

**This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.**

**Author(s):** Pihlainen, Kai; Santtila, Matti; Kyröläinen, Heikki

**Title:** Fyysisen toimintakyvyn ja kehon koostumuksen muutokset sotilasoperaatioissa

**Year:** 2021

**Version:** Published version

**Copyright:** © Pääesikunta, Koulutusosasto, PL 919, 00131 HELSINKI

**Rights:** CC BY 4.0

**Rights url:** <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

**Please cite the original version:**

Pihlainen, K., Santtila, M., & Kyröläinen, H. (2021). Fyysisen toimintakyvyn ja kehon koostumuksen muutokset sotilasoperaatioissa. In H. Kyröläinen, K. Pihlainen, M. Santtila, & L. Torpo (Eds.), *Taistelijan fyysinen toimintakyky 2020 : tieteellinen katsaus* (pp. 66-80). Maanpuolustuskorkeakoulu. Julkaisusarja 3 : Työpapereita / Maanpuolustuskorkeakoulu, Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos, 6. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-25-3185-1>

## 7 Fyysisen toimintakyvyn ja kehon koostumuksen muutokset sotilasoperaatioissa

Kai Pihlainen <sup>1</sup>, Matti Santtila <sup>2</sup>, Heikki Kyröläinen <sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Pääesikunta, Koulutusosasto, Toimintakykysektori

<sup>2</sup> Maanpuolustuskorkeakoulu, Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos

<sup>3</sup> Jyväskylän yliopisto, Liikuntatieteellinen tiedekunta

### 7.1 Johdanto

Nykyaikaiset sotilasoperaatiot ja aseelliset konfliktit koostuvat muutamien vuorokausien kestoista lyhyistä ja intensiivisistä taisteluista, joiden välissä sotilailla saattaa olla mahdollisuus 1–3 vuorokauden palautumisjaksoon. Operaatioiden kesto vaihtelee yhdestä useampaan kuukauteen [1]. Operatiivisten tavoitteiden saavuttaminen taistelukentällä edellyttää, että sotilaiden osaaminen ja toimintakyky ovat työtehtävien kuormituksen ja taidollisten vaatimusten kannalta riittävällä tasolla. Fyysisen toimintakyvyn ylläpidolle on lisäksi sotilasoperaatioiden aikana rajalliset mahdollisuudet. Siksi sotilaiden tulisi ylläpitää poikkeusolojen sijoituksensa kannalta riittävän korkeaa fyysisen toimintakyvyn reservitasoa koko työuran ajan.

Operatiivinen sotilastyö muodostuu pääosin matalatehoisesta ja pitkäkestoisesta fyysisestä aktiivisuudesta, mutta työhön sisältyy myös hetkittäisiä jaksoja, jotka vastaavat keskiraskasta tai raskasta fyysistä kuormitustasoa [1-3]. Näissä työjaksoissa energiankulutus voi ylittää 50 prosenttia sotilaan maksimaalisesta suorituskyvystä [1,4], mikä pitkittyessään johtaa kuormituksen kumuloitumiseen ja lopulta uupumiseen. Sotilasoperaatioissa fyysiseen toimintakykyyn vaikuttavat, työtehtävien aiheuttaman kuormituksen lisäksi, muun muassa energia-, neste- ja univaje, psyykinen stressi sekä ympäristöön liittyvät kuormitustekijät, kuten esimerkiksi lämpötila [5]. Kuormittumisen ja fyysisen toimintakyvyn välisiä yhteyksiä tutkimalla voidaan kehittää sotilastehtävien kannalta merkityksellisten fyysisten ominaisuuksien kehittämiseen tähtäviä harjoitusohjelmia [6-9].

Rajoitetusti saatavilla olevan ulkomaisen tutkimustiedon [10-17] mukaan sotilaiden kestävyyskunto, lihasvoimaominaisuudet ja kehonkoostumus muuttuvat sotilasoperaatioiden aikana, mutta joidenkin muuttujien osalta tulokset ovat keskenään ristiriitaisia (taulukko 1). Useammassa tutkimuksessa on havaittu kestävyyskunnan laskua [10-13]

ja kehon rasvamassan nousua [11,12]. Toisaalta osassa tutkimuksissa kehon paino ja rasvamassa ovat myös laskeneet [13]. Tulosten ristiriitaisuutta selittävät osin erot operaatioiden kestossa ja kuormituksessa, toimialueiden turvallisuustilanteessa, harjoittelu-mahdollisuuksissa sekä mittausmenetelmissä.

Taulukko 7.1 Sotilasoperaation vaikutus sotilaan kehonkoostumukseen ja fyysiseen toimintakykyyn.

Tutkimus	N, maa	Operaatio, kesto	Yhteenveto tuloksista
Dyrstad ym. 2007	71, Norja	Kosovon YK-operaatio, 12 kk	Kehon paino ↑ 3 %, aerobinen kunto ↓ 3 %, käsinkohonta ↑ 38 %, istumannousu ↔, etunojapunnerrus ↔
Sharp ym. 2008	110, USA	US Army, Afganistan, 9 kk	Kehon paino ↓ 2 %, rasvaton massa ↓ 4 %, rasvamassa ↑ 8 %, aerobinen kunto ↓ 5 %, taakannosto max ↔, alavartalon nopeusvoima ↔, ylävartalon nopeusvoima ↓ 5 %
Lester ym. 2010	73, USA	US Army, Irak/Afganistan, 13 kk	Kehon paino ↑ 3 %, rasvaton massa ↑ 3 %, rasvamassa ↑ 9 %, aerobinen kunto ↓ 13 %, alavartalon maksimivoima ↑ 8 %, ylävartalon maksimivoima ↑ 7 %, alavartalon nopeusvoima ↔, ylävartalon nopeusvoima ↑ 9 %
Warr ym. 2012	60, USA	Kansalliskaarti, Irak/Afganistan, 10–15 kk	Kehon paino ↓ 2 %, rasvamassa ↓ 11 %, aerobinen kunto ↓ 11 %, alavartalon maksimivoima ↑ 14 %, ylävartalon maksimivoima ↑ 10 %, istumaannousu ↑ 11 %, etunojapunnerrus ↑ 16 %
Warr ym. 2013	88, USA	Kansalliskaarti, Irak/Afganistan, 10–15 kk	Kehon paino ↓ 2 %, rasvaton massa ↑ 2 %, rasvamassa ↓ 18 %, aerobinen kunto ↔, alavartalon maksimivoima ↑ 14 %, ylävartalon maksimivoima ↑ 9 %
Fallowfield ym. 2014	105, GBR	Iso-Britannian asevoimat, Afganistan, 6 kk	Kehon paino ↔, rasvaton massa ↔, rasvamassa ↓ 17 %, aerobinen kunto ↔, Taakannosto max ↔, istumaannousu ↔, etunojapunnerrus ↔
Farina ym. 2017	49, USA	US Army, Afganistan, 3–6 kk	Kehon paino ↔, rasvaton massa ↑ 1 %, rasvamassa ↔, puristusvoima ↑ 6 %
Sedliak ym. 2019	25, Slovakia	Slovakian asevoimat, Afganistan, 6 kk	Kehon paino ↔, rasvaton massa ↓ 2 %, aerobinen kunto ↑ 6 %, käsinkohonta ↑ 60 %, 4x10m juoksu ↓ 3 %, 10x10 m juoksu ↔

