Voiman lajit ja lihassupistustavat on esitelty kuviossa 1.



Kuvio 1. Voiman lajit ja lihastyötavat (Mukailtu Häkkinen 1990, 42)

Voiman eri lajeja harjoitetaan niille suunnatuilla voimaharjoitteilla, jotka jaetaan lisäpaino-, kuntopiiri-, loikka- ja heittoharjoitteisiin. (Hirvonen ym. 1989, 224–226) Voimaharjoittelulla voidaan kehittää kaikkia voimantuoton osa-alueita: hermoston toimintaa, lihaksiston tehoa, nopeutta ja kestävyyttä. Voimaharjoitteet kehittävät toivottuja ominaisuuksia, kun harjoitteet ovat oikein ohjelmoituja. (Hirvonen ym. 1989, 220) Taulukossa 1 nähdään yksinkertaistettuna se, kuinka suuria kuormia ja kuinka pitkiä sarjoja tulisi käyttää eri voima-ominaisuuksien harjoittamiseen.

Voimaharjoittelu ei yksin riitä maksimi-, nopeus- ja kestovoiman kehittymiseen. Lisäksi tarvitaan lepoa, optimaalista ravintoa ja lihashuoltoa. Oikeaoppisella voimaharjoittelulla järkytetään elimistön tasapainotilaa. (Niemi 2006, 101) Harjoittelu saa aikaan suorituskyvyn hetkelisen heikkenemisen. Elimistö pyrkii adaptoitumaan eli sopeutumaan harjoittelun aiheuttamiin vaurioihin. Sopeutuminen alkaa jo harjoituksen aikana, mutta pääosa siitä tapahtuu vasta harjoituksen jälkeen levossa. Lihashuolto ja optimaalinen ravinto nopeuttavat adaptaatiota. Levon aikana elimistö ylikorjaa harjoittelun aikana aiheutuneet vauriot. Superkompensaatioteorian mukaan fyysinen suorituskyky kasvaa, kun harjoitteita toistetaan optimaalisin väliajoin. Liian harvoin toistuva kuormitus ei nosta suorituskykyä. Toisaalta liian tiheään tapahtuva kuormitus aiheuttaa ylikunnon ja suorituskyky laskee. (Häkkinen 1990, 54)

4.2. Kestovoima

Kestovoimalla tarkoitetaan kykyä ylläpitää tiettyä voimatasa mahdollisimman pitkään tai tietyn voimatason toistamista lyhyin palautuksin (Häkkinen 1990, 41). Kestovoimaa vaativat suoritukset ovat energiantuotoltaan joko aerobisia tai anaerobisia. Suorituksissa lihastyö on nopeudeltaan rauhallista. Lihassupistustapa on dynaaminen tai isometrinen. Dynaamisessa kestovoimasuorituksessa liikettä tehdään sykklisessä ja pitkässä sarjassa matalalla kuormalla. Isometrisessä kestovoimasuorituksessa on tarkoitus säilyttää tietty lihasjännitys koko suorituksen ajan. (Ahtiainen ym. 2004, 170) Kestovoimasuoritusten rauhalliset suoritusnopeudet ja alhaiset vastukset saavat lihaksiston hitaat motoriset yksiköt rekrytoitumaan tehokkaasti. (Mero ym. 2004, 48).

Kestovoimaharjoittelulla voidaan parantaa etenkin kestävyysominaisuuksia. Harjoittelu kehittää lihasten kykyä tuottaa energiaa aerobisesti ja parantaa maitohaponasetokykyä (Niemi 2006, 102). Lisäksi sillä voidaan parantaa maksimaalista hapenottoa ja valmistaa hermolihasjärjestelmää maksimi- ja nopeusvoimaharjoitteluun. Kestovoimaharjoittelu ei merkittävästi lisää lihasten poikkipinta-alaa eikä maksimivoimatasa. (Häkkinen 1990, 221–223).

Tyypillisiä kestovoimaharjoitteita ovat kuntopiirit, jotka jaetaan aerobiseen ja anaerobiseen kuntopiiriin sekä nopeusvoimakuntopiiriin (Häkkinen ym. 2004, 263). Aerobisesta kuntopiiristä käytetään myös nimitystä lihaskestävyysharjoittelu ja anaerobisesta kuntopiiristä voimakestävyysharjoittelu (Hirvonen ym. 1989, 221). Kestovoimaharjoittelukuntopiireissä käytetään pieniä lisäkuormia ja lyhyitä sarjapalautuksia. Tämä tarkoittaa sitä, että liikkeestä toiseen siirrytään ilman mainittavaa palautusta. (Niemi 2006, 102)

Aerobisessa kuntopiirissä tehdään paljon toistoja pienillä kuormilla. Kuorman tulee olla 0–30 prosenttia maksimipainoista ja toistomäärän yli 30. Ne sisältävät 2–6 kierrosta, joissa jokaisessa tehdään 6–12 harjoitetta. (Mero 1997, 155) Aerobinen kuntopiiri parantaa kestävyysominaisuuksia, varsinkin kestovoimaominaisuudet ja hengitys- ja verenkiertoelimistö kehittyvät. Hyviä kestovoimaominaisuuksia tarvitaan etenkin asentolihasissa (Niemi, 2006, 102). Aerobista kestovoimaa pidetään henkilön toimintakyvyn mittarina (Ahtiainen ym. 2004, 169).

Anaerobisessa kuntopiirissä lisäkuormat ovat isommat ja toistomäärät pienemmät kuin aerobisessa kuntopiirissä. Anaerobisessa kuntopiirissä lisäkuormat ovat 30–60 prosenttia ja toistojen määrä vaihtelee 10:stä 20:een. Harjoitteita tehdään 4–8 ja harjoitus sisältää 2–4 kierrosta. Palautusajat harjoitteiden välillä ovat 30–60 sekuntia. (Mero 1997, 156) Anaerobinen kuntopiiri kehittää lihaksiston maitohaponsietokykyä (Niemi 2006, 102). Lisäksi se kehittää lihasten voimatasoa paremmin kuin aerobinen kuntopiiri, mutta kestävyysominaisuuksien kehittyminen jää pienemmäksi (Häkkinen 1990, 222). Hyvät anaerobiset kestovoimaominaisuudet yhdistetään hyvään suorituskykyyn (Ahtiainen ym. 2004, 169). Kehonrakentajien hypertrofinen harjoittelu on hyvin samankaltaista kuin anaerobinen kestovoimaharjoittelu. Suurimpana erona ovat suhteellisesti suuremmat harjoituskuormat. (Niemi 2006, 103)

Nopeusvoimakuntopiiri eroaa aerobisesta ja anaerobisesta kuntopiiristä sekä toteutukseltaan että vaikutukseltaan. Se toteutetaan niin sanotulla nopeusvoimaperiaatteella eli toistot tehdään maksimaalisella suoritusnopeudella. Harjoittelu aktivoi etenkin nopeita lihassoluja (Niemi 2006, 104). Nopeusvoimakuntopiirissä painot ovat 30–60 prosenttia maksimipainoista ja toistoja tehdään vähintään 8. Sarjan kokonaiskesto ei saa ylittää 20 sekuntia. Yksi harjoituskierros sisältää 4–6 eri harjoitetta, joiden välillä pidetään noin 60 sekunnin palautus. Kierrosten välillä on noin 4 minuutin palautus. Suurimmat erot nopeusvoimakuntopiirin ja normaalin nopeusvoimaharjoittelun välillä ovat palautusajat. Nopeusvoimakuntopiiriharjoittelu parantaa muista kestovoimaharjoituksista poiketen kestävyysominaisuuksien lisäksi myös nopeusvoimaominaisuuksia. Niiden parantuminen johtuu hermostollisista muutoksista lihasten nopeassa ja lyhytaikaisessa aktivoinnissa. (Häkkinen 1990, 222–223)

4.3. Nopeusvoima

Nopeusvoimassa on kyse hermolihasjärjestelmän kyvystä tuottaa suurin mahdollinen voima suurimmalla mahdollisella nopeudella tai lyhyimmässä mahdollisessa ajassa (Kyröläinen 2004, 149). Nopeusvoima tuotetaan syklistesti tai asyklisesti (Häkkinen ym. 2004, 251). Lihastyötapana on joko isometrinen, jolloin voimantuottonopeus on suuri, tai dynaaminen, jolloin lihassupistusnopeus on suuri (Häkkinen 1990, 41). Nopeusvoiman tuotto on suorituksena nopea. Yksittäinen voimantuottosuoritus kestää 0,01–0,5 sekuntia (Häkkinen 1990, 88), minkä vuoksi voima tuotetaan lihaksen nopeissa motorisissa yksiköissä. Syklinen nopeusvoimasuoritus kestää noin 10 sekuntia eli se on yleensä maitohapoton anaerobinen suoritus, jossa energia saadaan lihaksen välittömistä energianlähteistä ATP:stä ja KP:stä. Yli 10 sekunnin suorituksessa energiantuotto vaihtuu anaerobiseksi glykolyysiksi, jolloin maitohappoa alkaa kertyä

lihakseen. Asyklisen nopeusvoimasuorituksen energiantuotto on täysin maitohapoton. Energia tuotetaan välittömistä energianlähteistä ATP:stä ja KP:stä. (Niemi 2006, 106–107)

Nopeusvoimaharjoitteet toteutetaan nopeusvoimaperiaatteella eli räjähtävästi (Häkkinen ym. 2004, 258). Lähtökohtana on maksimaalinen yritys ja intensiteetti, joilla harjoitusvaikute saadaan kohdistettua oikein voimantuoton nopeille osille. Harjoitteet tulisi suorittaa siten, että suurin mahdollinen submaksimaalinen voimataso saavutettaisiin 0,01–0,5 sekunnissa (Niemi 2006, 105). Nopeusvoimaharjoitteet jaetaan pikavoiman ja räjähtävän voiman harjoitteisiin. (Hirvonen ym. 1989, 222). Ne kehittävät lihasten välitöntä energiantuottokykyä ja elastisuutta sekä nopeiden motorisien yksiköiden hermotusta (Niemi 2006, 105).

Pikavoimaharjoitteet koostuva nopeatempoisista syklisistä sarjoista (Hirvonen ym. 1989, 222). Harjoitteet toteutetaan kuntosalilla yleensä paikkaharjoitteina. Sarjojen pituudet ovat 1–10 toistoa niin, että sarjan kesto jää alle 15 sekunnin. Harjoituksessa käytettävät painot ovat 30–80 prosenttia maksimipainoista. Sarjojen välillä pidetään 3–5 minuutin palautukset. (Niemi 2006, 109) Harjoittelun vaikutus riippuu kuorman valinnasta. Pienillä lisäkuormilla tehdyt harjoitteet kehittävät nopeus-voimaominaisuuksien ”nopeuspäätä” eli voiman tuoton nopeutta. Vastaavasti suurilla lisäkuormilla tehdyt harjoitteet kehittävät nopeus-voimaominaisuuksien ”voimapäätä” eli kykyä tuottaa suurempi voimamäärä samassa ajassa. (Häkkinen ym. 2004, 259) Esimerkiksi suhteellisen pienillä kuormilla (30–60 % maksimipainoista) suoritettavat pika-voimaharjoitteet parantavat voiman tuoton nopeutta. Sama submaksimaalinen voimataso saavutetaan lyhyemmässä ajassa (Häkkinen 1990, 128–129). Parannus johtuu nopeiden lihassolujen rekrytoinnin kehittymisestä (Niemi 2006, 109).

