

TIIVISTELMÄRAPORTTI (SUMMARY REPORT)

Sotilaan toimintakyvyn tutkimus Libanonin kriisinhallintaoperaatioissa - KRITOKY (UNIFIL) 2014

Heikki Kyröläinen, professori
Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto
heikki.kyrolainen@jyu.fi

Kai Pihlainen, liikuntasuunnittelija
Puolustusvoimat, henkilöstösasto

Tiivistelmä

Aiempien tutkimusten perusteella kestävyyskunto heikkenee ja lihasvoima pysyy ennallaan tai paranee kansainvälisissä sotilasoperaatioissa. Tämän tutkimuksen tavoitteena on arvioida sotilaiden kuormittumista ja palautumista sekä toimintakyvyn riittävyttä operaation aikaisissa työtehtävissä. Lisäksi tutkimuksella selvitetään voima- tai kestävyysjärjestelmän vaikutuksia sotilaiden hengitys- ja verenkiertoelimistön sekä hermolihasjärjestelmän suorituskykyyn, kehon koostumukseen, autonomisen hermoston toimintaan ja endokrinologisiin vasteisiin kuuden kuukauden kriisinhallintatehtävän aikana. Tutkimuksessa kartoitetaan myös rasitusvammojen esiintymistä, niiden aiheuttamia sairauspoissaoloja, saatuja lääkkeitä ja muita hoitoja. Tutkimuksessa seurataan ensimmäisen 14 vuorokauden ajan kuumasopeutumishjelman toteutumista siirryttäessä operaatioalueelle. Mittausvaihe toteutettiin pääosin Libanonissa kesä-marraskuun aikana 2014. Alkumittauksiin osallistui 98, välimittauksiin 88 ja loppumittauksiin 91 sotilasta. Mittaukset onnistuivat pääosin hyvin, sillä ainoastaan parissa mittauslaitteessa ilmeni lopussa ongelmia, jotka häirtasivat tai estivät luotettavat mittaukset. Alku- ja välimittaukset ovat pääosin analysoitu ja loput analyysit toteutetaan ensi vuoden alkupuoliskolla. Ensimmäisenä julkaistaan suomenkielinen raportti Puolustusvoimien tarpeisiin, ja myöhemmin julkaistaan kansainvälisiä tiedeartikkeleita ja väitöskirja.

1. Johdanto

Kansainvälisistä sotilasoperaatioista ja niiden fyysisistä ja psyykkisistä vaatimuksista on saatavilla tutkimustietoa rajoitetusti. Normaali sotilaskoulutus on fyysiseltä kuormitukselta vähintään keskiraskaan tai raskaan työn kuormituksen tasolla. Marssin aikana energiaa kuluu 5 MET- yksikköä (1MET=3.6 ml/kg/min) ilman varustusta ja 7-9 METiä marsittaessa täyspakkauksen (24 kg) kanssa. Tämä edellyttää noin 50 ml/kg/min (>14 MET) maksimaalista hapenkulutusta, jotta marssi voidaan suorittaa loppuun väsymättä (Lindholm ym. 2005). Hetkellisesti sotilaskoulutuksen fyysinen kuormitus voi nousta myös hyvin raskaan työn kuormituksen tasolle eli 60 – 100 prosenttiin maksimaalisesta aerobisesta kapasiteetista, jolloin syketaajuus on yli 150 lyöntiä minuutissa. Sotilaskoulutuksessa eniten kuormittavat raskaat maastomarssit, taisteluharjoitusten aktiiviset taisteluvaiheet, kilpailut ja kovatehoinen liikuntakoulutus (Santtila, 2010). Esimerkiksi kolme viikkoa kestäneen sotilasoperaation aikana energiankulutus oli keskimäärin 5800 kcal vuorokaudessa, kun energiansaanti oli vastaavasti vain 2900 kcal vuorokaudessa (Kyröläinen et al. 2004). Seurauksena oli kehon painon väheneminen 5.5 %:a. Eniten energiaa (yli 10000 kcal/vrk) kului liikuttaessa metsässä ja suolla 20 - 25 km päivässä ja samanaikaisesti kannettaessa täyspakkausta (49.8±4.7 kg, joka vastaa noin 65 % henkilöiden kehon pai-

nosta) (Kyröläinen et al. 2005).