Puolustusvoimissa kriisinhallintajoukkojen toimintakykyä on tutkittu kahdessa eri operaatiossa, Tshadissa vuonna 2009 [18] ja Libanonissa vuonna 2014 [19,20]. Tshadin MINURCAT-operaation tehtävänä oli ennaltaehkäistä Darfurin konfliktin aiheuttamia alueellisia vaikutuksia. Suomesta operaatioon osallistui noin 80 rauhanturvaajaa. Libanonin UNIFIL-operaation tehtävänä oli valvoa Israelin ja Libanonin välisen etelärajan

(Blue line) aluetta ja tukea Libanonin asevoimia rauhanomaisten olojen ylläpitämisessä. Libanonin suomalaisrotaation vahvuus oli noin 250 sotilasta.

Tshadissa toteutetun Sotilas kuumassa -tutkimuksen (SOTKU) tarkoituksena oli kehittää kuumien olosuhteiden kriisinhallintatehtävissä operoivien sotilaiden terveystarkastuskäytäntöä, arvioida sotilaiden kuormittumis- ja toimintakykyriskejä, kehittää vaativissa lämpöoloissa toimivien sotilaiden toimintakyvyn seurantajärjestelmä ja tarkentaa sotilasoperaatioissa toimivien sotilaiden fyysisen toimintakyvyn minimivaatimuksia. Tutkimuksen seuranta-aika oli neljä kuukautta. Tässä artikkelissa keskitytään ainoastaan toimintakykyyn liittyviin tuloksiin, koska lämpötilan vaikutuksista sotilaan toimintakykyyn on laadittu erilliset artikkelit.

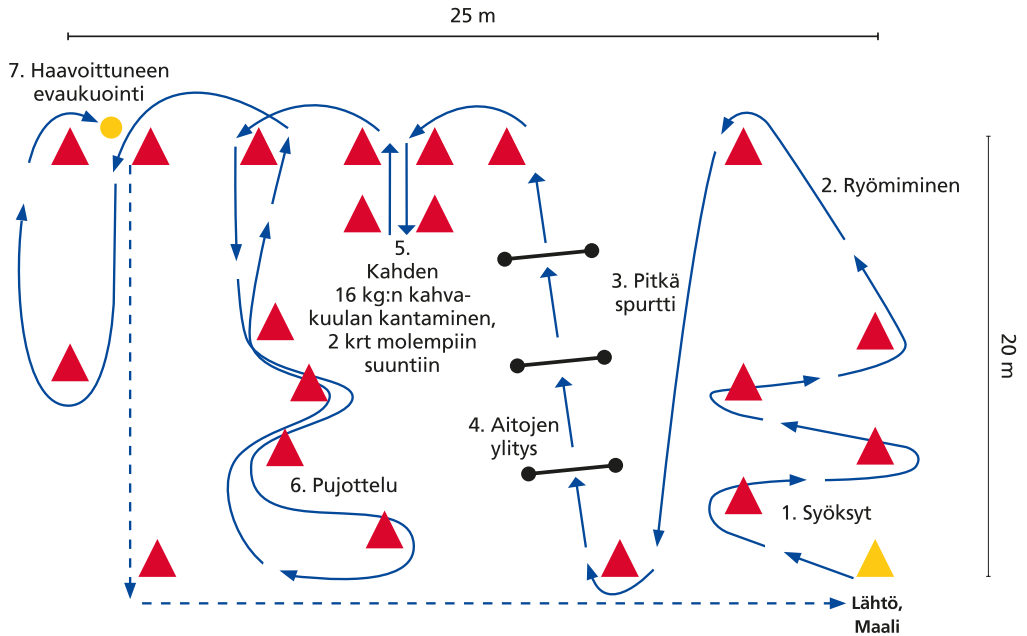
Kriisinhallintajoukkojen toimintakykytutkimuksen (KRITOKY 2014) tarkoituksena oli selvittää sotilaiden kuormittumista ja fyysistä aktiivisuutta Libanonin UNIFIL-rauhaturvaoperaatioissa kuuden kuukauden seuranta-aikana. Lisäksi selvitettiin yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutuksia sotilaiden kehon koostumukseen, hengitys- ja verenkiertoelimistön sekä hermolihasjärjestelmän toimintakykyyn, seerumin hormonitasoihin sekä sotilaan lajispesifiin suorituskykyyn. Tutkimustuloksista saatiin perusteita sotilaiden fyysisen harjoittelun kehittämiseksi operaatioiden aikana sekä palvelusturvallisuuden edistämiseksi kansainvälisissä kriisinhallinta- ja rauhanturvaoperaatioissa.

## 7.2 Tutkimusmenetelmät

SOTKU-tutkimuksen tutkimusryhmäksi valittiin yksi 20 sotilaan joukkue ( $21 \pm 1$  vuotta, paino  $78 \pm 12$  kg, pituus  $180 \pm 6$  cm) marraskuussa 2009 alkaneesta Tshadin operaation neljän kuukauden rotaatiosta. Kontrolliryhmän muodosti 11 opiskelijaa, jotka eivät olleet operaatioissa. Kehon koostumuksen, fyysisen kunnon (12 minuutin juoksuprotesti, lihaskuntotestit, kevennyshyppy, alaraajojen isometrinen maksimivoima) mittaukset ja veri- sekä sylkinäytemääritykset toteutettiin ennen operaatiota ja sen jälkeen. Operaatioalueella otettiin lisäksi noin puolessa välissä veri- ja sylkinäytteet sekä rekisteröitiin yhden vuorokauden fyysisen aktiivisuus.

KRITOKY-tutkimukseen osallistui toukokuun 2014 rotaatiosta 91 miestä ( $30 \pm 8$  vuotta, paino  $79 \pm 8$  kg, pituus  $180 \pm 7$  cm ja BMI  $25 \pm 2$  kg/m<sup>2</sup>), joiden palvelusaika oli 6–12 kuukautta. Kehonkoostumuksen, fyysisen kunnon (3000 metrin juoksuprotesti, lihaskuntotestit ja käsinkohonta, ala- ja yläraajojen isometrinen maksimivoima) mittaukset ja veri- sekä sylkinäytemääritykset toteutettiin kolme kertaa (alku-, väli- ja loppumittaus) toimialueella. Kuntotestien lisäksi suoritettiin 10 vuorokauden fyysisen aktiivisuuden rekisteröinti sekä arvioitiin sotilaiden fyysistä toimintakykyä raskaassa taisteluvälikäytössä ( $20 \pm 1$  kg sekä asereplika 3 kg) tehtäväsimulaattorilla, jonka pituus oli 243 metriä (kuva 1).