Räjähtävän voiman harjoitteet ovat asyklisiä räjähtävästi tehtyjä harjoitteita (Hirvonen ym. 1989, 222). Yhteen tai muutamaan toistoon keskitetään mahdollisimman suuri voima. Voima pyritään tuottamaan mahdollisimman lyhyessä (ajassa 0,01–2 sekunnissa), muussa tapauksessa harjoite muuttuu maksimivoimaharjoitteeksi. Kuntosalilla räjähtävää voimaa harjoitellaan 1–5 toiston sarjoilla, joissa kuormana käytetään 40–90 prosenttia maksimipainoista. Tällainen harjoittelu kehittää nopeiden lihassolujen hermotusta sekä ATP- ja KP-varastojen uudelleen muodostumista. Lisäksi se kasvattaa lihasmassaa, mutta kasvu on hyvin pientä verrattuna maksimivoimaharjoitteluun. (Niemi 2006, 107) Lihasmassan kasvua esiintyy ainoastaan nopeissa lihassoluissa, mikä kasvattaa niiden pinta-alan suhdetta hitaisiin soluihin verrattuna. Parantunut nopeiden solujen suhde lisää lihaksen nopeusvoimaominaisuuksia. (Häkkinen 1990, 87)

Kuntosalilla toteutettavien nopeusvoimaharjoitteiden lisäksi nopeusvoimaominaisuuksia voidaan kehittää erilaisilla hyppelyharjoituksilla esimerkiksi tasa- ja vuoroloikilla sekä aita- ja pudotushypyillä. Ne kuormittavat tehokkaasti sekä hermostoa että lihaksiston supistuvia ja elastisia osia, kunhan niiden kontaktivaihe maahan on tarpeeksi nopea ja tehokas. (Häkkinen 1990, 215) Hyppelyharjoitteet vaikuttavat tehokkaasti venymis-lyhemissyklukseen, joka ilmenee kehittyneenä ponnistuskykynä (Häkkinen 1990, 130–131).

4.4. Maksimivoima

Maksimivoima tarkoittaa hermo-lihasjärjestelmän tuottamaa suurinta mahdollista voimatasoa lihaksiston yhdellä supistuksella. Maksimivoimasuoritus voi olla joko dynaaminen tai isometrinen. Sen tuottoon kuluu aikaa 0,5–2,5 sekuntia. (Ahtiainen ym. 2004, 285) Maksimivoimaharjoittelun avulla pyritään kehittämään lihaksiston maksimaalista voimantuottoa. Se kehittää joko hermoston kykyä rekrytoida motorisia yksiköitä tai kasvattaa lihassolujen poikkipinta-alaa. Lisäksi se parantaa lihaksen aineenvaihduntaa ja maitohaponsietokykyä. (Niemi 2006, 110) Maksimivoima jaetaan harjoitustavoitteen tai -muodon perusteella perus- ja maksimivoimaan (Hirvonen ym. 1989, 222). Niiden harjoittamisen yleiset periaatteet ovat ylikuormitus, progressiivisuus, motivaatio, spesifisyys, yksilöllisyys ja palautuminen (Niemi 2006, 113–114). Maksimivoiman kehittymisen kannalta parhaaseen lopputulokseen päästään käyttämällä useita erilaisia harjoitteita rinnakkain (Häkkinen 1990, 201).

Perusvoimaharjoittelun eli hypertrofinen harjoittelu parantaa maksimivoimaa, koska se kasvattaa lihasmassan. (Häkkinen 1990, 72). Lihasten poikkipinta-alan kasvu on seurausta yksittäisten lihassolujen kasvusta, joka johtuu solun myofibrillien lisääntymisestä ja kasvusta. (Häkkinen 1990, 73) Hypertrofinen voimaharjoittelu kehittää lihasmassan lisäksi lihaksen välittömiä energiavarastoja, nopean voimantuoton ja anaerobisen suorituskyvyn edellytyksiä sekä lihaksiston yleistä harjoitettavuutta. (Hirvonen ym. 1989, 223) Hypertrofisessa voimaharjoittelussa käytettävät kuormat ovat submaksimaalisia eli noin 60–85 prosenttia maksimipainoista. Harjoituksessa tehdään 3–5 sarjaa lihasryhmää kohti ja niissä 6–12 toistoa. Sarjojen väliset palautusajat ovat kohtuullisen lyhyitä 30–120 sekuntia. (Niemi 2006, 116)

Maksimivoimaa voidaan harjoitella hypertrofisen harjoittelun lisäksi hermostollisella ja hermostollis-hypertrofisella voimaharjoittelulla. Hermostollisen maksimivoimaharjoittelun teho perustuu tahdonalaisen hermoston kehittymiseen. Harjoituksen vaikutuksesta hermosto oppii rekrytoimaan motorisia yksiköitä enemmän, mikä parantaa voimantuottoa. (Häkkinen 1990,

56) Se kasvattaa etenkin suhteellisen voiman määrää, mikä on hyödyksi suorituksissa, joissa joudutaan siirtämään omaa kehoa (Häkkinen 1990, 69). Lihasmassa ei kasva kuten hypertofisessa harjoittelussa, siksi se soveltuu hyvin urheilulajeihin, joissa kilpaillaan painoluokissa.

Hermostollisen maksimivoimaharjoittelun vasteet hermo-lihas- sekä hormonijärjestelmässä ovat samankaltaisia kuin nopeusvoimaharjoittelussa. Lisäksi se aktivoi erityisesti testosteronintuotantoa (Niemi 2006, 111). Hermostollisessa voimaharjoittelussa tehokkain harjoitusärsyke saadaan 85–130 prosentilla maksimipainoista. Yli 100 prosentin kuormilla suoritettavat harjoitteet tehdään avustetusti. Harjoittelijan suorittaa ainoastaan liikkeen eksentrisen osan. (Häkkinen. ym. 2004, 261) Jokaista harjoitusliikettä tehdään useita sarjoja, jopa yli kymmenen sarjan harjoitukset ovat mahdollisia. Vastaavasti toistomäärät ovat alhaiset. Niitä tehdään 1–3 sarjassa. Palautusaika sarjojen välillä tulee olla 2–5 minuuttia, jotta lihasten välittömät energiavarastot ehtivät palautua. (Häkkinen 1990, 204–207)

Hermostollis-hypertrofinen maksimivoimaharjoittelu on hermostollisen ja hypertrofisen harjoittelun sekoitus, joka kasvattaa lihasmassaa sekä parantaa lihaksen hermotusta. Se vaikuttaa nopeisiin ja hitaisiin lihassoluihin sekä testosteronin ja kasvuhormonin tuotantoon. Harjoitukset toteutetaan nopeusvoima- ja maksimivoimaharjoitteiden muunnelmina. Harjoituksissa pyritään räjähtävään voimantuottoon ja sarjat kestävät 6–12 sekuntia. Painot ovat 80–90 prosenttia maksimipainoista ja toistomäärä on 3–8 sarjassa. Harjoitteet toteutetaan joko vakioistojarjoituksina tai leveinä pyramidiharjoituksina. (Niemi 2006, 111)

Taulukko 1. Voimaharjoittelussa käytettävä kuormitus ja toistomäärät eri voimantuotto-ominaisuuksien kehittämiseksi. Kuormat on ilmoitettu prosentteina maksimivoimasta. (Mukaiu Häkkinen 1990, 203)

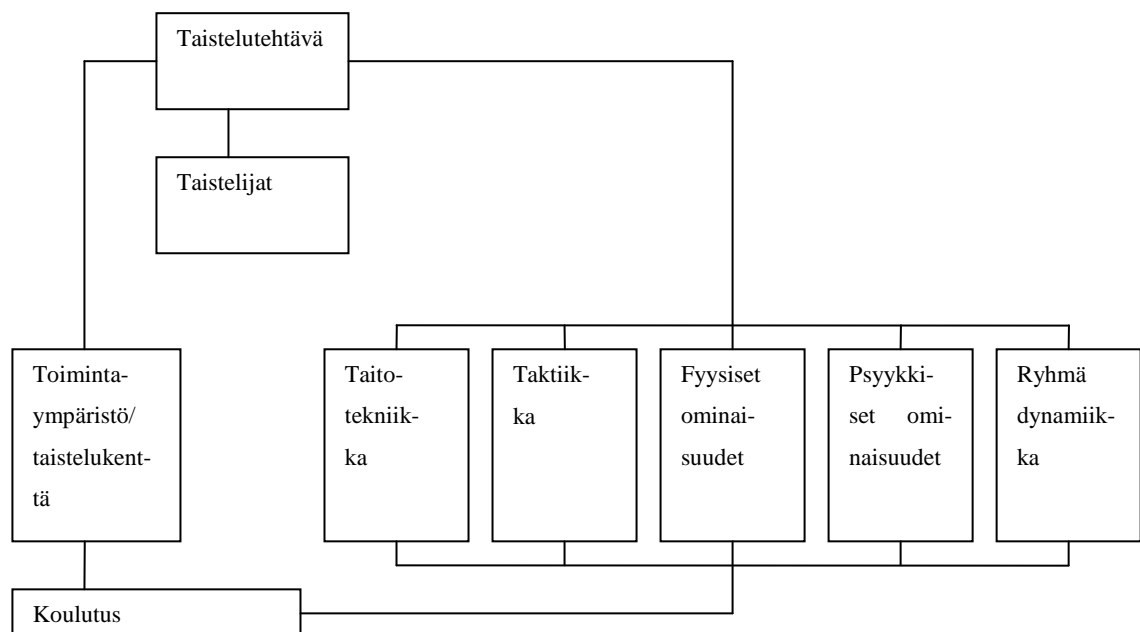
Kestovoima		Nopeusvoima		Maksimivoima			
	Aerobi- nen	Anae- robinen	Hermos- tollis- hypertro- finen	Hermos- tolinen	Hyper- trofinen	Hyper- trofis- hermos- tollinen	Hermos- tollinen
Kuorma %	0-30	20-60	30-80	30-60	60-80	80-90	85-130
Toistot	30-	10-30	1-10	1-10	6-12	3-8	1-3

5. TIEDUSTELUN LAJIANALYYSI

5.1. Lajianalyysi

Lajianalyysi on peräisin kilpaurheilusta. Sen tarkoitus on selvittää suoritukseen vaikuttavat fyysiset, taidolliset, henkiset, sosiaaliset ja ympäristön asettamat vaatimukset. Suorituksen perusominaisuuksien tunteminen auttaa urheilijoita kehittämään harjoitusohjelmia vastaamaan kyseistä lajia. Lisäksi lajianalyysin perusteella voidaan auttaa urheilijoiden lajin valintaa. (Luhtanen 1989, 95)

Puolustusvoimien tärkeimpiä tehtäviä on sotilaskoulutuksen antaminen, jonka yleisenä päämääränä on taistelutahtoisen ja sotakelpoisen sodanajanjoukon kouluttaminen. Koulutuksen aikana varusmiesten fyysinen ja taidollinen suorituskyky tulee nosta sellaiselle tasolle, että he kykenevät täyttämään oman puolustushaaransa tai aselajinsa taistelutehtävät. (PEJV-OS PAK 03:11) Lajianalyysia voidaan soveltaa sotilaskoulutukseen. Sitä voidaan käyttää taistelukentän vaatimuksia vastaavan koulutuksen suunnitteluun. Sen avulla sotilaskoulutukseen varattu aika pystytään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti. Kuviossa kolme on esitetty yleinen malli lajianalyysistä. Kuvio on mukailtu urheilusuorituksen vaikuttavista tekijöistä kilpailutapahtumassa.