Norjalaisilla kadeteilla mitattiin viiden vuorokauden keskimääräiseksi energiankulutukseksi sotaharjoituksen aikana noin 9500 kcal vuorokaudessa (Rognum ym., 1986). Ruotsalaiset esittävät omassa fyysisen koulutuksen ohjeessaan sotilaan päivittäiseksi energiankulutukseksi taisteluharjoituksessa 5500 - 6000 kcal vuorokaudessa (Utbildningsreglement, 1997). Samansuuntaiseen energiankulutukseen päästiin myös eräessä amerikkalaisessa selviytymisharjoituksessa, jossa sotilaiden vuorokautinen energiankulutus oli ollut keskimäärin 5400 kcal vuorokaudessa (Wittels ym., 1996). Ranskalaisessa tutkimuksessa sotilaat osallistuivat kolmen viikon tehostettuun taistelukoulutukseen ja sen jälkeen viisi päivää kestävään taisteluharjoitukseen. Harjoituksen fyysinen kuormitus oli keskimäärin 35 % maksimaalisesta hapenkulutuksesta ja energiankulutus oli harjoituksen aikana keskimäärin 5000 kcal vuorokaudessa. Sotilaat saivat energiaa tänä aikana keskimäärin 3200 kcal, joten ravinnon kautta saatu kokonaisenergiämäärä oli liian alhainen. (Gomes-Merino ym., 2003).

Neste- ja ravintotasapainon ylläpitämisellä on erittäin tärkeä merkitys sotilaan taistelukelpoisuuden ja suorituskyvyn ylläpitämisessä. (Opstad 1992, 1994; Guezennec ym., 1994). Sotilaiden neste- ja ravintotasapainon ylläpitäminen on vaikeaa pitkäkestoisessa harjoituksessa, koska usein taistelujen aikana on energiahuollon vaikea tavoittaa taistelevia joukkoja. Toimintakyvyn ylläpitämisen kannalta, tulisi energiaa nauttia pieninä annoksina useita kertoja (4-6 krt) vuorokaudessa. Ravintoa saadaan normaalien aterioiden lisäksi välipaloista sekä nestemäisenä hiilihydraattipitoisina juomina. Nestemäisen hiilihydraattipitoisen energian on todettu sopivan hyvin sotilaiden lisäenergiaksi maastossa toteutettavissa taisteluharjoituksissa. Nestemäisellä ravinnolla korvataan tehokkaasti harjoituksen aikaista energiavajetta. (Cline ym., 2000). Vastaavanlaisia tuloksia on saatu myös aiemmissa tutkimuksissa (Montain ym., 1997).