Kuva 7.1 Tehtäväsimulaatoradan rakenne.



KRITOKY-tutkimuksessa sotilaat arvottiin alkumittausten lopuksi satunnaisesti kolmeen interventioryhmään, jotka olivat voimaharjoittelupainotteinen (75 % voima- ja 25 % kestävyysharjoittelua; S), kestävyysharjoittelupainotteinen (25/75 %; E) ja tasaisesti painotettu voima- ja kestävyysharjoitteluryhmä (50/50 %, SE), sekä verrokkiryhmään (C). Verrokkiryhmä ei osallistunut ohjelmoituun harjoitteluun.

Interventioryhmille jaettiin omatoimisesti toteutettava harjoitusohjelma. Harjoitusohjelmien sisältö oli kaikilla kolmella ohjelmoidun harjoittelun ryhmällä samanlainen, mutta ohjelmien voima- ja kestävyyspainotus vaihteli ryhmittäin. Ryhmän S harjoitusohjelma sisälsi kahden viikon aikana neljä harjoitusta, joista kolme oli voimaharjoitusta ja yksi kestävyysharjoitus. Ryhmällä E oli vastaavana ajanjaksona kolme kestävyysharjoitusta ja yksi voimaharjoitus. SE -ryhmällä oli kahden viikon aikana kaksi voima- ja kaksi kestävyysharjoitusta. Edellä mainitusta minimimäärästä riippumatta sotilaita kannustettiin jatkamaan vähintään operaatiota edeltänyttä harjoittelurytmiään, mutta painottamaan voima- ja kestävyysharjoitteluun arvotun ohjelman sisällön mukaisesti. Harjoittelun laatu ja määrä raportoitiin päiväkirjoilla.

## 7.3 Tulokset

Toimialueen ulkolämpötila oli koko tutkimusjakson ajan Tshadissa 31,9 (vaihteluväli 18,1–37,7) ja Libanonissa 22,3 (vaihteluväli 11,1–35,9) celsiusastetta.

Sotilaiden fyysinen aktiivisuus oli molemmissa tutkimuksissa melko alhainen. SOTKU-tutkimuksessa mitattiin fyysistä aktiivisuutta vain yhden päivän ajan, jolloin keskimääräinen askelmäärä oli 5 797 (vaihteluväli 1 415–15 395). Vaihtelua selittää sotilastyötehtävä, koska osa sotilaista oli päivän aikana partioimassa ja osa tukikoh-tapalvelussa. Noin yhdentoista tunnin rekisteröintiajasta 8 tuntia (73 %) oli inaktiivisuutta (MET<1,5), keskimäärin 2 tuntia 24 minuuttia oli matalatehoista aktiivisuutta ja kohtuukuormitteista aktiivisuutta 34 minuuttia päivässä [21]. KRITOKY-tutkimuksessa [22] päivittäisten kävelyaskelten määrä väheni (–10 %) alku- ja välimittauksen välillä (9229±2540 vs. 7905±2448 askelta,  $p<0,01$ ): Alku- ja lopputilanteen välillä ero oli –6 prosenttia (9229±2540 vs. 8339±2488 askelta,  $p<0,05$ ). Juoksuaskelten määrä ei muuttunut (1005±817 vs. 921±835 vs. 1052±1005 askelta) seurantajakson aikana. KRITOKY-tutkimuksessa fyysisen aktiivisuuden rekisteröinti-aika oli keskimäärin 13 tuntia, josta 10,0–10,5 tuntia (77–81 %) oli inaktiivisuutta (taulukko 2).

Taulukko 7.2 Sotilaiden ( $n = 46$ ) päivittäinen fyysinen aktiivisuus (keskiarvo ± keskihajonta) KRITOKY-tutkimuksen eri vaiheissa. \*: Keskiarvo poikkeaa merkitsevästi alkumittauksesta ( $p<0,05$ ), †: Keskiarvo poikkeaa merkitsevästi välimittauksesta ( $p<0,05$ ).

1 MET = lepoaineenvaihdunta ( $VO_2$  3,5 ml/kg/min)

	MET<1,5 (h:min)	MET 1,5-3,0 (h:min)	MET 3,0-6,0 (h:min)	MET>6,0 (h:min)	MET (ka)
<b>Alku</b>	10:30±1:54	1:42±0:24	1:24±0:24	0:12±0:06	1,57±0,16
<b>Väli</b>	10:00±1:48 *	1:36±0:24 *	1:12±0:18 *	0:06±0:06	1,54±0,17
<b>Loppu</b>	10:30±2:00 †	1:36±0:24	1:18±0:18 *	0:12±0:06	1,55±0,18

MET -luokitus: MET<1,5 = inaktiivisuus, MET 1,5–3,0 = matalatehoinen aktiivisuus, MET 3,0–6,0 = kohtuukuormitteinen aktiivisuus, MET>6,0 = rasittava aktiivisuus [23].

Pääosa SOTKU-tutkimuksen sotilaista harrasti voimaharjoittelua 1–3 kertaa viikossa ja saman verran kestävyysliikuntaa operaatioalueella. Sotilaiden kehonpaino laski (–3,5 %;  $\Delta$  2,8 kg,  $p<0,01$ ) operaation aikana, mutta lihas- tai rasvamassassa ei havaittu muutoksia [21]. Seerumin testosteroni- ja kortisolitasoissa ei myöskään havaittu muutoksia alku- ja loppumittauksen välillä. Insuliinin kaltaisen kasvutekijän (IGF-I) pitoisuus oli alhaisempi ( $p<0,05$ ) tutkimusjakson lopussa kuin alku- ja välimittauksissa (alku  $33,1 \pm 5,9$  nmol/L; väli  $33,8 \pm 5,1$  nmol/L; loppu  $29,6 \pm 6,5$  nmol/L). Kehonpainon nousu oli yhteydessä kortisolitason aamuvasteen nousuun ( $r = 0,517$ ,  $p = 0,019$ ) [18].