Kuvio 3. Taistelutehtävään vaikuttavat tekijät taistelukentällä. (Mukailtu Luhtanen 1989, 95)

5.2. Taistelukentän fyysiset vaatimukset

Puolustusvoimien yleisten vaatimusten mukaan varusmiespalveluksen suorittaneen henkilön on kyettävä koulutushaaransa mukaiseen taistelutehtävään yhtäjaksoisesti vähintään kahden viikon ajan. Lisäksi hänen on kyettävä 3–4 vuorokautta kestävään raskaaseen ratkaisutaisteluun. (PEkoul-os PAK C 1:3, 4) Taistelukenttä asettaa sotilaille useita vaatimuksia, joita ovat esimerkiksi kyvykkyys, tehokkuus, taistelustressin hallinta, paineensietokyky, rohkeus, älykkyys ja kyky toimia ryhmässä. Sotilaalla tulee olla riittävästi fyysisiä ominaisuuksia: kestä-

vyyttä, voimaa, kehonhallintaa, ketteryyttä ja reagoitokykyä. Lisäksi taistelijan on osattava perusliikuntataidot, kuten juokseminen, hiihtäminen, suunnistus ja ryömiminen. (Salminen 1998, 17) Sotilaan on oltava hyvässä fyysisessä kunnossa kyetäkseen täyttämään edellä mainitut vaatimukset. Kestävyyden tulisi riittää ympärivuorokautisiin taisteluihin. Kestävyyden mittarina pidetään suhteellista hapenottoa, joka ilmoitetaan millilitroina painokilogrammaa kohden minuutissa ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Sen tulisi olla vähintään $55\text{--}60 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Myös lihaskestävyyden, voimatason ja lihashallinnan on oltava riittävän hyvällä tasolla, jotta sotilas kykenee toimimaan noin 20 kilogrammaa (kg) painavassa taisteluvälinevarustuksessa ja noin 30 kg painavassa kenttävarustuksessa erilaisissa toimintaympäristöissä ja tilanteissa. (Puolustusvoimien koulutuksen kehittämiskeskus 1999)

Tulevaisuudessa fyysinen suorituskyky tulee korostumaan teknistyneiden taisteluvälineiden painon lisääntyessä (Dean 2005). Suomen puolustusvoimien tuoreimman tutkimustiedon mukaan perustaistelijan suhteellisen hapenottoa tulisi olla $50\text{--}52 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, pitkäkestoisia marsseja suorittavan yli $55 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ja erityistehtävien taistelijan $57\text{--}58 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Tiedustelijat ovat erityistehtävien taistelijoita. Tulokset tulevat esille Lindolmin ym. (2007) tutkimuksessa, jossa selvitettiin sotilastehtävien energiankulutusta ja fyysistä kuormittumista.

Puolustusvoimilla on käytössä 12 minuutin juoksutesti, jonka tulos voidaan muuttaa suhteellisen hapenottoa arvoksi vähentämällä testin tuloksesta 504,9 metriä ja jakamalla erotus 44,73 (PEkoul-os 2006, 16). Esimerkiksi 3000 metrin tulos 12 minuutin juoksutestissä vastaa $55,8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ hapenottoa ($(3000-504,9):44,73=55,8$).

5.3. Tiedustelun lajiansalyysi

Tiedustelu on ”omaan suunnitteluun ja toimintaan vaikuttavien seikkojen, erityisesti vihollista ja maastoa koskevien tietojen, hankkimista, kokoamista, tulkintaa, arviointia ja tarvitsijoille toimittamista” (PEmaav-os 2003, 136). Tiedustelutehtäville on ominaista vihollisen hallussa olevalla alueella toimiminen, huomaamattomana pysyminen, pitkäkestoiset tehtävät ilman huoltoa ja pitkät siirtymiset. Yleisempiä tiedustelun lajeja ovat tähytiedustelu ja partiotiedustelu, johon kuuluu suunnassa- ja kohteentiedustelu. Tiedustelulla pyritään vihollisen määrän, laadun, suuntautumisen ja maasto-olosuhteiden selvittämiseen. (PEmaav-os 2003).

Tiedustelutoiminnassa vihollisuhka on aina läsnä. Suurin uhka tehtävään valmistautuessa ja siirtymisreiteillä on vihollisen ilma-ase. Oman toiminnan salaaminen ja maastouttaminen korostuvat siirtymisten aikana. Lisäksi on varauduttava miinoitteisiin ja vihollisen kohtaamiseen. Vihollinen vartioi hallussaan olevia alueita tarkkaan. Sen toimintamallin mukaan vartiomiehet ovat suojassa taisteluajoneuvoissa, joissa on yleensä pimeänäkölaitteet ja joissakin malleissa lämpötähystimet sekä maastovalvontatutkat. Erilaiset elektroniset valvontalaitteet vaikeuttavat tiedustelua. Vihollinen pyrkii pääsääntöisesti paljastamaan tiedustelun elektronisella tiedustelulla ja ilma-aseella. Havaitut vastapuolen tiedustelijat se pyrkii tuhoamaan tulenkäytöllä tai elektronisen sodankäynnin keinoin. Vihollisella on myös vastatiedusteluun varattuja joukkoja, jotka ovat erikoistuneet vastapuolen tiedustelijoiden tuhoamiseen. Vihollisen välittömät toimenpiteet tiedustelun havaitsemisen jälkeen ovat vartioinnin lisääminen, valaisu ja vastatiedustelu. (PEmaav-os 2003, 17–18)

Lajianalyysin pohjana on tiedusteluryhmä, joka kuuluu pataljoonan tiedustelujoukkueeseen. Tiedusteluryhmä voi kuulua prikaatin tiedustelukomppanian tiedustelujoukkueeseen. Organisaatiosta riippuen puhutaan joko panssaritiedusteluryhmistä tai tiedusteluryhmistä. Suurimpana erona on kalusto ja liikkumiskyky. Porin ja Karjalan valmiusprikaatien passaritiedusteluryhmät liikkuvat panssariajoneuvoin ja muiden yhtymien tiedusteluryhmät etenevät pääsääntöisesti jalan. (PEmaav-os 2003, 20–26) Tiedusteluryhmien kokoonpano ja tehtävät ovat organisaatioista riippumatta hyvin samankaltaisia. Tiedustelu- ja passaritiedusteluryhmien koot vaihtelevat kahdeksasta kymmeneen mieheen. Ryhmät koostuvat ryhmänjohtajasta, varajohtajasta, radistista ja tiedustelumiehistä. Lisäksi tietyissä ryhmissä on kiinteät tulenjohtopartiot. (PEmaav-os 2003, 140–154)

Tiedusteluryhmän suoritusvaatimukset on esitelty jalkaväkijoukkojen suorituskykyvaatimuksia koskevassa pysyväisasiakirjassa (PEJV-OS PAK 03:11). Sen mukaan tiedusteluryhmän on kyettävä ennen taistelujen alkamista siirtymään tiedustelualueelle ja perustamaan tähystyspaikka 6 tunnissa. 24 tunnissa tiedusteluryhmän on kyettävä siirtymään vihollisen hallussa olevalle alueella 10 km päähän ja selvittämään toiminta-alueellaan olevan vihollisen pääpiirteinen määrä, laatu ja suuntautuminen sekä lähettämään tiedot komentopaikalle. Tiedusteluryhmän on kyettävä kahden viikon yhtäjaksoiseen tähystystiedusteluun ja tarvittaessa partiotiedusteluun. Lisäksi sen on joka tilanteessa kyettävä johtamaan tulta. (PEJV-OS PAK 03:11)

5.3.1. Pataljoonan tiedustelujoukkueen käyttöperiaate hyökkäyksessä

Tiedustelujoukkueen tehtävä on selvittää vihollisen määrä, laatu ja suuntautuminen sekä hyökkäysreittien käytettävyys pataljoonan vastuualueella. Lisäksi joukkue valmistautuu tulenkäyttöön vihollisen kriittisiin kohteisiin murtokohdissa ja tavoitteen alueelle. Tiedustelun painopiste muodostetaan pataljoonan tavoitteeseen, joka tiedustellaan ainakin ryhmällä. Joukkue suorittaa tehtävän joukkueenjohtajan toimintasuunnitelman mukaan. Yleensä tiedustelu toteutetaan suunnassatiedustelulla, johon yhdistetään tähytystiedustelu. (PEmaav-os 2003, 40) Tiedustelujoukkue siirtyy lähtöalueelta lähtöasemaan yleensä ennen pataljoonan tiedustelu- ja valmisteluosia. Joukkueen siirtyminen tapahtuu ajoneuvoin yhtä tai useampaa reittiä. Siirtymisen aikana joukkue tiedustelee ainakin pataljoonan pääosien siirtymisreitit. (PEmaav-os 2003, 40)

Joukkueenjohtajan toimintasuunnitelmassa ilmenee muun muassa joukkueen toiminta-ajatus ja ryhmien tehtävät (PEmaav-os 2003, 63). Yleensä tiedustelujoukkue toimii kolmessa ryhmässä tai osastossa. Yksi ryhmä varataan reserviksi tai se muodostetaan murtoalueen vihollistietoja tuovista taistelijoista. Reservi liikkuu taisteluiden aikana komentajan läheisyydessä. Pataljoonan hyökkäysreitit tiedustellaan jalan kahdella ryhmällä. Murtoalue tiedustellaan ennen varsinaisen hyökkäyksen alkua. Tulivalmistelun alkaessa ryhmät ovat siirtyneet välitavoitteen ja varsinaisen tavoitteen tiedusteluun. Pataljoonan jatkaessa hyökkäystä tavoitteeseen ryhmät siirtyvät tavoitteen ulkopuolelle tähytystiedusteluun. Ryhmät valmistautuvat jatkaamaan tiedustelua pataljoonan valmistautumistehtävien suuntaan. Tiedustelutiedot ilmoitetaan radiolla tiedusteluverkossa joukkueenjohtajalle. Hyökkäyksen käynnistymisen jälkeen voidaan siirtyä käyttämään yhtymän viestiverkkoa. (PEmaav-os 2003, 40–41)

5.3.2. Suunnassatiedustelu

Suunnassa tiedustelulla selvitetään pataljoonan hyökkäysalueella oleva vihollinen. Tavallisesti ryhmä tiedustelee yhden pataljoonan hyökkäysreiteistä. Ryhmä etenee jalan maaston antamaa suojaa hyväksi käyttäen. Reitin valintaan vaikuttavat maaston kulkukelpoisuuden lisäksi vihollisuhka ja vuorokauden aika. Etenkin valoisalla ryhmä pyrkii välttämään aukeita ja polkuja.

Ryhmä käyttää tunnustelijoita, jotka etenevät muun ryhmän edellä. Tunnustelijat ovat todennäköisesti ensimmäiset, jotka havaitsevat vihollisen. Näköhavainnon jälkeen väistytään välittömästi taaksepäin. Väistymisen jälkeen ryhmänjohtaja tekee päätöksen havainnon tarkemmasta tiedustelusta tai sen kiertämisestä. Kuulohavainnon jälkeen ryhmä pysähtyy ja jää taisteluvalmiiseen ryhmyykseen. Ryhmänjohtaja kääntää tunnustelijoille havainnon tarkastamisen ja tiedusteleen itse tulouran suunnasta mahdollisen radioaseman paikan. Tunnustelijoiden palautta ryhmän johtaja päättää tiedustellaanko havainto tarkemmin vai jatketaanko etenemistä. (PEmaav-os 2003, 94)

Tiedusteluryhmän joutuessa vihollisen havaitsemaksi tai vihollisen tulittamaksi, ryhmä irtautuu taistellen. Irtautumisen jälkeen ryhmä valmistautuu harhautusten suorittamiseen. Niillä pyritään harhauttamaan mahdollinen takaa-ajoon ryhtynyt vihollinen, jotta tiedustelutehtävän jatkaminen olisi mahdollista. Ryhmän tulee välttää taistelukosketusta, koska se aiheuttaa helposti tappioita ja vaarantaa tehtävän onnistumisen. (PEmaav-os 2003, 78)

5.3.3. Varustus

Taistelijan varustuksen enimmäispainosta on olemassa erilaisia suosituksia. Tiedusteluopas ohjeistaa, että kantamuksen paino ei saa ylittää kolmannesta taistelijan painosta (PEmaav-os 2003, 156). Puolustusvoimien yleisen suosituksen mukaan normaalikokoisen taistelijan kantamuksen paino ei saa taistelutilanteessa ylittää 22 kilogrammaa (kg) (Maavoimaesikunta 2004, 267).

Yhdysvaltain armeijan suositusten mukaan lähietäisyydellä mies miestä vastaan taistelevilla joukoilla tulisi olla vain välttämätön varustus: kypärä, taisteluliivi, ase, pistin ja ammukset. Hyökkäävien joukkojen taisteluvälineiden paino ei saisi ylittää 22 kg. Ylimenevä paino rajoittaa liikaa taistelijan liikkumiskykyä. Marsseilla sotilaat voivat joutua kantamaan hyvinkin painavia kantamuksia, jos maasto-olosuhteet eivät salli ajoneuvojen käyttöä. Hyväkuntoinen sotilas voi marssiessa kantaa 54 kg kantamusta usean päivän ajan päiväetäpäin ollessa alle 20 kilometriä (km) päivässä. Jopa 68 kg kantamus on mahdollista kantaa, mutta silloin sotilas uupuu hyvin nopeasti ja voi loukkaantua. (Dean 2005).