Sotilas kuumassa tutkimushanke (Lindholm ym. 2012) osoitti, että suomalaiset rauhan- turvaajat selviytyvät sopeutumisvaiheen jälkeen vähintään yhtä hyvin kuin muiden maiden sotilaat Tshadin kaltaisissa kuumissa olosuhteissa. Suomalaisten käytäntö majoitustilojen jäädytyksestä yön aikana ilmastointilaitteiden avulla oli hyvä lämpötasapainon kannalta. Elimistö pääsi palautumaan hyvin päivän kuumakuormituksesta. Ajoneuvojen sisälämpötila oli erittäin korkea. Siksi ajoneuvoissa oltaessa elimistön lämpökuormitus voi kasvaa suureksi pitkän ajomatkan aikana ilman fyysistä kuormitusta. Sotilaille esiintyi vain muutamia lämpösairauksia seurantajakson aikana. Ne painoutuivat operaatiojakson ensimmäisiin viikkoihin. Koettu lämpökuormitus oli myös suurimmillaan jakson alussa. Tämä tukee sitä ajatusta, että kuumiin oloihin siirryttäessä tulisi kriisihallintatehtävän vastuunottoa edeltää noin 10–14 vrk mittainen suunnitelmallinen lämpösopeuttamisjakso vastaavanlaisissa olosuhteissa. Operatiivisten tehtävien raskaimmat vaiheet kuten partiointi jalan maastossa täydessä taisteluvarustuksessa (suoran auringon paahteen lämpötila jopa 55 astetta) edellyttää hyvää lihaskuntoa sekä kestävyyskuntoa. Laskennallisesti kestävyyskunnan minimivaatimus vastaa vähintään 2500 metrin tulosta 12 minuutin juoksu- testissä. Keskimäärin fyysisen kunnon muutokset olivat neljän kuukauden kriisinhallinta- tehtävän aikana vähäiset, joskin liikunnallisesti aktiiviset sotilaat säilyttivät paremmin fyysisen suorituskykynsä kuin liikunnallisesti passiiviset.

2. Tutkimuksen tavoite ja suunnitelma

Tämän tutkimuksen tavoitteena on arvioida sotilaiden kuormittumista ja palautumista sekä toimintakyvyn riittävyyttä operaation aikaisissa työtehtävissä. Lisäksi tutkimuksella selvitetään millaisia muutoksia sotilaiden hengitys- ja verenkiertoelimistön sekä hermolihasjärjestelmän suorituskyvyssä, kehon koostumuksessa, autonomisen hermoston toiminnassa sekä endokrinologisissa vasteissa tapahtuu kuuden kuukauden kriisinhallinta- tehtävän aikana. Tutkimuksen kolmantena tavoitteena on selvittää voima- tai kestä-

vyysharjoittelun vaikutuksia edellä mainittuihin muuttujiin. Tutkimuksessa kartoitetaan myös rasitusvammojen esiintymistä, niiden aiheuttamia sairauspoissaoloja, saatuja lääkkeitä ja muita hoitoja. Tutkimuksessa seurataan ensimmäisen 14 vuorokauden ajan kuumasopeutumishojelman toteutumista siirryttäessä operaatioalueelle.

3. Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen koehenkilöiksi valittiin 100 vapaaehtoista tervettä rauhanturvaajaa. Liikuntainterventioyryhmät muodostuivat 75 sotilaasta, jotka osallistuivat kesä- marraskuussa 2014 kansainväliseen kriisinhallintaoperaatioon Libanonissa. Tämän lisäksi 25 rauhanturvaajaa muodosti kriisinhallintaoperaation verrokkiryhmän, mutta he eivät osallistuneet liikuntainterventioon. Tutkimuksen kontrolliryhmä muodostui kotimaassa asuvista samanikäisistä henkilöistä (n=25).

Tutkimuksen toteutukselle on saatu lausunto Keski-Suomen sairaanhoitopiiriin eettiseltä toimikunnalta. Puolustusvoimien ylilääkäri on puoltanut sekä henkilöstöpäällikkö hyväksynyt tutkimuksen 30.4.2013. Tutkittavien kanssa on laadittu eettisten ohjeiden mukainen sopimus vapaaehtoisesta osallistumisesta sekä henkilötietolain edellyttämä ilmoitus tutkimusrekisteristä.