KRITOKY-tutkimuksessa voima- ja kestävyysharjoittelua harrastettiin keskimäärin  $3,2 \pm 1,5$  kertaa viikossa, josta  $1,5 \pm 0,9$  painottui voima- ja  $1,7 \pm 1,2$  kestävyysliikuntaan. Harjoitusohjelmia noudattaneiden sotilaiden (interventoryhmät yhdistettynä) kehonpaino nousi 0,5 prosenttia operaation aikana ( $\Delta$  0,43 kg,  $p<0,05$ ) ja verrokkiryhmällä 1,3 prosenttia ( $\Delta$  0,68 kg,  $p<0,05$ ). Lihasmassa kasvoi interventoryhmillä 0,9 prosenttia

( $\Delta$  0,36 kg,  $p < 0,05$ ), mutta ei verrokkiryhmällä. Seerumin testosteronitaso nousi operaation aikana interventoryhmillä 10 prosenttia ( $\Delta$  1,6 nmol/L,  $p < 0,05$ ) ja kortisolitaso laski yhdeksän prosenttia ( $\Delta$  -37 nmol/L,  $p < 0,05$ ), mutta verrokkiryhmällä ei havaittu muutoksia. Vastaavasti interventoryhmien testosteroni-kortisolisuhte parani 24 prosenttia.

SOTKU-tutkimuksen [18] kuntotestitulokset säilyivät tarkastelujakson aikana pääosin muuttumattomina. Sotilaiden kevennyshypyn tulos parani operaation aikana 22 prosenttia ( $\Delta$  7,9 cm) ja istumaannousun tulos 11 prosenttia ( $\Delta$  5 toistoa). Kestävyyskunnossa ei havaittu muutoksia, mutta heikompi lähtötason kestävyyskunto oli yhteydessä korkeampaan syljen alfa-amylaasitasoon operaation aikana ( $r = -0,50$ ,  $p < 0,05$ ). SOTKU-tutkimuksen tulokset kehonkoostumuksen ja fyysisen kunnon mittauksista on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 7.3 Sotilas kuumassa (SOTKU) -tutkimusryhmän (N=19) ja kontrolliryhmän (N=11) kehon koostumuksen ja fyysisen toimintakyvyn keskiarvot, keskihajonnat, sekä suhteelliset muutokset alku- ja loppumittauksien välillä.

Muuttuja	Tutkimusryhmä				Kontrolliryhmä	
	Alku	Loppu	Muutos-%	p-arvo	Alku	Loppu
Paino (kg)	78,4±11,5	75,6±8,6	-3,5	0,007**	72,3±9,1	72,5±9,2
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24,3±3,0	23,4±2,1	-3,5	0,006**	22,9±1,9	23,0±1,9
Rasva%	13,3±5,2	12,6±3,7	-5,4	0,308	14,6±5,3	13,3±5,4
Rasvamassa (kg)	10,8±5,7	9,7±3,7	-10,2	0,124	10,5±3,4	9,6±3,6
Ihonalainen rasva (cm <sup>2</sup> )	49,3±1,8	45,4±16,0	-8,0	0,063		
Puristusvoima (kg)	50,2±5,11	52,1±6,5	4,0	0,123		
Istumaannousu (toistoa/min)	45,9±9,6	51,3±6,7	10,9	0,01**		
Etunojapunnerrus (toistoa /min)	45,6±9	48,1±11,5	4,3	0,238		
Toistokyky (toistoa /min)	58,1±6,9	57,6±6,8	0	0,788		
12 min juoksutesti (m)	2785±238	2749±237	1,3	0,276		
Maksimivoima (N)	3042±614	3277±706	7,2	0,078	2949±760	2771±841
Kevennyshyppy (cm)	28,9±4,3	36,8±2,6	21,5	<0,001***	44,1±5,9	44,1±5,9

\*\* Tilastollisesti merkitsevä muutos koeryhmällä alku- ja loppumittausten välillä,  $p < 0,01$ ,

\*\*\* tilastollisesti erittäin merkitsevä muutos koeryhmällä alku- ja loppumittausten välillä,  $p < 0,001$ .

KRITOKY-tutkimuksessa alaraajojen maksimivoima kehittyi interventoryhmillä 13 prosenttia ja etenkin voimapainotteisen ryhmän 18 prosentin kehitys oli verrokkiryhmää ( $\Delta$  740 N vs. 129 N,  $p < 0,05$ ) parempi. Huomionarvoista oli lisäksi, että verrokkiryhmällä havaittiin operatiivisen valmiuden kannalta negatiivisia muutoksia, kuten vauhdittoman pituushyppytuloksen heikkeneminen 2,4 prosenttia ( $\Delta$   $-5,6$  cm,  $p < 0,05$ ) koko tutkimuksen aikana ja yläraajojen maksimivoiman heikkeneminen 3,4 prosenttia ( $\Delta$   $-37,3$  N,  $p < 0,05$ ) tutkimuksen loppupuoliskolla. Keski- ja ylävartalon lihaskestävyys parani kaikilla interventoryhmillä (interventoryhmät yhdistettynä, istumaannousu 15 %, etunojapunnerrus 6 %, käsinkohonta 30 %) sekä myös verrokkiryhmällä etunojapunnerrustestin tulosta lukuun ottamatta (istumaannousu 15 %, käsinkohonta 30 %).

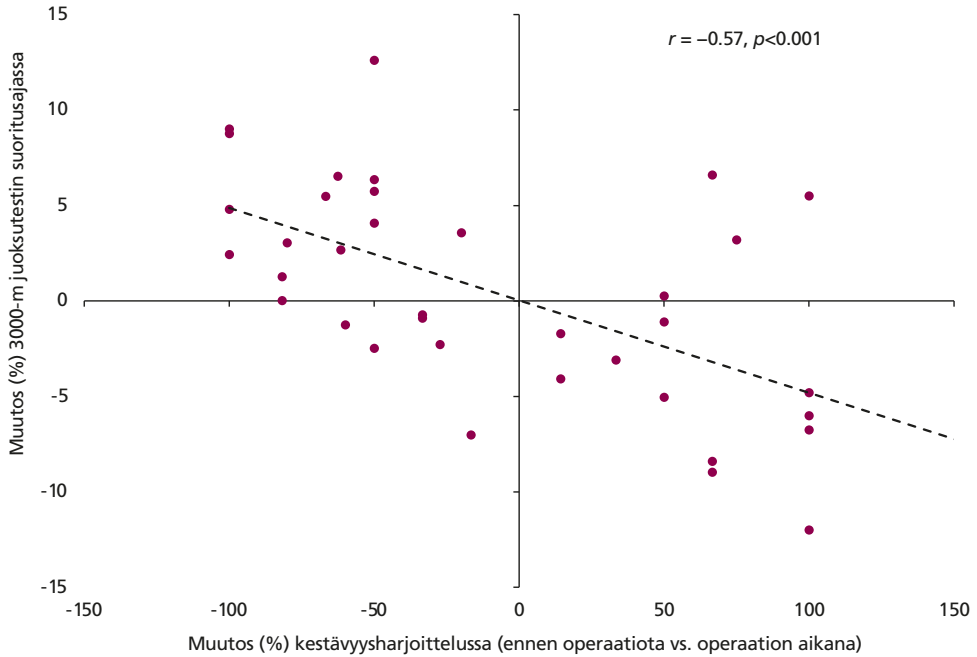
Kestävyyskunto säilyi KRITOKY-tutkimuksessa lähtötilanteen tasolla kaikilla ryhmillä. Tutkimuksen interventoryhmien sotilaat jaettiin lisäksi kestävyyskunnan muutoksen perusteella kahteen ryhmään. Toiseen ryhmään sijoitettiin sotilaat, jotka paransivat kestävyystestitulostaan ( $n = 25$ ), ja toiseen ne ( $n = 24$ ), joiden tulos ei parantunut tai se heikkeni operaation aikana [24]. Ryhmien välinen vertailu osoitti, että kestävyyskuntoon parantaneiden sotilaiden rasvamassa oli lähtötilanteessa suurempi ( $13 \pm 4$  kg vs.  $10 \pm 6$  kg,  $p < 0,001$ ) ja lihasmassa pienempi ( $38 \pm 4$  kg vs.  $40 \pm 4$  kg,  $p < 0,05$ ) kuin vertailuryhmällä. Lisäksi kestävyyskuntoon parantaneiden alaraajojen maksimivoima oli lähtötilanteessa vertailuryhmää alhaisempi ( $3959 \pm 532$  N vs.  $4564 \pm 1116$  N,  $p < 0,05$ ) ja heidän vauhdittoman pituushypyn tulos ( $227 \pm 16$  cm vs.  $242 \pm 27$  cm,  $p < 0,05$ ) sekä tehtäväsimulaatoradan suoritus aika ( $156$  s vs.  $143$  s,  $p < 0,05$ ) olivat vertailuryhmää heikkomat [24].