Tiedusteluryhmänjohtaja kääntää tiedusteluvarustuksen tehtäväkohtaisesti. Tiedustelijan kantama varustus muodostuu henkilökohtaisesta ja ryhmäkohtaisesta varustuksesta. Henkilökohtaiseen varustukseen kuuluu ase ja taistelijan tuliannos (3 lipasta, 90 patruunaa), rinkka, johon

pakataan kuivamuona, vesi ja vaihtovaatteet. Mukaan pakattavasta henkilökohtaisesta varustuksesta on olemassa erilaisia tehtäväkohtaisia perusratkaisuja. Liitteessä 1 on esitetty suunnassatiedusteluvarustus. Ryhmäkohtainen varustus käsittää majoituskaluston, pioneerimateriaalin ja viestimateriaalin, joka jaetaan tasan ryhmän jäsenien kesken siten, että radistilla on aina toimintavalmis viestiväline. Salosen (2008) tutkimuksessa tiedustelijat kantoivat suunnassatiedustelutehtävissä liitteen 1 mukaista varustusta. Kannettavaa kokonaispainoa tutkimukseen osallistuneille taistelijalle kertyy $29 \pm 6,5$ kg. Heidän oma paino oli $74,5 \pm 7,9$. Samana vuonna 2007 varusmiesten keskipaino oli 77,1 kg (Jallinoja ym. 2008). Kannettavan varustuksen paino oli keskimäärin 39 prosenttia taistelijoiden omasta painosta (Salonen 2007, 49). Vielä suurempia lisäkuormia oli Kyröläisen ym. (2004) tutkimuksessa, jossa tiedustelutehtävään lähteneiden koehenkilöiden kannettavat taakat painoivat $49,8 \pm 4,7$ kg. Taakan paino oli keskimäärin 65 prosenttia heidän kehonsa painosta. Kummassakin tutkimuksessa taistelijoiden kantamusten keskiarvopainot ylittivät kotimaiset suositukset.

5.3.4. Siirtymiset

Tiedusteluryhmä aloittaa varsinaisen pataljoonan hyökkäysalueen suunnassatiedustelun jalkautumisalueelta. Jalkautumisalueelta pataljoonan tavoitteen ympäristöön ryhmä siirtyy jalkaisin. Pataljoonan vastuualueen leveys voi olla 3–6 km ja syvyys 5–12 km (JVO 1995). Salosen (2008) tutkimuksessa pataljoonan tiedustelujoukkueen ryhmä suoritti kolme pataljoonan hyökkäykseen liittyvää suunnassatiedustelutehtävää. Tehtävien kesto vaihteli kahdeksan tunnin ja 15 tunnin ja 25 minuutin välillä keskiarvon ollessa 10 tuntia 50 minuuttia. Tehtävien aikana ryhmä siirtyi jalan 7,3–10,7 km. Kuljettu keskiarvo matka oli 8,5 km. Tutkimuksessa kuljetut matkat vastaavat hyvin Jalkaväen taisteluohjesäännössä (1995) kerrottua pataljoonan vastuualueen syvyyttä.

Vihollisuhaasta, tehtävästä ja vaikeasta maastosta johtuen suunnassatiedustelussa etenemisnopeudet pysyvät alhaisina. Peruslähtökohta on, että tiedusteluryhmä etenee ilman vihollisuhaa yhden kilometrin tunnissa ja vihollisuhan alla 500 metriä tunnissa. Salosen (2008) tutkimuksesta on laskettavissa, että tiedusteluryhmä eteni keskimäärin 800 metriä tunnissa. Vastaavasti Kyröläisen ym. (2004) tutkimuksessa, jossa tarkasteltiin pitkäkestoisen partiotiedusteluharjoituksen fysiologisia vasteita ja fyysisen suorituskyvyn muutoksia tiedusteluryhmä eteni tutkimuksen siirtymävaiheissa noin 18,5 kilometriä vuorokaudessa. Tässä tutkimuksessa on otettava huomioon, että koehenkilöiden kantama varustus oli erittäin raskas $49,8 \pm 4,7$ kg. Kan-

tamus oli keskimäärin 65 prosenttia heidän painostaan. Toisaalta kyseissä tutkimuksissa tehtävä oli erilainen eikä siirtymisten aikana ollut ilmeistä vihollisuuhkaa.

5.3.5. Energian ja nesteen saanti

Tiedustelijan toimintakyvyn ylläpitäminen tehtävän aikana vaatii riittävää energian ja nesteen saantia. Energia- ja nestetasapainon ylläpitäminen on erittäin tärkeää fyysisen suorituskyvyn heikkenemisen estämiseksi. Tiedustelutehtävien luonteesta johtuen ulkopuolisen huollon saanti tehtävän aikana on yleensä mahdotonta. Tästä johtuen tiedusteluryhmä joutuu huoltamaan itse itsensä. Ongelmaksi muodostuu se, että he joutuvat kantamaan omat ruokansa ja vetensä. Veden kannon tarvetta vähentää luonnosta saatava vesi. Tehtävään lähtevälle tiedusteluryhmälle tulisi varata mukaan ainakin viiden päivän taistelumuona-annokset (PEmaav-os 2003, 117).

Veden tarve on päivittäin 2,5 litraa (l), josta 1,5 l tulisi saada juomalla ja litra ruuan mukana. Fyysinen kuormitus ja ympäristön lämpötila nostavat veden saannin tarvetta jopa 5–10 litraan vuorokaudessa. Jo 2–3 prosentin painon pudotus hikoilun seurauksena aiheuttaa plasman tilavuuden vähenemisen ja verenkierron tehon laskun, jotka johtavat etenkin kestävyysominaisuuksien ja lämmönsäätelyn heikentymiseen. (McArdle 2001, 75–76)

Tiedustelutehtävässä tiedustelijat hankkivat tarvitsemansa veden yleensä luonnosta. Pitkäkestoisessa partiotiedustelu harjoituksessa koehenkilöt kertoivat nauttineensa 3–4 litraa vettä vuorokaudessa. (Kyröläinen ym. 2004. 35) Salosen (2008) tutkimuksessa tiedustelijoiden nauttima veden määrä oli keskimäärin 2,9 ($\pm 0,8$) litraa vuorokaudessa. Suuresta keskihajonnasta käy ilmi, että nautittu veden määrä vaihteli paljon koehenkilöiden välillä. Lisäksi on havaittavissa, että veden kulutus oli riippuvainen fyysisestä kuormittumisesta. Kuormituksen kevyen ja raskaan päivän ero veden kulutuksessa oli noin litra.

Kokonaisenergiankulutus koostuu perusaineenvaihdunnan ja fyysisen toiminnan kuluttamasta energiasta. Lisäksi energiankulutukseen vaikuttaa sää ja lämpötila. Etenkin kylmän ilman on todettu lisäävän energian kulutusta. Perusaineenvaihdunnan kuluttama energiamäärä vuorokaudessa voidaan laskea kaavalla: PAV (kilokaloria) = $370 + 21.6 \times (FFM)$, kun tiedetään rasvattoman massan (FFM -Fat free mass) määrä. Esimerkiksi 75 kg painava mies, jonka rasvaprosentti on 15, perusaineenvaihdunta kuluttaa 1 747 kilokaloria (kcal) vuorokaudessa. Arvi-

oitu kokonaisenergiankulutus vuorokaudessa 25–50 vuotiailla miehillä on noin 2 900 kcal. (McArdle 2001. 191–197)

Tiedustelijan energiankulutukseen vaikuttaa eniten fyysinen aktiivisuus (Kyröläinen ym. 2004. 10). Energiankulutus määrää kuinka paljon energiaa ravinnosta tulisi saada. Pitkäkestoisessa fyysisessä rasituksessa esimerkiksi taistelukoulutuksessa on Puolustusvoimat antanut varusmiesten energiansaantisuositukseksi 4 000 kcal vuorokaudessa. Hiilihydraattien osuus tulisi olla 55–60 prosenttia, rasvojen 30 ja proteiinien 15 (MatHall-os PAK 03:02, 2003). Ravintoaineiden saantisuositukset annetaan etenkin urheilijoille usein ravintoaineiden gramma määrän ja kehon painon suhteena. Urheilijoiden tulisi nauttia proteiinia 1,5–3,0, hiilihydraatteja 4–10 ja rasvoja 0,5–1,5 grammaa painokiloa kohden (Mero 2004. 175).

Tutkimuksissa sotilailta on mitattu erittäin korkeita energiankulutusarvoja. Norjalaisten kadettien seitsemän päivän taisteluharjoituksessa mieskadetit kuluttivat noin 6 350 kcal ja naiskadetit noin 5 230 kcal vuorokaudessa (Hoyt ym. 2006). Salosen (2008) tutkimuksessa tiedustelijoiden energiankulutus oli kolmen päivän aikana keskimäärin $4\,646 \pm 647$ kcal vuorokaudessa. Pitkäkestoisessa partiotiedusteluharjoituksessa koehenkilöiden energiankulutus nousi jopa 10 568 kcal harjoituksen fyysisesti aktiivisimpänä päivänä. Kyseisen harjoituksen maastovaihe 20 vuorokautta. Tänä aikana koehenkilöiden keskimääräinen energiankulutus oli $6\,628 (\pm 1\,891)$ kcal vuorokaudessa. (Kyröläinen ym. 2004, 33)

Tiedustelutehtävän aikana tiedustelijan ravinnon saanti rajoittuu vuorokauden osalta taistelumuona-annoksiin, jotka sisältävät säilykkeitä, näkkileipää, urheilujuomaa, keksejä ja rusinoita. Puolustusvoimien lähtökohtana on, että vuorokauden taistelumuona-annos sisältäisi 3 800 kcal (Tulppala 2004). Salosen (2008) tutkimuksessa taistelumuona-annosten energiasisältö oli $3\,426 \pm 112$ kcal. Tehtävän aikana tiedustelijat syövät lähinnä taistelumuona-annosten sisältämää kuivamuonaa kuten näkkileipää, pasteihoja ja keksejä. Lämmin ruoka valmistetaan ja nautitaan yleensä ennen tehtävään lähtöä ja sen jälkeen.

5.3.6. Fyysinen ja psyykkinen kuormittavuus

Pitkäkestoisessa useita tunteja jatkuvassa dynaamis-staattisessa työssä energieettinen kuormitus ei saisi ylittää 50 prosenttia aineenvaihdunnallisesta (hapenkulutus) maksimisuorituskyvystä. (Lindholm ym. 2008) Vastaavasti lihaksiston kuormittuneisuus ei saisi ylittää 14 prosenttia maksimaalisesta kapasiteetista (Rintamäki ym. 2007, 43). Suunnassatiedustelutehtä-

vässä tiedustelijan fyysinen kuormittuminen on monen osatekijän summa. Siihen vaikuttaa maasto, siirtymiset, kannettavan taakan paino, energian saanti, unen määrä ja psyykkiset tekijät.