Fyysisen suorituskyvyn alkumittaukset suoritettiin osin kriisinhallintakoulutuksen aikana ennen toimialueelle siirtymistä Porin Prikaatissa ja pääosin toimialueella. Mittaukset toistettiin toimialueella noin kolmen kuukauden välein siten, että loppumittaukset toteutettiin noin kuuden kuukauden päästä alkumittauksista toimialueella. Mittaukset pyrittiin toteuttamaan vakioidusti siten, että edeltävän päivän työtehtävät ovat olleet kevyitä ja koehenkilöt ovat voineet nukkua vähintään 7 tunnin yöunet. Mittausten rytmitys on esitetty taulukossa 1. Suomessa asuva kontrolliryhmä osallistui ainoastaan alku- ja loppumittauksiin, jotka toteutettiin Jyväskylän yliopistolla. Tutkimusaineistoon liitetään suunnitelmassa esitettyjen mittausten lisäksi varusmiesajasta kunto- ja psykologisten testien tulokset sekä terveydentilaan liittyvät tiedot puolustusvoimien asevelvollisuusrekisteristä.

Taulukko 1. Mittaukset ja niiden toteuttaminen tutkimusjakson aikana

Alkumittaukset	Välimittaukset	Loppumittaukset
Antropometria ja lihaksen poikkipinta-ala	Antropometria ja lihaksen poikkipinta-ala	Antropometria ja lihaksen poikkipinta-ala
Aerobinen suorituskyky	Aerobinen suorituskyky	Aerobinen suorituskyky
Isometrinen maksimivoima	Isometrinen maksimivoima	Isometrinen maksimivoima
Dynaaminen räjähtävä voima	Dynaaminen räjähtävä voima	Dynaaminen räjähtävä voima
Dynaaminen lihaskestävyys	Dynaaminen lihaskestävyys	Dynaaminen lihaskestävyys
Sykevariaatio	Sykevariaatio	Sykevariaatio
Verenpaine	Verenpaine	Verenpaine
Verinäyte	Verinäyte	Verinäyte
Sykinäyte	Kenttätesti	Kenttätesti
Kenttätesti		
<u>Kyselyt:</u>	<u>Kyselyt:</u>	<u>Kyselyt:</u>
Liikunta- ja terveystietäytyminen	Kontrollikysely liikunta- ja terveystietäytyminen	Kontrollikysely liikunta- ja terveystietäytyminen
GHQ		GHQ
THS		THS
BFI		TSQ
DRS		Teemahaastattelu
TSQ		



Antropometria

Koehenkilöiden kehon koostumus mitattiin alku-, väli- ja loppumittausten yhteydessä bioimpedanssimittarilla (InBody 720, Biospace, Etelä-Korea). Kehon pituuden ja painon (Seca 877, Saksa) perusteella lasketaan lisäksi kehon painoindeksi (BMI). Mittaukset suoritettiin aamuisin ennen ruokailua vähintään 7 tunnin paaston jälkeen. Koehenkilöt kirjasiivat lisäksi kehon painonsa henkilökohtaiseen seurantapäiväkirjaan toimialueella ensimmäisen 14 vuorokauden ajan sekä sen jälkeen kerran viikossa koko operaation ajan. Lihasen poikkipinta-alan muutokset (Sonoace R3, Samsung Medison Co & Ltd, Etelä-Korea) mitattiin ultraäänellä nelipäisestä reisilihaksesta ja kyynärvarren ojentajista alku-, väli- ja loppumittausten yhteydessä.

Aerobinen suorituskyky

Aerobista suorituskykyä mitattiin 3000 metrin juoksutestillä. Tutkittavien testin aikaiset sykereaktiot rekisteröitiin tallentavalla sykepannalla (Suunto Memorybelt, Suunto Oy, Suomi). Aerobisen suorituskyvyn testit toteutetaan alku-, väli- ja loppumittausten yhteydessä.

Hermolihasjärjestelmän suorituskyky

Alaraajojen ojentajalihasten maksimaalista isometristä voimaa mitattiin alku-, väli- ja loppumittausten yhteydessä Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitoksen jalkadynamometrillä. Yläraajojen ojentajalihasten maksimaalista isometristä voimaa ja voimantuotonopeutta mitattiin vastaavasti penkki-punnerruksella. Alaraajojen räjähtävää voimantuottoa mitattiin vauhdittomalla pituushypyllä sekä vertikaalihyppytestillä alku-, väli- ja loppumittausten yhteydessä. Vertikaalihyppy toteutettiin voimalevyanturilla (Force Platform FP8, HurLabs Oy, Suomi). Dynaamista lihaskestävyyttä arvioitiin yhden minuutin etunojapunnerrus- ja istumaannousutesteillä sekä käsinkohontatestillä.