Kestävyystestitulostaan parantaneet raportoivat harrastaneensa ennen operaatiota voimaharjoittelua vähemmän kuin vertailuryhmä ( $1,8 \pm 1,4$  krt/vko vs.  $2,9 \pm 1,2$  krt/vko,  $p < 0,01$ ). Vastaavasti voimaharjoittelun määrä oli operaation aikana kestävyyskuntoon parantaneilla pienempi sekä harjoitusfrekvenssin ( $1,3 \pm 0,7$  krt/vko vs.  $2,1 \pm 2,4$  krt/vko,  $p = 0,052$ ) että -volyymien ( $14354 \pm 6076$  kg/vko vs.  $19489 \pm 6202$  kg/vko,  $p = 0,010$ ) osalta. Haastatteleamalla selvitetty kestävyysarjoittelun määrä lisääntyi operaation aikana kestävyyskuntoon parantaneella ryhmällä, kun vertailuryhmällä harjoittelun määrä väheni ennen operaatiota toteutetusta harjoittelusta ( $\Delta$   $28 \pm 57$  % vs.  $-40 \pm 64$  %,  $p < 0,001$ ) [24].

Kestävyyskuntoon parantaneiden ryhmän kehon paino ja rasvamassan määrä pienenevät, kun vertailuryhmällä paino ( $\Delta$   $-1 \pm 3$  % vs.  $2 \pm 3$  %,  $p < 0,001$ ), ja rasvamassa ( $\Delta$   $-8 \pm 12$  % vs.  $14 \pm 20$  %,  $p < 0,001$ ) kasvoivat. Näiden lisäksi kestävyyskuntoon parantaneen ryhmän tulokset paranivat vertailuryhmää enemmän etunojapunnerrustestissä ( $\Delta$   $28 \pm 22$  % vs.  $12 \pm 26$  %,  $p = 0,004$ ) ja tehtäväsimulaatoradalla ( $\Delta$   $-14 \pm 7$  % vs.  $-8 \pm 7$  %,  $p = 0,006$ ). Korrelaatiotarkastelu osoitti, että erityisesti kestävyysarjoittelun aktiivisuuden muutos oli yhteydessä kestävyyskunnan muutokseen kuuden kuukauden operaatioissa (Kuva 2). [24]



Kuva 7.2 Kestävyysharjoittelun muutoksen (ennen operaatiota vs. operaation aikana) yhteys 3000-m suoritusajan muutokseen ( $r = -0.57, p < 0.001$ ).



Tehtäväsimaatiotestien tulokset paranivat jokaisella ryhmällä kaikissa mittauspisteissä. Testin suoritusajaa ennusti alkutestissä voimakkaimmin taisteluvälineissä suoritettu vertikaalihyppy ( $r = -0,66, p < 0,001$ ). Kehon lihasmassalla oli myös käänteinen vaikutus suoritusajaan ( $r = -0,47, p < 0,001$ ), kun taas rasvamassalla oli suoritusajaa heikentävä vaikutus ( $r = 0,53, p < 0,001$ ). Vertikaalihyppy taisteluvälineissä, 3000-m suoritusajaa, lihasmassa sekä etunojapunnerrustestien tulos yhdessä testin selittivät 66 prosenttia ( $R^2_{adj.} = 0,658, p < 0,001$ ) vaihtelusta suoritusajan muutoksessa [25]. Tehtäväsimaatiotestituloksen suhteellista (%) muutosta operaation aikana ennustivat pitkälti samat muuttujat kuin suoritusajan muutosta alkutestissäkin, mutta osa suoritusajan paranemisesta selittynee myös oppimisvaikutuksella. Korkeimmat muutosten väliset korrelaatiot havaittiin radan suoritusajan ja 3000-m suoritusajan ( $r = 0,48, p < 0,001$ ), rasvamassan ( $r = 0,42, p < 0,01$ ) sekä etunojapunnerrusten ( $r = -0,33, p < 0,05$ ) välillä. Suhteelliset muutokset 3000-m suoritusajassa sekä lihasmassassa selittivät yhdessä 32 prosenttia ( $R^2_{adj.} = 0,322, p < 0,05$ ) vaihtelua radan suoritusajan muutoksessa.



## 7.4 Pohdinta

Tutkimustulokset osoittivat, että molempien edellä mainittujen kriisinhallintaoperaatioiden aiheuttama fyysinen kuormitus oli alhainen. Sotilailla havaitut fysiologiset muutokset viittasivat jopa parempaan palautumistilaan operaation lopussa kuin sen alussa. Fyysisen aktiivisuuden mittaukset osoittivat, että päivittäiseen työhön sisältyi vähän fyysistä aktiivisuutta ja suurin osa valveaoloajasta oli hyvin matalatehoista työtä. Esimerkiksi KRITOKY-tutkimuksessa vain 10 prosenttia valveaoloajasta ylitti vähintään kohtuukorkean aktiivisuuden tason ja yksi prosentti kokonaisajasta oli rasittavaa aktiivisuutta.