Tiedustelijan siirtymisillä käytämä maasto vaikuttaa oleellisesti fyysiseen kuormittumiseen. Sotilas kylmässä -tutkimuksessa erilaisille alustoille määritettiin kuormituskertoimet. Kertoimiin vaikuttivat maaston lisäksi vuodenajat. Kuormituskertoimet määritettiin erikseen hengitys ja verenkiertoelimistölle, lihaksistolle ja energiankulutukselle. Tiestöllä liikuttaessa kuormituskerroin on 1. Metsässä liikuttaessa kuormituskerroin vaihtelee hengitys- ja verenkiertoelimistölle 1 ja 1,4 välillä. Lihaksiston kuormituskerroin vaihtelee 1,2 ja 2,4 välillä ja energettinen kuormituskerroin vaihtelee 1,2 ja 2,8 välillä. Talvella lumen vuoksi etenkin lihaksiston kuormituskertoimet kasvavat. (Rintamäki ym. 2007. 46)

Tiedustelijat joutuvat suunnassatiedustelutehtävissä kantamaan hyvin raskaita taakkoja. Kotimaisissa tutkimuksissa tiedustelijoiden taakat ovat keskimäärin olleet 39–65 prosenttia heidän omasta painostaan (Salonen 2008; Kyröläinen ym. 2004). Taakan kannon fyysiseen kuormittavuuteen vaikuttavat taakan sijoittelu ja kiinnitys, kantajan fyysinen kunto sekä taakan massan absoluuttinen sekä suhteutettu paino kantajan painoon verrattuna.

Taakan kantajan fyysinen suorituskyky vaikuttaa siihen, kuinka paljon hän kuormittuu kantaessaan (Borghols ym. 1987). Hyvän hengitys- ja verenkiertoelimistön sekä lihaskunnan omaava henkilö kuormittuu samanpainoisen taakan kannossa vähemmän kuin huonokuntoinen (Rintamäki ym. 2007, 40). Lindholm ym. (2008) tutkimuksessa havaittiin, että normaalikuntoiset varusmiehet joutuvat taisteluväestön kanssa marssittaessa työskentelemään ajoittain raskaan ja hyvin raskaan työn alueella, kun mittareina käytetään sykintätaajuutta ja energiankulutusta. Hyväkuntoinen varusmies selviää vastaavasta marssimisesta joko kevyellä tai keskiraskaalla kuormittuneisuudella. Hyväkuntoinen kantaja pystyy kantaessa säilyttämään toimintakykynsä pidempään, koska hän väsy vähemmän. (Rintamäki ym. 2007, 40) Lisäksi taakan kannon kuormittavuuteen vaikuttaa kantajan paino ja etenkin lihassmassan osuus siitä. Mitä suuremman osan taakka muodostaa kantajan ja taakan yhteispainosta, sitä enemmän se kuormittaa. Raskaan taakan kantaminen on helpompaa suuremman lihassmassan omaavalle. (Kokko 2008, 76)

Jo yhden painokilon lisäys varustuksessa lisää energiankulutusta (Knapik 2004). Borghols ym. (1978) mukaan kilon painon lisäys kantamuksessa lisää hapen kulutusta 33 millilitraa minuutissa ja nostaa sydämen sykettä yhden lyönnin minuutissa. Oksan ym. (1990) tutkimuksessa 11,8 kg painoinen kantolaite lisäsi fyysistä kuormittumista 20 prosenttia kävely- ja hölkkättestissä. Suomalainen noin 20 kg painava taisteluväline lisäsi energettistä kuormitusta 30 prosenttia Lindholm ym. (2008) tutkimuksessa. Taakan painolla on selvä vaikutus siihen kuinka kuormittavaksi sen kantaminen koetaan. Rintamäen ym. (2007) tutkimuksessa varusmiehistä 20,1 prosenttia luokitteli 40,8 prosenttia kehon painosta painaneen taisteluvälineen kolmeen kuormittavimpaan luokkaan. Vastaava prosenttiluku oli enää 6,5, kun kysely suoritettiin ampumarjoituksen jälkeen, jossa väline painoi 33,5 prosenttia kehon painosta.

Suunnassatiedustelutehtävän siirtymiset eivät kuormita hengitys- ja verenkiertoelimistöä kovinkaan paljon. Suurin fyysinen kuormittavuus muodostuu pääsääntöisesti matalaintensiteetisistä pitkäkestoisesta rasituksesta. (Salonen 2008, 81) Kolmen vuorokauden partiotiedusteluharjoituksessa koehenkilöiden sydämen keskisyke oli 85 lyöntiä minuutissa, joka oli 44 prosenttia heidän maksimi sykkeestä. Matalin vuorokausi arvo oli 36 prosenttia ja korkein 55 prosenttia heidän maksimisykkeestä. Heidän hapenkulutus oli keskimäärin $9,2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ harjoituksen aikana. Se oli noin 16 ± 3 prosenttia heidän maksimaalisesta hapenotosta. (Salonen 2008, 63)

Lindholmin ym. (2008) tutkimuksessa varusmiesten fyysinen kuormittuminen 13,3 kilometrin pituisella jalkamarssilla raskaassa ja vaihtelevassa maastossa oli 7,4–8,7 MET (metabolinen ekvivalentti) asteikolla, joka vastaa hapenkulutuksessa noin $26\text{--}30 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ tasoa. Marssin aikana varusmiehet kantoivat noin 20 kilogrammaa painavaa taisteluvälinettä. Vastaavasti Scottin ym. (2000) tutkimuksessa sotilaiden hapenkulutus 12 kilometrin marssilla oli noin $25 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ tasoa. Kyseisessä tutkimuksessa sotilaiden kantama taakka oli 40 kg, mutta marssireitti kulki pääsääntöisesti tiestöä pitkin. Edellä mainituissa kahdessa tutkimuksessa koehenkilöiden fyysinen kuormittuminen on vaihdellut suoritusten aikana kevyen ja hyvin raskaan välillä. Hyväkuntoiset koehenkilöt kuormittuivat vähemmän kuin huonokuntoiset (Lindholm ym.)

Sotilas kylmässä -raportissa 2007 sotilaiden hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittumista tarkasteltiin kahdessa tutkimuksessa. 12 päivän sotaharjoituksessa varusmiehille aiheutunut kuormitus hengitys- ja verenkiertoelimistölle oli vähäinen. Mittauksissa oli havaittavissa, että

keskimääräinen sykintätaajuus oli aerobisen kynnyksen alapuolella ja keskimääräinen maksimaalinen sykintätaajuus ei ylittänyt anaerobista kynnystä. (Rintamäki ym. 2007, 17–22) Raportissa käsiteltiin myös erilaisten maasto-olosuhteiden vaikutusta hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittumiseen. Koehenkilöiden syketaajuudet vaihtelivat 96–137 lyöntiä minuutissa välillä, joka oli 51–73 prosenttia maksimisykearvoista. Mitatut arvot eivät ole pitkäkestoisenakaan liian kuormittavia. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin energieettistä kuormittavuutta. Esimerkiksi suolla eteneminen kulutti happea $27 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Koehenkilöiden keskimääräinen hapenkulutus oli 21–58 prosenttia heidän maksimiarvoista. Tutkimuksessa selvisi, että mäkimaastossa, vaikeassa metsässä, suolla ja lumessa suositukset energieettisestä kuormittavuudesta ylittyvät. (Rintamäki ym. 2007, 42–43)

Jalan tapahtuvassa suunnassatiedustelussa tiedustelijat etenevät tiestön suuntaisesti, mutta eivät voi käyttää itse tiestöä salassa pysymisen vuoksi. Eteneminen tapahtuu pääsääntöisesti metsämaastossa, jossa liikkuminen raskaan taakan kanssa kuormittaa erityisesti lihaksistoa. Rintamäen ym. (2007) tutkimuksessa lihaksiston kuormittuneisuustaso vaihteli 2–44 prosentin välillä. Kuormittuneisuuteen vaikutti etenemisnopeus, maasto, ja vuodenaika. Talvi nosti kuormittavuutta 2–12 prosenttia. Tutkimuksessa huomattiin, että suurin kuormittavuus kohdistui polven alapuoliseen lihaksistoon. Säären kuormittuneisuus oli 20,1 prosenttia ja pohkeen 19,1. Huomioitavaa on, että etu- ja takareisi kuormittuivat vain 5–7,5 prosenttia.

Ihminen on psykofyysinen kokonaisuus. Psykkiset tekijät ohjaavat ihmisen koko toimintaa. (Liukkonen 2004, 115) Psykkinen pahoinvointi vaikuttaa negatiivisesti fyysiseen suorituskyykyyn (Vuori 1980, 79) Sotilaan tulee olla psykkinisesti vahva, jotta hän pysyy kohtaamaan taistelukentän vaativat ja ennalta arvaamattomat olot (Kyröläinen ym. 2003, 9). Tiedustelutehtävät ovat henkisesti rasittavia, koska toimitaan monesti vihollislinjan takana, missä kiinni jäämisen vaara ja pelko ovat suuria.

Tiedustelijoiden psykkinistä kuormittumista on mitattu Salosen (2008) tutkimuksessa. Mittaus suoritettiin POMS (profile of mood state) kyselyllä, joka mittaa mielialan muutoksia. Kyseilyssä havaittiin, että jo rauhanajan harjoitus lisää tiedustelijoiden tuskaisuutta, kyllästyneisyyttä, väsymystä ja vähentää tarkkaavaisuutta. Vastaavasti harjoituksen edetessä tiedustelijoiden jännittyneisyys väheni. Lisäksi tutkimuksessa kävi ilmi, että johtajat kuormittuvat todennäköisesti enemmän. Heidän kuormittumisensa on kuitenkin hyvin henkilökohtaista.

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa tehtiin mielenkiintoinen havainto psyykkisen stressin ja fyysisen kunnan välillä sotilastehtävissä. Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää vaikuttaako fyysinen kunto psyykkisen stressin kokemiseen taistelutehtävissä. Koehenkilöt suorittivat psyykkisen ja fyysisen kunnan testit ennen varsinaista harjoitusta, joka oli niin sanottu SERE-harjoitus (Survival, Evasion Resistance and Escape). Sen tarkoitus oli luoda mahdollisimman paljon taistelukenttää vastaavat olosuhteet. Harjoituksessa koehenkilöt pyrkivät etenemään tiettyyn tavoitteeseen jäämättä kiinni. Psyykkistä stressitilaa testattiin kyselyllä ennen ja jälkeen SERE-harjoitusta. Tutkimuksessa havaittiin, että hyvä aerobinen kunto vähentää ahdistuneisuuden ja pelon tuntemuksia. (Taylor ym. 2008)

5.3.7 Fyysisestä kuormittumisesta palautuminen

Fyysisessä kuormituksessa lihaksistoon syntyy aina vaurioita, jotka ilmenevät lihaskipuna. Lisäksi pitkäkestoisissa suorituksissa kuten suunnastiedustelussa lihaksiston energiavarastot tyhjenevät, mikä aiheuttaa väsymystä ja on suorituksen kannalta rajoittava tekijä. Optimaalisessa palautumisessa energiavarastot täyttyvät noin 24 tunnissa ja lihasvauriot korjaantuvat muutamassa päivässä. (Nummela 2004, 120–123). Tiedustelijan palautuminen ja toimintakyvyn ylläpitäminen vaatii lepoa ja ruuasta saatavaa energiaa.

Uni on ihmiselle välttämätöntä ja tärkein palautumiskeino fyysisestä rasituksesta. Sen aikana ihminen lepää ja palautuu uusia fyysisistä suorituskykyä vaativia tehtäviä varten. Aikuisen ihmisen unen tarve on noin 8–10 tuntia vuorokaudessa. Yhden yön valvominen ei vielä heikennä suorituskykyä. (Mero ym. 2004, 435) Vaara ym. (2007) tutkimuksessa käy ilmi, että toimintakyvyn muutokset alkavat vasta toisen valvotun yön jälkeen. Pitkittynyt univaje johtaa kehon stressitilaan, joka on haitallinen palautumisen kannalta. Suurimmat muutokset ovat havaittavissa vireys- ja valppaustilassa. Taistelukentällä univaje altistaa sotilaan väärin ratkaisuihin, jotka voivat olla hyvin vaarallisia.