Tehtäväsimulaatiotesti

Sotilaiden fyysistä toimintakykyä raskaassa suojavarustuksessa tutkittiin vakioidulla, noin 250 metriä pitkällä radalla. Radan tehtävät muodostuivat sotilaille tyypillisistä liikesuorituksista, kuten nostaminen ja kantaminen, liikesuunnan muutokset, esteiden ylittäminen sekä syöksyminen. Koehenkilöt ohjeistettiin suorittamaan testi mahdollisimman nopeasti. Suorituksesta rekisteröitiin syke, sykevariaatio sekä testiin käytetty aika. Tutkittavilta otettiin sylki- ja laktaattinäyte akuuttien kuormitusvasteiden selvittämiseksi ennen testiä sekä ja testin päätteeksi. Kenttätestin vaikutusta dynaamiseen räjähtävään voimantuottoon selvitettiin voimalevyanturilla suoritettavalla vertikaalihypyllä (Force Platform FP8, HurLabs Oy, Suomi) välittömästi ennen testiä sekä sen jälkeen. Tehtäväsimulaatiotesti toteutettiin alku-, väli- ja loppumittausten yhteydessä.

Autonomisen hermoston tasapaino (sykevariaatio)

Autonomisen hermoston stressitasapainoa ja elimistön palautumista työtehtävistä arvioitiin 1-3 vuorokauden sykevariaatiomittauksilla (Suunto Memorybelt, Suunto Oy, Finland) sotilaille tyypillisissä työtehtävissä. Sykevariaatiosta lasketaan fyysiseen kuormitukseen liittyvät muuttujat, kuten esimerkiksi syke, arvio hapenkulutuksesta ja energiankulutuksesta (Firstbeat Pro, Firstbeat Technologies Oy, Suomi). Työtehtävien fyysisestä aktiivisuudesta kerättiin sykevariaatiorekisteröinnin yhteydessä tietoa liikeantureilla (Polar Activity recorder FA20, Suomi, Hookiemeter, Traxmeet, Suomi). Sykevariaatiomittausten aikana täytettiin toimintapäiväkirjaa. Lepoverenpaine mitattiin alku-, väli- ja loppumittausten yhteydessä.



Biokemialliset mittaukset

Operaation sekä eri harjoitusohjelmien kuormittavuutta seurattiin mittaamalla hormonitasojen (vapaa testosteroni, kortisoli, IGF-1, tyroksiini, prolaktiini sekä SHBG) muutoksia seerumissa. Tulehdusmerkkiaineina analysoidaan mm. interleukiini -1 β , -4, -6 ja 8 ja TNF- α . Verinäytteistä analysoidaan lisäksi perusverenkuva, sokeri- ja rasva-arvot sekä hermostollinen kasvutekijä (BDNF). Verinäytteet otettiin alku-, väli- ja loppumittausten yhteydessä aamuisin vähintään 10 tunnin paaston ja vakioidun kuormituspäivän jälkeen. Aerobisen suorituskyvyn, tehtäväsimulaatiotestin sekä sotilastyötehtävien kuormittavuuden mittauksissa käytettiin sylkinäytekeräystä (Salivette, Sarstedt AG & CO, Saksa). Työtehtävissä sylkinäytteet otettiin aamulla herätessä sekä säännöllisin välein työpäivän aikana. Sylkinäytteistä määritetään stressin ja aineenvaihdunnan merkkiaineina mm. IgA, IgM, proteiini, alfa-amylaasi ja kortisoli.