Tutkimusten aikainen operatiivinen turvallisuustilanne oli rauhallinen, mutta silti herkkä nopeille ja odottamattomille muutoksille. Turvallisuustilanne edellytti kuitenkin sotilailta jatkuvaa valppautta, tilannetietoisuutta sekä valmiutta ja kykyä toimia erilaisissa häiriötilanteissa. Tshadin operaation korkeat ympäristön, ajoneuvojen ja majoitustilojen päivälämpötilat aiheuttivat merkittävän operatiivisen lisäkuormitustekijän. Molemmissa operaatioissa useat työtehtävät sisälsivät varsin vähän liikkumista jalan. Vartiointi ja valvontatehtävät suoritettiin pääosin ajoneuvopartioina tai paikallaan seisten. Toisaalta

alueen turvallisuustilanne rajoitti sotilaiden vapaa-ajan liikkumista tukikohdan ulkopuolella molemmissa operaatioissa.

Molemmissa tutkimuksissa mittauksiin osallistuneet sotilaat säilyttivät pääosin lähtötilanteen fyysisen toimintakyvyn tasonsa tai jopa paransivat sitä hieman operaatioiden aikana. SOTKU-tutkimuksessa kevennyshypyn ja istumaannousun suoritukset paranivat muiden toistotestitulosten säilyessä lähtötasolla. KRITOKY-tutkimuksessa kaikki interventoryhmät paransivat toistotesteillä arvioitua lihaskestävyyttä. Vastaavia tuloksia on saatu, esimerkiksi kuuden kuukauden ISAF (International Security Assistance Force) operaatiosta Afganistanista [17] sekä Yhdysvaltain armeijan kansalliskaartin 10–15 kuukauden operaatioista Irakissa ja Afganistanissa [13].

KRITOKY-tutkimuksessa alaraajojen maksimivoima kehittyi kaikilla interventoryhmillä, mutta ei verrokkiryhmällä. Tätä tulosta tukee se, että harjoitusohjelmaa noudattaneiden sotilaiden harjoittelu painottui hieman verrokkiryhmää enemmän alaraajojen voimantuottoon. Myös kolmessa aiemmassa sotilasoperaatiotutkimuksessa [12–14] alaraajojen maksimivoiman on raportoitu kehittyneen 8–14 prosenttia 11–13 kuukauden seurannan aikana. Jalkojen maksimivoima on sotilaan tärkeä ominaisuus lisäkantamusten kanssa suoritettavissa nopeissa, 1–3 minuutin liikesuorituksissa [25], mutta toisaalta liiketaloudellisuuden kannalta myös pitkäkestoisemmissä suorituksissa [26].

Kestävyyskunto kyettiin ylläpitämään molemmissa suomalaistutkimuksissa operaatiota edeltäneellä tasolla. KRITOKY-tutkimuksessa interventoryhmien välillä saavutettiin harjoitteluspesifejä vasteita, kuten kestävyyspainotteisella (E) ryhmällä havaittiin suurin tulosparannus 3000-m juoksupainotestissä. Kestävyyskuntomuutosten tarkastelu osoitti lisäksi, että välttyäkseen kunto-ominaisuuden heikkenemiseltä, kyseisen ominaisuuden harjoittelua tulisi jatkaa vähintään operaatiota edeltäneellä tasolla [24]. Kestävyyskuntoaan parantaneilla tämä tavoite oli helpompi saavuttaa, koska heidän harjoittelumääränsä ennen operaatiota oli vertailuryhmää pienempi. Samansuuntaisia tuloksia on havaittu myös aiemmissa tutkimuksissa [10,11,13]. Dyrstad ym. [10] seurantatutkimuksessa KFOR -operaatiossa havaittiin yhteys harjoittelumäärän ja kestävyyskunnan muutoksen välillä ( $r = 0,46$ ,  $p < 0,001$ ). Ylläpitävän harjoittelun minimimäärän todettiin olevan noin 200 minuuttia viikossa. Warr ym. [13] havaitsivat käänteisen yhteyden kestävyyskunnan ja operaationaikaisten, mutta taisteluihin liittymättömien lääkärikäyntien välillä. Yhdessä nämä havainnot korostavat tarvetta voima- ja kestävyysharjoittelun yksilölliseen ohjelmointiin sekä fyysisen toimintakyvyn ylläpitoon operaation aikana.

KRITOKY-tutkimukseen kehitetyn tehtäväsimulaattorin suoritusaikaa selittivät voimakkaimmin vertikaalihyppy taisteluvälinevarustuksessa, kehon lihasmassa, 3000-m juoksupainotestiaika sekä etunojapunnerrusten määrä minuutissa [25]. Vastaavia yhteyksiä on osoitettu myös aiemmissa tutkimuksissa. Esimerkiksi O'Neal ym. [27] katsauksessa korostettiin alaraajojen räjähtävän voimantuoton merkitystä erityisesti paikaltaan suoritettavissa nopeissa liikesuorituksissa kuten syöksyissä. Syöksyjen etenemisnopeuden ja pituuden on osoitettu olevan yhteydessä todennäköisyyteen saada suoran tulen osuma [28]. Kestävyyskunnan positiivinen vaikutus sekä lyhyt- [29] että pitkäkestoisiin [30]

sotilaille tyypillisten tehtävien suoritusnopeuteen on osoitettu useammassa tutkimuksessa. Lihasmassan ja erityisesti lihasmassan suhde rasvamassaan sekä kannettavaan kuormaan osoittautui KRITOKY-tutkimuksessa edellä mainittujen fyysisen toimintakyvyn muuttujien ohella tärkeäksi selittäväksi tekijäksi menestymiseen tehtäväsimulaatio-radalla [25]. Kehonkoon ja lihasmassan määrän hyödyt korostuvat vastaavissa lyhytkestoisissa suorituksissa [29] ja erityisesti kannettavan kuorman kasvaessa [31].