Ravinto kuuluu ihmisen perustarpeisiin. Sillä on suuri merkitys terveyden ylläpitämisessä ja palautumisen tehostamisessa. (Niemi 2006, 317). Ravinnosta saadaan tarvittavat rakennusosat kudosten muodostumiseen ja olemassa olevien kunnostukseen. Lisäksi siitä saadaan energia fyysisiin suorituksiin. (Mero 2004, 145) Energiankulutuksen ja saannin tulee olla yhtä suuret, jotta palautumien on mahdollista. Negatiivisen energiatasapainon aikana fyysinen kuormittuminen johtaa kudosta hajottavaan tilaan eli kataboliaan (Mero 2004, 186). Riittävän energian saannin lisäksi energia tulee saada oikeanlaisista ravintoaineista (Niemi 2006, 319). Energia-

varastojen palautuminen vaatii hiilihydraatteja ja lihasvaurioiden korjaaminen proteiineja. Tyhjien energiavarastojen täydentyminen tarvitsee 8–10 grammaa hiilihydraatteja painokiloa kohden. Proteiineja tarvitaan noin 2,5 grammaa painokiloa kohden korjaamaan syntyneitä vaurioita. (Niemi 2006, 331–337)

Tiedustelutehtävissä palautuminen jää yleensä heikoksi vähäisen unen ja energiavajeen takia, joiden on todettu johtavan fyysisen suorituskyvyn laskuun (Guezennec ym. 2004). Pitkäkestoisessa partiotiedusteluharjoituksessa energiavaje oli keskimäärin yli 3 500 kcal vuorokaudessa. Tästä johtuen koehenkilöiden paino väheni noin 5,5 prosenttia (4,6 kg). Energiavaje aiheutti koehenkilöille suuren fyysisen kuormituksen, joka ilmeni etenkin lihasvoiman vähentymisenä. Tutkijat arvioivat, että jos harjoitus olisi jatkunut pitempään, olisi koehenkilöiden toimintakyky laskenut tehtävän suorittamisen kannalta liian alas. (Kyröläinen ym. 2004, 43–48)

Samanlaisia havaintoja on tehty Yhdysvalloissa suoritetussa tutkimuksessa, jossa selvitettiin Ranger kurssin fysiologisia vaikutuksia. Kurssi oli kestoltaan 8 viikkoa, joiden aikana oli neljä 7–10 päivää kestänyttä fyysisesti raskasta harjoitusta. Olennaista harjoituksille oli rajoitettu energian saanti. Harjoitusten aikana vuorokautinen energiavaje oli 1 000–4 000 kcal. Poislukien harjoitukset energiaa saatiin kurssin aikana 300–500 kcal päiväkulutusta enemmän. Kurssin aikana sotilaiden kehon kokonaispaino pieneni 12,6 prosenttia ja rasvaton massa 6,1 prosenttia. Lihasmassan vähenemisen takia sotilaiden voimatasot heikkenivät keskimäärin 20 prosenttia. (Nindl ym. 2007)

Salosen (2008) tutkimuksessa tiedustelijat kärsivät myös huomattavasta negatiivisesta energia- ja nestetasapainosta. Heidän energian saantinsa vuorokaudessa oli keskimäärin 2 200 kcal kulutuksen ollessa yli 4 600 kcal. Nestevajetta muodostui 1,7 litraa vuorokaudessa. Näitä vajeita ei kuitenkaan pidetty suurena ongelmana heidän toimintakykynsä kannalta, koska harjoitus oli kestoltaan varsin lyhyt (72 tuntia). Suurempana kuormittavana tekijänä koettiin levon puute ja etenkin unen vähyys. Tiedustelijat nukkuivat harjoituksessa keskimäärin alle kaksi tuntia vuorokaudessa, joka on palautumisen kannalta riittämätön aika.

6. TIEDUSTELIJALTA VAADITTAVAT VOIMAOMINAISUUDET

Tiedustelija tarvitsee tutkimusten mukaan (Kyröläinen ym. 2004; Salonen 2008) monipuolisia kestävyys- ja voimaominaisuuksia. Kestävyysominaisuuksien tavoitetasoista on annettu hyvinkin tarkkoja arvioita. Kyröläinen ym. (2004) arvioi tiedustelijalta vaadittavan maksimaalisen hapenottokyvyn olevan $55 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ja Lindholm ym. (2008) arvion mukaan se on $57\text{--}58 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ tasoa. Vastaavasti tarvittavista voimaominaisuuksista ei ole vielä annettu tarkkoja tavoitetasoja.

Sotilaalta edellytetään yleisesti hyvää lihaskestävyyttä, lihastasapainoa sekä lihashallintaa, jotta hän selviää taistelukentän asettamista haasteista. Sotilaan on kyettävä toimimaan noin 20 kg painavan taisteluvälineiden ja 25–30 kg painavan kentänvarustuksen kanssa. Lisäksi hänen tulee kyetä kantamaan ryhmän varustusta ja taisteluvälineitä. (Fyysisen harjoittamisen perusteet 1999, 5) Varusmiesten lihaskuntoa testataan lihaskuntotestillä, joka sisältää viisi liikettä. Ne arvioidaan asteikolla: huono, tyydyttävä, hyvä ja kiitettävä. Miehillä kiitettävien suoritusten rajat ovat seuraavat: vauhditon pituus 2,40 metriä, vatsalihastesti 48 toistoa, selkälihastesti 60 toistoa, etunojapunnerrus 38 toistoa ja käsinkohonta 14 toistoa. (PEkoul-os PAK C 1: 3, 33) On arvioitu, että selvitäkseen taistelukentällä sotilaan tulisi saada lihaskuntotestistä vähintään hyvä lihaskuntoindeksi (Santtila 2002, 29). Siihen vaaditaan 60 prosenttia testin maksimipisteistä, jotka saadaan suorittamalla testin kaikki liikkeet kiitettävästi. Vuonna 2006 varusmiehistä 42 prosenttia saavutti hyvän tai kiitettävän lihaskuntoindeksin (Santtila 2006).

Koski (1997) perehtyy tutkimuksessaan sotilaalta vaadittaviin fyysisen suorituskyvyn osatekijöihin. Hänen mukaansa sotilas tarvitsee monipuolisia voimaominaisuuksia. Maksimivoimaa tarvitaan painavien taakkojen nostamisessa ja raskaiden aseiden siirtelyissä. Nopeusvoimaa tarvitaan syöksyissä, rynnäköissä ja käsikranaatin heitossa. Kestovoimaominaisuuksista on hyötyä marsseilla ja hidastempoisissa taistelutehtävissä. Hyvä hermo-lihasjärjestelmän toiminta mahdollistaa sotilaan suoriutumisen yllättävistä tilanteista, kuten vihollisväijytyksistä.

Suunnassatiedustelutehtävä asettaa tiedustelijan voimaominaisuuksille monenlaisia vaatimuksia. Normaalien sotilastehtävien lisäksi tiedustelijan voimaominaisuuksia koettelevat raskas taakka, maasto ja pitkäkestoiset tehtävät yhdessä vähäisen energian saannin kanssa.

Kokon (2008) tutkimuksessa vertailtiin kahden eri painoisen taisteluvälinevarustuksen fyysistä kuormittavuutta ja pyrittiin selvittämään mikä on fyysisten ominaisuuksien merkitys taakan kantamisessa. Kokon järjestämässä kenttäkokeessa paremmin suoriutuivat koehenkilöt, joilla oli hyvät voimaominaisuudet. Hyvin raskaiden taakkojen kantamisessa kehon koostumuksella ja rasvattoman massan osuudella on suuri merkitys. Kokeen perusteella voimaominaisuuksien tärkeimmiksi osa-alueiksi nousivat alaraajojen maksimaalinen voimantuottokyky ja vatsalihasten kunto. Kokon tutkimus tuloksia tukevat muun muassa Kramerin (2004) ja Bilzonin ym. (2001) tutkimukset.

Kraemerin (2004) tutkimuksessa selvitettiin erilaisten fyysisten harjoitusten vaikutusta taakan kantamiskykyyn. Tutkimuksen koehenkilöt jaettiin neljään ryhmään. Jokainen ryhmä harjoitteli eri harjoitusohjelman mukaan. Harjoittelu-aika oli 12 viikkoa ja jokaisella viikolla tehtiin neljä harjoitusohjelman mukaista harjoitusta. Ensimmäisen ryhmän harjoittelu koostui koko kehon voimaharjoitteista ja kestävyysharjoitteista. Toinen ryhmä harjoitteli yläkehon voimaa ja kestävyysominaisuuksia. Kolmannen ryhmän harjoittelu koostui pelkästä koko kehon voimaharjoittelusta ja neljännen pelkistä kestävyysharjoitteista. Voimaharjoitteet tehtiin kuntosalilla. Harjoitteet olivat perusvoima ja hermostollis-hypertofisia voimaharjoitteita, joiden tarkoitus oli kasvattaa lihasmassaa ja voimantuottoa. Kestävyysharjoitteet tehtiin 80 prosenttisesti pitkinä juoksuharjoitteina ja 20 prosenttisesti kovatehoisina intervallijuoksuina. Taakan kantokyky testattiin kahden mailin juoksutestissä ennen ja jälkeen harjoittelujakson. Juoksutesteissä käytettiin raskasta 44,7 kg lisäpainoa. Parhaiten testissä menestyi ryhmä, joka harjoitteli koko kehon voimaharjoitteilla ja kestävyysharjoitteilla. Heidän tuloksensa parani 14 prosenttia harjoittelun myötä. Toiseksi parhaiten kehittyi ryhmä, joka harjoitteli yläkehon voimaa yhdessä kestävyysharjoittelun kanssa. Heidän tuloksensa parani noin 11 prosenttia. Pelkällä voimaharjoittelulla kehitys oli noin neljä ja juoksuharjoittelulla yhden prosentti.

Bilzon ym. (2001) tutkimuksessa tutkittiin mikä tekijä ennustaa parhaiten menestymisen taakan kantotestissä. Parhaimmaksi taakan kantokykyä ennustavaksi tekijäksi nousi rasvaton kehon massa, toiseksi parhaaksi kehon paino ja huonoimmaksi suhteutettu hapenottokyky. Testi suoritettiin juoksumatolla. Testin aikana juoksunopeus oli 9.5 km tunnissa ja kannettava taakka oli 18 kg. Koehenkilöiden tarkoitus oli juosta niin kauan kuin he jaksavat. Heidät oli jaettu kahteen ryhmään yli ja alle 80 kg painaviin. Alle 80 kg painavien suhteutettu hapenotomaksimi oli $59 \pm 4,7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Vastaava lukema yli 80 kg painavilla oli $53,1 \pm 7,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Painavampi koehenkilö ryhmä juoksi testissä $47,5 \pm 11,4$ minuuttia ja kevyempi ryhmä $35,3 \pm 7,3$ minuuttia.

Kokon (2008), Kraemerin (2004) ja Bilzon ym. (2001) tutkimuksissa korostuu jalkojen maksimaalisen voiman ja keskivartalon lihaksiston kunto sekä kehon koostumuksen merkitys raskaan taakan kantokykyä arvioitaessa. Kokon mukaan painavassa taisteluvälinevarustuksessa (30 kg) toimivan sotilaan tulee painaa yli 75 kg ja hänen kehon rasvaprocentti ei saa ylittää 17. Bilzonin ym. (2001) tutkimuksessa yli 80 kg painavat pärjäsivät paremmin kuin alle 80 kg painavat. Näissä tutkimustuloksissa tulee ottaa huomioon, että ne on saatu kestoaltaan melko lyhyistä ja osittain maksimaalisista suorituksista.