Ravinnon ja nesteensaanti

Sotilaiden ravintoaineiden ja nesteensaantia seurattiin ravintopäiväkirjalla. Ravintopäiväkirjaa täytettiin kolme vuorokautta alku-, väli- ja loppumittausten yhteydessä. Nautitun nesteen määrä kirjattiin päiväkirjaan edellisten lisäksi 14 ensimmäisen operaatiovuorokauden ajan lämpösopeutumisen seuraamiseksi. Ravinto-päiväkirjojen analysointiin käytetään Diet32-ravintolaskentaohjelmaa (Aivo Finland Oy, Suomi).

Kyselyt

Tutkittavien liikunta- ja terveyskäyttämistä selvitettiin erillisellä kyselytutkimuksella rotaatiokoulutuksessa sekä väli- ja loppumittausten yhteydessä. Samassa yhteydessä kartoitettiin muun muassa ruoankäyttöä, rasitusvammojen esiintymistä, niiden aiheuttamia sairauspoissaoloja sekä saatuja lääke- ja muita hoitoja. Sotilastyötehtävissä toteutettavien sykevariaatiorekisteröintien yhteydessä kartoitettiin subjektiivista kuormittumista RPE-kyselyllä.

Psyykkistä hyvinvointia eri vaiheissa tutkittiin General Health Questionnairella (GHQ-12). Stressiltä suojaavia psykologisia ominaisuuksia tutkittiin Big Five Inventory-menetelmällä (persoonallisuus) sekä DRS-15-menetelmällä (hardiness). Havaittua suoriutumiskykyä arvioitiin vertais- ja esimiesarvioinneilla. Stressitilaa kartoitettiin THS (Trauma history screen) ja TSQ (Trauma Screening Questionnaire) kyselyillä. Sotilaan toimintakykyä sekä sen yhteyttä kriisinhallintatyöhön selvitettiin teemoitetulla ryhmähaastattelulla loppumittausten yhteydessä.

Olosuhdetekijät

Lämpötila, ilmankosteus ja tuulen voimakkuus mitattiin testipäivinä Kestrel -olosuhdemittareilla. Tämän lisäksi majoitus- ja työtilojen sekä ajoneuvojen lämpötilaa mitattiin koko tutkimuksen ajan tallentavilla lämpötila-antureilla (iButton).

4. Tulokset ja pohdinta

Alku- ja välimittausten data on pääosin analysoitu ja siirretty tilasto-ohjelmaan. Loppumittausten analysointi alkaa välittömästi, kun kerätty data saadaan Jyväskylään. Veri- ja sylkinäytteet analysoidaan osin joulukuussa 2014 ja tammikuussa 2015. Loput analyysit tehdään rahoituksen varmistuttua.



5. Loppupäätelmät

Mittausvaihe onnistui haastavissa kenttäolosuhteissa hyvin. Tutkimuksesta saatujen tulosten perusteella tavoitteena on kehittää sotilaiden fyysistä harjoittelua operaatioiden aikana sekä edistää palvelusturvallisuutta kansainvälisissä kriisihallinta- ja rauhanturvaoperaatioissa. Tuloksista saadaan lisätietoa työvuorojen keston suunnitteluun sekä elimistön riittävään palautumiseen joukon ja sotilaan toimintakyvyn varmistamiseksi. Tutkimustuloksia hyödynnetään lisäksi kriisihallintajoukkojen valintakriteeristön kehittämisessä. Tutkimuksen yhteydessä kerätään aineistoa myös Työterveyslaitoksen tutkimushankkeeseen "Altistuminen traumaattiselle tapahtumalle työssä".

6. Tutkimuksen tuottamat tieteelliset julkaisut ja muut mahdolliset

Tämän tutkimuksen tuloksista ensimmäisenä kirjoitetaan suomenkielinen julkaisu Puolustusvoimien käyttöön ja koulutuksen tueksi. Sen jälkeen kirjoitetaan kansainvälisiä tiedeartikkeleita ja yksi väitöskirja.