Sotilaiden fyysisen toimintakyvyn tulisi säilyä jatkuvassa valmiudessa mahdollisimman korkealla tasolla koko sotilasoperaation ajan [14]. Fyysisen harjoittelun suositukseksi on kirjallisuudessa esitetty 1–2 kertaa viikossa kestävyysharjoittelua ja sen lisäksi voimaharjoittelua 1–2 kertaa viikossa [32]. Yhdistetty kestävyys- ja voimaharjoittelu on todettu tehokkaimmaksi menetelmäksi ylläpitää sotilaiden fyysistä toimintakykyä. Harjoittelun ohjelmoinnissa on lisäksi otettava huomioon operaation kuormitustekijät, kuten fyysisesti tai henkisesti raskaat työtehtävät [32]. Harjoittelua ei suositella tehtävän päivän kuumimman lämpötilan aikana, koska pelkästään työskentely kuumassa muodostaa elimistölle merkittävän lisäkuormituksen [21,32]. KRITOKY-tutkimuksen tulokset tukevat näkemystä, jonka mukaan voima- ja kestävyysharjoittelua tulisi harrastaa operaation aikana 2–4 kertaa viikossa. Useat työtehtävät operaatioissa edellyttävät sotilailta hyviä alaraajojen maksimi- ja räjähtävän voiman ominaisuuksia sekä riittävää aerobista kestävyyttä. Tämän lisäksi suhteellisesta lihasmassasta on merkittävää hyötyä vaativissa sotilastyötehtävissä. Sotilaiden fyysisen harjoittelun tulisikin sisällyttää edellä mainittuja ominaisuuksia ylläpitäviä ja kehittäviä harjoittelumuotoja [33]. Kestävyysharjoittelua tulisi jatkaa operaatiota edeltävällä tasolla ja lisätä niiden osalta, jotka ovat liikunnallisesti passiivisia ennen operaation alkua. Harjoittelun velvoittavuutta tulisi myös harkita, jotta varmistetaan, että vähemmän motivoituneet ja liikunnallisesti passiiviset sotilaat ylläpitävät fyysistä toimintakykyään operaation edellyttämällä minimitasolla. Edellä mainitut tutkimukset ovat osoittaneet, että operaatioihin osallistuvilla sotilailta on hyvin vaihteleva harjoittelutausta, ja siksi harjoittelua tulisi ohjelmoida mahdollisimman yksilöllisesti. Fyysisen toimintakyvyn tehtäväkohtaisilla testeillä voidaan harjoittelua suunnata yksilöllisesti kunkin sotilaan tarpeiden ja heikkouksien mukaisesti.

## 7.5 Johtopäätökset

Tutkimusten perusteella ei voida antaa yksityiskohtaista suositusta kaikille sotilaille optimaalisesta fyysisestä harjoittelusta kriisinhallintaoperaatiossa. Tästä huolimatta voidaan sotilaille yleisesti suositella yhdistettyä voima- ja kestävyysharjoittelua 2–4 kertaa viikossa. Harjoittelun ohjelmoinnissa on otettava huomioon mahdolliset fyysiset ja/tai henkiset lisäkuormitustekijät, kuten ilman lämpötila ja stressiä aiheuttavat työtehtävät. Ohjelmoinnissa tulisi lisäksi ottaa huomioon yksilölliset lähtökohdat, kuten esimerkiksi operaatiota edeltävä harjoitushistoria ja liikunta-aktiivisuus. Tavoitteena tulisi olla vähintään operaatiota edeltäneen harjoitusmäärän ja liikunta-aktiivisuuden säilyttäminen. Voima-

ja kestävyysharjoittelun painotusta voidaan suunnata sotilastyötehtävien vaatimusten mukaisesti sekä säädellä operaation aikana mahdollisten heikkouksien kehittämiseen ja vahvuuksien ylläpitämiseen. Kehonkoostumuksen ja/tai fyysisen toimintakyvyn säännöllinen testaaminen tukee sotilaiden toimintakyvyn ylläpitoa ja harjoittelun ohjelmointia. Säännöllistä ohjattua ja/tai johdettua fyysistä harjoittelua sekä fyysisen kunnon seuranta tulisi lisäksi harkita kaikissa operaatioissa, koska sotilaiden harjoittelumotivaatioissa ja harjoittelumäärissä on suurta vaihtelua. Joukko on yhtä toimintakykyinen kuin sen heikoin lenkki.

## 7.6 Toimenpidesuositukset ja jatkotutkimustarpeet

- Operaatioissa, joissa työn fyysinen kuormitus on alhainen, tulisi harkita säännöllistä palvelusvelvollisuudella johdettua 2–4 kertaa viikossa toteutettavaa yhdistettyä voima- ja kestävyysharjoittelua osana päivittäistä koulutusta. Harjoittelulla varmistetaan joukon fyysisen toimintakyvyn ylläpito ja valmius koko operaation ajan.
- Harjoittelu voisi osin perustua omatoimisuuteen, mutta harjoitteluun tulisi sisällyttää ohjattua alaraajojen maksimi- ja räjähtävää voimaa ylläpitäviä ja/tai kehittäviä harjoitteita, kuten esimerkiksi yleisimmät painonnosto- ja voimanostoliikkeet (kyykky, rinnalleveto, maastaveto).
- Voima- ja kestävyysharjoittelun keskinäinen suhde voisi olla 1:1, mutta etenkin kestävyysharjoittelussa tulisi säilyttää vähintään operaatiota edeltänyt harjoitustaso.
- Säännöllisillä, esimerkiksi kerran kuukaudessa toteutettavilla kehonkoostumuksen mittauksilla voitaisiin ohjata voima- ja kestävyysharjoittelun painotusta. Kehon rasvamassan kasvaessa harjoittelua painotetaan kestävyuden suuntaan ja päinvastoin. Ravitsemuksella on luonnollisesti itsenäinen merkitys kehonkoostumuksen ylläpidossa ja palautumisessa.
- Yllä esitettyjen suositusten mukaista harjoittelua tulisi harkita toimeenpantavaksi kaikissa kansainvälisessä sotilasoperaatioissa. Samalla operaatioiden olosuhteisen kehittämisessä tulisi ottaa huomioon mahdollisimman laadukkaat ja tarkoituksenmukaiset kestävyys- ja voimaharjoitteluolosuhteet ja -välineet.