Pitkäkestoisessa tiedustelutehtävässä energiatasapaino on negatiivinen (Salonen 2008; Kyröläinen ym. 2004). Se aiheuttaa kehon painon laskua ja etenkin voimaominaisuuksien heikkenemistä (Nindl ym. 2007; Kyröläinen ym. 2004). Kyröläisen ym. (2004) tutkimuksessa koehenkilöiden paino laski 5,5 prosenttia. Laskeneesta painosta suurin osa oli lihasmassaa. Tämä näkyi lihasvoiman häviämisenä. Eniten voimaa hävisi harjoituksen vaikutuksesta ylä- ja keskivartalosta. Penkkipunnerrustulos huononi keskimäärin 13,5 prosenttia. Selkälihasten voimantuotto huononi 9,3 ja vatsalihasten 7,9 prosenttia. Jalkojen voimantuotto pieneni noin viisi prosenttia jalkaprässimittauksessa. Nindl ym. (2007) tutkimuksessa koehenkilöiden paino laski vielä enemmän (12,6 prosenttia) ja samoin voimaominaisuudet (20 prosenttia). Lihasmassan pieneneminen oli suurinta ylävartalossa (12 prosenttia). Se oli havaittavissa etenkin olkavarsissa. Toiseksi eniten lihasmassa väheni jaloista (9 prosenttia). Yllättäen keskivartalon lihasmassa ei vähentynyt tutkimuksen aikana. Ylävartalon lihasmassan häviäminen tukee Kyröläisen ym. (2004) havaintoa ylävartalon voiman häviämisestä pitkäkestoisessa tiedustelutehtävässä. Vastaavasti keskikehon lihasmassan säilyminen on ristiriidassa Kyröläisen (2004) tutkimuksessa havaitun keskivartalon lihasvoiman heikkenemisen kanssa. Molemmat tutki-joista perustelevat havaintojaan pitkäkestoisen raskaan taakan aiheuttamalla kuormituksella.

Kyröläisen ym. (2004) ja Nindl ym. (2007) tutkimukset ovat olleet pitkäkestoisia. Niissä raskaan taakan kannossa ovat korostuneen ylävartalon ja keskivartalon voima sekä lihaksiston voimakestävyysominaisuudet. Lisäksi Kyröläinen ym. (2004) peräänkuuluttaa suhteellisen voiman merkitystä. Mitä suurempi kehon paino on, sitä enemmän tarvitaan voimaa sen liikuttamiseen. Suuremmat lihakset taas vaativat enemmän energiaa. Kyröläisen ym. tutkimuksen (2004) keskeytti kolme koehenkilöä. He olivat keskimäärin 11,6 kg painavampia kuin muut. Koehenkilöiden keskipaino oli 76,2 kg. Voimamittauksissa ennen harjoitusta heidän kehon painoon suhteutetut tulokset olivat muiden tasolla, mutta lopputesteissä he jäivät muiden tason alle. Tästä voidaan päätellä, että selvästi painavampi henkilö kuormittuu pitkäkestoisessa

raskaan taakan kantamisessa enemmän, vaikka hänen suhteelliset voimaominaisuudet olisivat kevyemmän henkilön tasoa. Syynä suurempaan kuormittumiseen on isomman lihasmassan aiheuttama suurempi energiavaje.

Suunnassatiedustelutehtävän yhteydessä suoritetaan usein myös tähystystiedustelua. Ulkomaalaisten havaintojen perusteella Afganistanin sodasta pitkään jatkuva tähystystiedustelu aiheuttaa sotilaiden lihasvoiman, nopeuden ja tasapainon heikkenemistä. Tanskalainen tutkijaryhmä on tutkinut asiaa simulaatioharjoituksessa. Heidän mukaansa pitkään jatkuva paikallaolo tähystysasemassa surkastuttaa etenkin jalkojen lihaksistoa. Heidän tutkimuksessaan 8 päivän tähystystiedustelutehtävä vähensi lihasmassaa 1,4 kg ja reisien maksimaalista voimaa 9,5 prosenttia. Lihasmassan lisäksi hermoston nopea rekrytointikyky heikkeni, joka näkyi nopeusvoimaominaisuuksien heikkenemisenä. Voima- ja nopeusominaisuuksien heikkeneminen aiheuttaa ongelmia etenkin, jos kohteelta irtautuminen joudutaan suorittamaan vaikeassa maastossa tai nopeasti paljastumisen seurauksena. (Christensen ym. 2008)

Vaikeassa maastossa liikuttaessa korkeimmat lihasaktiivisuustasot on mitattu polven alapuolisissa lihaksissa (Rintamäki ym. 2007, 43). Kyseiset lihakset tasapainottavat käyntiä epätasaisella alustalla. Esteiden esimerkiksi ojien ja kaivantojen ylityksissä tarvitaan jalkojen nopeusvoima- ja maksimivoimaominaisuuksia (Koski 1997, 28; Christensen ym. 2008).

Tiedustelija tarvitsee hyviä voimaominaisuuksia koko kehossaan. Kyröläisen ym. (2004) mukaan tiedustelijan voimaominaisuuksien lähtökohtana tulee olla hyvät kestovoimaominaisuudet. Kokko (2008) tukee ajatusta tutkimuksessaan. Hänen mielestä raskaita taakkoja kantavien sotilaiden lihaskunnon tulisi olla kiitettävällä tasolla. Pitkäkestoisessa raskaan taakan kantamisessa tarvitaan ylävartalon maksimivoimaa ja hyvää keskivartalon lihaskuntoa. Alaraajojen maksimi- ja nopeusvoimaominaisuudet korostuvat, kun raskaan taakan kanssa joudutaan liikkumaan nopeasti tai joudutaan yllättäviin tilanteisiin esimerkiksi irtautumaan viholliskeskehtuksen seurauksena. Voimaominaisuuksien tulee olla sillä tasolla että 10 prosenttien voimatasojen lasku ei vaaranna tehtävän suorittamista. (Nindl ym. 2007) Kyröläisen ym. (2004) tutkimuksen koehenkilöiden voimaominaisuudet edustavat sitä tasoa, jolla tiedustelijoiden voidaan olettaa selviytyvän heidän tehtävistään. Tiedustelijoiden voiman tulisi olla suhteellista, koska heidän ruumiin painonsa ei saisi olla kovinkaan korkea. Muutoin energian kulutus kasvaa liikaa. Kokon (2008) ja Kyröläisen ym. (2004) tutkimusten perusteella voidaan arvioida tiedustelijan ihannepainon olevan 75–80 kg välillä. Rasvaprosentti tulisi olla noin 10.

7. POHDINTA

Suunnassatiedustelu vaatii tiedustelijalta hyvän aerobisen kunnon lisäksi monipuolisia voimaominaisuuksia. Voimaominaisuudet korostuvat taakan painon kasvaessa. Tiedustelutehtävän onnistumiseen vaikuttaa oleellisesti tiedustelijan fyysiset ja fysiologiset valmiudet. Tämän takia näihin tulee kiinnittää huomiota varusmiestenkoulutuksessa ja koulutushaaravalinnoissa.

Tiedustelijan tulee olla kestävä, sitkeä ja vahva. Hänen tulee kestää pitkäaikainen fyysinen kuormitus vähällä energiansaannilla. Maksimaalinen hapenottookyky tulee olla vähintään $55 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Tehtävän luonteen ja suoritusperiaatteiden sekä taistelukentän asettamien vaatimusten takia voimaominaisuuksien vaatimustasot ovat korkeat. Niiden merkitys korostuu tiedustelutehtävän keston lisääntyessä ja kannettavan taakan painon kasvaessa. Tiedustelijan lihaskunnon on oltava kiitettävä. Se luo tarvittavan kestovoima pohjan pitkäkestoisiin rasitukseen. Keskivartalon lihaskunto ja ylä- sekä alavartalon lihasten maksimivoima ovat avainasemassa raskaan taakan kannossa, jota tiedustelija joutuu kantamaan. Tiedustelijan voimaominaisuuksille on tärkeää, että voima on suhteellista, jottei turhaan lisätä energian kulutusta suuren lihasmassan myötä.

Varusmiesten koulutuksessa voimaominaisuuksien kehittämiseen tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. Voimaominaisuuksien merkitys korostuu aselajeissa, joissa joudutaan kantamaan raskaita kuormia esimerkiksi tiedustelussa tai siirtämään painavia esineitä. Todistetusti voimaharjoittelu yhdistettynä kestävyysharjoitteluun parantaa parhaiten taakan kantokykyä (Kraemer 2004). Tällä hetkellä varusmiesten koulutus ja harjoitukset sisältävät paljon kestävyysominaisuuksia kehittävää toimintaa. Ne koostuvat monesti matala intensiivisestä ja pitkäkestoisista harjoituksista, jotka kehittävät juuri kestävyysominaisuuksia. Tähän lisätty oikein ohjelmoitu voimaharjoittelu kehittää varusmiehen suorituskykyä huomattavasti.

Varusmiesten koulutuksen tulisi sisältää noin kaksi tuntia lihaskuntoharjoitteita viikossa. Sen pitäisi koostua kuntovoimistelusta, kuntopiiri-, kuntosali-, kuntorata- ja esterataharjoittelusta. Sisältö on valittava siten, että kaikki voiman lajit (maksimivoima, kestovoima ja nopeusvoima) käydään läpi niin, että varusmiehet ymmärtävät minkälainen harjoittelu kehittää mitään voiman lajia. (PEkoul-os PAK C 1: 3) Tiedustelijan lihaskuntoharjoittelu tulisi ohjelmoida siten, että se kehittäisi hänen voimaominaisuuksiaan mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Tämän lisäksi johdettujen harjoitusten tulisi antaa hyvä malli eri voimaominaisuuksien kehittämisestä. Sen onnistuminen vaatii, että perusyksikössä olisi ainakin yksi valveutunut voima-

harjoittelunasiantuntija. Oikeaoppiseen voimaharjoitteluun perehdyttäminen tehostaisi varusmiesten harjoittelua myös vapaa-ajalla ja reserviin siirtymisen jälkeen.

Varusmiespalveluksen alussa peruskoulutuskaudella tiedustelijoiden lihaskuntoharjoittelu koostuisi kestovoiman kehittämisestä. Harjoitteet tehtäisiin oman kehon painoa hyödyntäen erilaisina aerobisina kuntopiiriharjoitteina. Lisäksi osa harjoitteista tulisi tehdä kuntosalilla anaerobisina kuntopiireinä, joissa samalla totuteltaisiin kuntosaliharjoitteluun ja opeteltaisiin oikeat nostotekniikat. Viimeistään erikoiskoulutuskauden alkupuolella harjoittelu muuttuisi maksimivoimaharjoitteluksi. Ensiksi perusvoimaharjoittelulla kasvatettaisiin lihamassan määrää ja parannettaisiin lihaksiston yleistä harjoitettavuutta. Ennen joukkotuotantokauden alkua maksimivoimaharjoittelu tulisi muuttaa hermostollis-hypertrofiseksi ja sitten hermostolliseksi harjoitteluksi. Hermostollista maksimivoimaharjoittelua tulisi korostaa, koska suhteellinen voiman määrä on tiedustelijalle tärkeää. Sillä pystytään lisäämään voimantuottokykyä ilman suurempaa lihasmassan kasvua.

Tiedustelussa vaadittavat kovat fysiologiset ja fyysiset vaatimukset tulisi ottaa tarkemmin huomioon varusmiesten sijoittamisessa, jotta tiedustelujoukkoihin saataisiin ominaisuuksiltaan oikeanlaisia sotilaita. Kokko (2008) esittää tutkimuksessaan hyvän vaihtoehdon varusmiesten sijoittamiselle eri koulutushaaroihin. Sijoittaminen tulisi tehdä vasta peruskoulutuskauden jälkeen. Peruskoulutuskauden lopulla järjestettäisiin fyysisen kunnon testaukset, joiden perusteella varusmiesten jako suoritettaisiin. Tiedustelujoukkoihin sijoitettaisiin fyysisen kunnon osalta huipputaistelijat, joiden fysiologiset ominaisuudet sopisivat pitkäkestoiisiin suorituksiin. Tiedustelijan lihaskuntoindeksin tulisi olla kiitettävä ja 12 minuutin juokсутestin tulos noin 3000 metriä, jolloin se vastaisi $55 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ tulosta maksimaalisessa hapenototestissä (Pekoul-os 2006, 6). Fysiologissa ominaisuuksissa korostuisi kehon paino ja rasvaprosentti. Kehon painon tulisi olla noin 75–80 kg ja rasvaprosentin noin 10. Periaatteessa tämänlainen varusmiesten jako peruskoulutuskauden jälkeen pitäisi onnistua joukkoyksiköiden sekä joukko-osastojen sisällä. Parhaaseen tulokseen päästäisiin, jos fyysiset ominaisuudet otettaisiin huomioon sijoittamisessa jo kutsunta vaiheessa. Tämä vaatisi kuntotestauksen järjestämistä kutsuntojen yhteyteen.

LÄHTEET

Ahonen, J. 1989. Lihaskudoksen fysiologi. Teoksessa Ahonen, J., Lahtinen, T., Sandström, M., Pogliani, G. & Wirhed, R. Kehon rakenne, toiminta ja lihashuolto. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino OY

Ahtiainen, J. & Häkkinen, K. 2004. Kestovoima. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. Kuntotestauksen käsikirja. Tampere: Tammer-Paino Oy

Bilson, J., Allsopp, J., & Tipton, M. 2001. Assessment of physical fitness for occupations encompassing load-carriage task. University of Portsmouth, Portsmouth, Hampshire, UK. *Occup. Med.* Vol 51 No, 5 pp. 357–361, 201

Borghols, E., Dresen, M. & Hollander, A. 1978. Influence of heavy weight carrying on the cardiorespiratory system during exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 38. 161–169

Christensen, P., Jacobsen, O., Thorlund, J., Madsen, T., Moller, C., Jensen, C., Suetta, C. & Aagaard, P. Changes in maximum muscle strength and rapid muscle force characteristics after long – term special support and reconnaissance missions: A preliminary report. *Military Medicine*, 173, 9:88, 2008.

Dean, C.E. 2005. The modern warrior's combat load - dismounted combat operations in Afghanistan. US Army. USA. Teoksessa International Congress on Soldiers' Physical Performance. May 18–22. 2005, Jyväskylä, Finland, Congress Proceedings.

Fyysisen harjoittamisen perusteet. 1999. Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus. Vaasa: Ykkös-Offset Oy

Guezennec, C., Satabin, B., Legrand, H. & Bigard, A. 1994. Physical performance and metabolic changes induced by combined prolonged exercise and different energy intakes in humans. *European journal of Applied Physiology* (1994) 68:525–530

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2005. Tutki ja Kirjoita. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

- Hirvonen, J. & Aura, O. 1989. Voima ja sen harjoittaminen. Teoksessa Kantola A (toim.) 1989 Suomalainen valmennus oppi 2. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Hoyt, R., Opstad, P., Haugen, A-H., Delany, J., Cymerman, A. & Friedl, K. 2006. Negative energy balance in male and female ranger: effects of 7 d of sustained exercise and food deprivation. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2006; 83: 1068–75
- Häkkinen, K. 2004. Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen. Teoksessa Keskinen K., Häkkinen K. & Kallinen, M. Kuntotestauksen käsikirja. Tampere: Tammer-Paino oy
- Häkkinen, K., Mäkelä, J. & Mero, A. 2004. Voima. Teoksessa Mero, A. Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen K. 2004. Urheiluvallmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Häkkinen, K. 1990. Voimaharjoittelun perusteet. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Jallinoja, P., Sahi, T. & Uutela. A. 2008. Varusmiesten ravitseminen, terveyden riskitekijät ja terveystaju. *Kansanterveyslaitoksen julkaisu B 16:2008*
- JVO. Puolustusvoimien koulutus ja kehittämiskeskus. 1995 Jalkaväen taisteluohjesääntö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Knapik, J. J., Reynolds, K. L. & Harman, E. 2004. Soldier Load Carriage: Historical, Physiological, Biomechanical and Medical Aspects. *Military Medicine*, Vol. 169.
- Kokko, J. 2008. Pro gradu. Vertaileva tutkimus taisteluvarustusten fyysisestä kuormittavuudesta. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu, Koulutustaidonlaitos.
- Koski, H. 1997. Esiupseerikurssin tutkielma. Jalkaväen taistelutehtävien edellyttämän fyysisen suorituskyvyn vaatimukset liikunta- ja taistelukoulutukselle. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu
- Kraemer, W. J. 2004. Effects of Concurrent Resistance and Aerobic Training on Load-Bearing Performance and the Army Physical Fitness Test. *Military Medicine*, Vol. 169, December 2004

- Kyröläinen, H. 2004. Nopeusvoima. Teoksessa Kesikinen, K.L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. Kuntotestauksen käsikirja. Tampere: Tammer-Paino Oy
- Kyröläinen, H., Santtila, M., Hämäläinen, H., Koski, H., Mäntysaari, M. & Karinkanta, J. 2004. Partiotiedusteluharjoituksen fysiologiset vasteet ja fyysisen suorituskyvyn muutokset. Helsinki: Edita Prima.
- Kyröläinen, H., Santtila, M., Palvalin, K., Lipponen, J., Ohrankämmen, O., Rintala, H., Vis-kari, J., Karinkanta, J. & Lindholm, H. 2003. Taistelija 2005 – Fyysisen suorituskyvyn tutki-mustoiminta. Maapuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitoksen julkaisusarja 3, No 6
- Kyröläinen, H. 1998, Liikuntabiologinen näkökulma toimintakykyyn. Kirjassa: Toiskallio, J.(toim) 1998 Toimintakyky sotilaspedagogiikassa. Vaasa: Ykkös-Offset Oy
- Lindholm, H., Ilmarinen, R., Santtila, M., Oksa, J., Rissanen, S., Hirvonen, A., Mälkiä, E., Rusko, H., Mäntysaari, M. & Kyröläinen, H. 2008. Sotilastyön tehtäväkohtainen energianku-lutus, eri tehtävien edellyttämä fyysinen minimisuorituskyky ja kuormituksen sekä kuormit-tumisen arviointi kenttäoloissa. Julkaisematon lähde. Raportti on tutkijan hallussa.
- Liukkonen, J. 2004. Urheilupsykologia. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. 2004. Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Luhtanen, P. 1989. Lajianalyysi. Teoksessa: Kantola, H.(toim) 1989. Suomalainen valmen-nusoppi. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy
- Maavoimaesikunta. 2004. Maavoiminen järjestelmät. Teoksessa Puolustusjärjestelmien kehi-tys. Sotatekninen arvio ja ennuste 2030 – STAE 2020, osa 2. Helsinki: Edita Prima oy
- McArdle, W., Katch, F. & Katch, V. 2001. Exercise Physiology. Energy, Nutrition & Human Performance, Fifth edition. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia.
- Mero, A. 2004. Ravinto ja kuormitus. Teoksessa Mero, A. Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. 2004. Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Mero, A., Kyröläinen, H. & Häkkinen, K. 2004. Hermolihasjärjestelmän rakenne ja toiminta, Teoksessa Mero, A. Nummela, A. Keskinen, K. & Häkkinen, K. 2004. Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. 2004. Valmentaminen käytännössä, Teoksessa Mero, A. Nummela, A. Keskinen, K. & Häkkinen, K. 2004. Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Mero, A. 1997. Voima. Teoksessa Mero, A., Nummela, A. & Keskinen, K. Nykyaikainen Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Mero, A. 1997. Voimantuoton biomekaaniset periaatteet. Teoksessa Mero, A., Nummela, A. & Keskinen, K. Nykyaikainen Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Mero, A., Peltola, E. & Saarela, J. 1987. Nopeus- ja nopeuskestävyysharjoittelu. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Niemi, A. 2006. Menestyjän kuntosaliharjoittelu & ravitseminen. Jyväskylä: Docendo Finland Oy

Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S. 2002. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Helsinki: Werner Söderström Oy

Nindl, B., Barnes, B., Alemany, J., Frykman, P., Shippee, R. & Friedl, Karl. 2007. Physiological Consequence of U.S. Army Ranger Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*

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

Oksa, J., Rintamäki, H. & Rissanen, S. 1990. Kantolaitteen fyysinen kuormittavuus. Oulun aluetyöterveyslaitos

PEJV-os PAK 03:11 Jalkaväen joukkojen ja henkilöstön suoritusvaatimukset

PEkoul-os PAK C 1: 3 Varusmiesten fyysinen koulutus

PEmaav-os 2003 Tiedusteluopas. Helsinki: Edita Prima Oy

Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus. 1999. Fyysisen harjoittamisen perusteet. Vaasa: Ykkös-Offset Oy.

Pääesikunta materiaalihallinto-osaston ravintosisältösuositus, PEMathall-os:n PAK 03:02, Hallinnollinen ohje, 32/18/D/I/16.05.2003.

Raninen, A. 1985. Voimaharjoittelun käytännön toteutus. Teoksessa Viitasalo, J., Raninen, J. & Liitsola, S. 1985. Voimaharjoittelu - perusteet ja käytännön toteutus. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy

Rintamäki, H., Rissanen, S. & Peitso, A. 2007. Sotilas kylmässä: terveys, toimintakyky ja suojaus. Loppuraportti. Työterveyslaitos: Oulu

Salminen, P. 1998. Sotilaspedagogiikka käytäntönä-liikuntakoulutus, Teoksessa Toiskallio, J. (toim.) Toimintakyky sotilaspedagogiikassa, koulutustaidon laitoksen julkaisusarja 2 n:O 4. Vaasa: Ykkös-Offser Oy,

Salonen, M. 2008. Pro gradu. Partiotiedusteluharjoituksen fyysinen kuormittavuus. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu, Koulutustaidonlaitos

Santtila, M. 2006. Pääesikunnan koulutusosaston tiedote 30.8.2006. Palvelukseen astuvien nuorten miesten fyysinen kunto.

Santtila, M. 2002. Tutkielma. Fyysisen koulutuksen uudistamiseen vaikuttaneet tekijät varusmieskoulutuksessa. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu

Scott, P. & Ramabhai, L. Ergonomics Unit, Rhodes University. 2000. Load Carrying: in situ Physiological Responses of an Infantry Platoon. Ergonomics, 2000 (1)

Taylor, M., Markham, A., Reis, J., Padilla, G., Potterat, G., Drummond, S. & Mujica-Parodi, L. 2008. Physical Fitness Influence Stress Reactions to Extreme Military Training. *Military Medicine*, Vol. 173 August 2008

Tulppala, E. Talousvarikon päälikkö 2004. Haastattelu Suomen sotilaassa 3/2004

Vaara, J., Kyröläinen, H., Kilpeläinen, A., Hermanni, O., Siiskonen, V., Koivu, M., Mattila, R., Mäntysaari, M., Lyytinen, H., Virnavirta, M. & Finni, T. 2007. 60 Tunnin valvomisen fysiologiset ja psykologiset vasteet sekä vaikutukset hermolihasjärjestelmän toimintaan ja oppimiseen. Helsinki: Edita Prima Oy

Viitasalo, J. 1989. Hermo-lihasjärjestelmän rakenne ja toiminta. Teoksessa Kantola, H.(toim) 1989. Suomalainen valmennusoppi. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy

Viitasalo, J. 1985. Lihassoiman harjoittamisen ja mittaamisen biomekaniikka ja fysiologia. Teoksessa Viitasalo, J., Raninen, J. & Liitsola, S. 1985. Voimaharjoittelu - perusteet ja käytännön toteutus. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino OY

Vuori, I. & Heikkinen, E. 1980. Liikunta ja terveys. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi

Weineck, J. 1982. Optimaalinen Harjoittelu. Suom. Oikarinen, L. Vaasa: Vaasa Oy

LIITEET

LIITE 1

Suunnassatiedusteluvarustus Reserviupseerikoulun sissikomppaniassa (Salonen 2008)

Taistelijalla aina mukana

- maastopuku/lumipuku
- kumisaappaat/pakkassaappaat
- pipo/lakki ja hansikkaat
- ase ja kolme lipasta
- kenttäpullo
- tulitikut
- puukko
- muistiinpanovälineet
- kompassi + (kartta)
- koordinaattimittari
- kuulosuojaimet
- heijastin
- lusikka-haarukka
- ensiside
- kello
- lamppu
- vetolankakerä

Rinkassa

- makuualusta
- makuupussi
- pakkastakki
- väliasu
- sadepuku + viitta
- asepuhdistusvälineet
- termospullo + 2–3 litraa vettä
- trangia + polttoneste
- vara päähine ja kengät
- vara aluskerta ja sukat (1 pari/vrk.)
- irtohihnat 10 kappaletta
- muonat
- rinkansuojus
- partioreppu
- taistelijan naamioverkko
- kenttälapio (1 ryhmässä)