## Lähteet

1. Erdman J, Bistran B, Clarkson P, Dwyer J, Klein B, Lane H, Manore M, O'Neil P, Russell R, Tepper B, Tipton K, Yates A. 2006. Nutrient composition of rations for short-term, high-intensity combat operations. Washington, DC: The National Academies Press.
2. Sharp M, Patton J, Vogel J. 1998. A database of physically demanding tasks performed by U.S. army soldiers. [Internet]. Natick: Military Performance Division, U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine.
3. Pihlainen K, Santtila M, Häkkinen K, Lindholm H, Kyröläinen H. Cardiorespiratory Responses Induced by Various Military Field Tasks. *Mil Med.* 2014; 179 (2): 218–224.
4. Henning P, Bong-Sup P, Jeong-Su K. Physiological decrements during sustained military operational stress. *Mil Med.* 2011; 176(9): 991–997.
5. Nindl B, Castellani J, Warr B et al. Physiological Employment Standards III: physiological challenges and consequences encountered during international military deployments. *Eur J Appl Physiol.* 2013, 113(11), 2655-2672.
6. Richmond V, Rayson M, Wilkinson D, Carter J, Blacker S, Nevill A, Ross J, Moore S. Development of an operational fitness test for the Royal Air Force. *Ergonomics.* 2008; 51(6): 935–946.
7. Taylor N, Groeller H. Work-based physiological assessment of physically-demanding trades: a methodological overview. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2003; 22(2): 73–81.
8. Payne W, Harvey J. A framework for the design and development of physical employment tests and standards. *Ergonomics.* 2010; 53(7): 858–871.
9. Harman E, Gutekunst D, Frykman P, Sharp M, Nindl B, Alemany J, Mello R. Prediction of simulated battlefield physical performance from field-expedient tests. *Mil Med.* 2008; 173(1): 36–41.
10. Dyrstad SM, Miller BW, Hallén J. Physical fitness, training volume, and self-determined motivation in soldiers during a peacekeeping mission. *Mil Med.* 2007 Feb;172(2):121-7.
11. Sharp M, Knapik J, Walker L, Burrell L, Frykman P, Darakjy S, Lester M, Marin R. Physical fitness and body composition after a 9-month deployment to Afghanistan. *Med Sci Sports Exerc.* 2008; 40(9):1687–92.
12. Lester M, Knapik J, Catrambone D, Antczak A, Sharp M, Burrell L, Darakjy S. Effect of a 13-month deployment to Iraq on physical fitness and body composition. *Mil Med.* 2010; 175(6):417–23.
13. Warr BJ, Heumann KJ, Dodd DJ, Swan PD, Alvar BA. Injuries, changes in fitness, and medical demands in deployed National Guard soldiers. *Mil Med.* 2012 Oct;177(10): 1136-42.
14. Warr B, Scofield D, Spiering B, Alvar B. Influence of training frequency on fitness levels and perceived health status in deployed national guard soldiers. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(2): 315–322.
15. Fallowfield JL, Delves SK, Hill NE, Cobley R, Brown P, Lanham-New SA, Frost G, Brett SJ, Murphy KG, Montain SJ, Nicholson C, Stacey M, Ardley C, Shaw A, Bentley C, Wilson DR, Allsopp AJ. Energy expenditure, nutritional status, body composition and physical fitness of Royal Marines during a 6-month operational deployment in Afghanistan. *Br J Nutr.* 2014 Sep 14;112(5):821-9.
16. Farina EK, Taylor JC, Means GE, et al. Effects of Combat Deployment on Anthropometrics and Physiological Status of U.S. Army Special Operations Forces Soldiers. *Mil Med.* 2017;182(3):e1659-e1668.

17. Sedliak M, Sedliak P, Vaara JP. Effects of 6-Month Military Deployment on Physical Fitness, Body Composition, and Selected Health-Related Biomarkers. *J Strength Cond Res.* 2019 Feb 27. [Epub ahead of print]
18. Lindholm H, Rintamäki H, Rissanen S, Simonen R, Kyröläinen H, Nyman KK, Holsen M, Mäntysaari M, Leskinen J, Heinonen T, Virtala M, Pihlainen K, Santtila M. 2012. Sotilas kuumassa – toimintakyvyn turvaaminen sekä seulonamenetelmän kehittäminen. Loppuraportti. Juvenes Print, Tampereen yliopistopaino. Tampere. ISBN 978-951-25-2300-9.
19. Pihlainen K, Santtila M, Nyman K, Nykänen T, Mäntysaari H, Vaara J, Vasankari T, Rintala H, Mäkinen J, Viskari J, Kyröläinen H. 2016. Sotilaan toimintakyvyn tutkimus Libanonin UNIFIL kriisinhallintaoperaatioissa – KRITOKY 2014. Osa 1. Toimintakyvyssä ja terveydentilassa tapahtuneet muutokset, kuormittuminen sekä ravintokäyttäytyminen. Juvenes Print. Tampere. ISBN: 978-951-25-2738-0.
20. Pihlainen K, Santtila M, Koski H, Kyröläinen H. 2017. Sotilaan toimintakyvyn tutkimus Libanonin UNIFIL kriisinhallintaoperaatioissa – KRITOKY 2014. Osa 2. Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutukset kehon koostumukseen ja fyysiseen toimintakykyyn. Juvenes Print. Tampere. ISBN: 978-951-25-2872-1.
21. Rintamäki H, Kyröläinen H, Santtila M, Mäntysaari M, Simonen R, Torpo H, Mäkinen T, Rissanen S, Lindholm H. From the subarctic to the tropics: Effects of 4-month deployment on soldiers' heat stress, heat strain and physical performance. *J Strength Cond Res.* 2012; 26(7): S45–S52.
22. Pihlainen K, Santtila M, Vasankari T, Häkkinen K, Kyröläinen H. Evaluation of occupational physical load during 6-month international crisis management operation. *Int J Occup Med Environ Health.* 2018 Jan 7;31(2):185-197
23. Howley E. Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(6) S364–S369.
24. Pihlainen K, Häkkinen K, Santtila M, Raitanen J, Kyröläinen H. Differences in Training Adaptations of Endurance Performance during Combined Strength and Endurance Training in a 6-Month Crisis Management Operation. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Mar 5;17(5). pii: E1688.
25. Pihlainen K, Santtila M, Häkkinen K, Kyröläinen H. Associations of Physical Fitness and Body Composition Characteristics With Simulated Military Task Performance. *J Strength Cond Res.* 2018 Apr;32(4):1089-1098.
26. Balsalobre-Fernández C, Santos-Concejero J, Grivas GV. Effects of Strength Training on Running Economy in Highly Trained Runners: A Systematic Review With Meta-Analysis of Controlled Trials. *J Strength Cond Res.* 2016; .30(8): 2361-2368.
27. O'Neal E, Hornsby J, Kelleran K. High-Intensity Tasks with External Load in Military Applications: A Review. *Mil Med.* 2014; 179(9): 950–954.
28. Billing D, Silk A, Tofari P, Hunt A. Effects of Military Load Carriage on Susceptibility to Enemy Fire During Tactical Combat Movements. *J Strength Cond Res.* 2015; 29(11S): S134–S138.
29. Angeltveit A, Paulsen G, Solberg P, Raastad T. Validity, Reliability, and Performance Determinants of a New Job-Specific Anaerobic Work Capacity Test for the Norwegian Navy Special Operations Command. *J Strength Cond Res.* 2016; 30(2): 487–496.
30. Santtila M, Häkkinen K, Kraemer W, Kyröläinen H. Effects of Basic Training on Acute Physiological Responses to a Combat Loaded Run Test. *Mil Med.* 2010; 175(4): 273-29.
31. Lyons J, Allsopp A, Bilzon J. Influences of body composition upon the relative metabolic and cardiovascular demands of load-carriage. *Occup Med (Lond).* 2005; 55(5): 380–384.

32. Haff G. Periodization for Tactical Populations. Teoksessa: Alvar B, Sell K, Deuster P (toim.). 2017. NCSA's Essentials of Tactical Strength Training and Conditioning. Champaign, IL, Human Kinetics. ISBN: 978-1-4504-5730-9.
33. Kyröläinen H, Pihlainen K, Vaara JP, Ojanen T, Santtila M. Optimising training adaptations and performance in military environment. J Sci Med Sport. 2018 Nov;21(11):1131-1138.