

KAI PIHLAINEN, FT
erikoissuunnittelija
Pääesikunta, koulutusosasto

Fyysinen harjoittelu välttämätöntä sotilasoperaatioiden aikana

Kenttäoloissa sotilaiden fyysisen toimintakyvyn on säilyttävä mahdollisimman korkeana. Voima- ja kestävyysharjoittelua tarvitaan siksi vähintään 2–4 kertaa viikossa koko sotilasoperaation ajan.



Kuva: Puolustusvoimat

OPERATIIVISET SOTILASTYÖTEHTÄVÄT ovat tyypillisesti kuormittavuudeltaan matalatehoisia ja pitkäkestoisia. Työhön sisältyy myös intensiivisempiä jaksoja, joissa energiankulutus voi ylittää 50 prosenttia sotilaan maksimaalisesta suorituskyvystä (Henning, Bong-Sup & Jeong-Su, 2011), mikä pitkittyessään johtaa kuormituksen kumuloitumiseen ja lopulta uupumiseen. Kenttäolosuhteissa sotilaan toimintakykyä heikentävät lisäksi muun muassa energia-, neste- ja univaje, psyykinen stressi sekä ympäristöön liittyvät kuormitustekijät (Nindl ym. 2013), jotka puolestaan vaikuttavat suuresti valmiuden ylläpitoon.

Kuormittumisesta ja fyysisestä harjoittelusta sotilasoperaatioiden aikana on julkaistu kansainvälisesti varsin vä-

hän tutkimustietoa (Dyrstad, Miller & Hallén, 2007; Sharp ym. 2008; Lester ym. 2010; Warr ym. 2012; Rintamäki ym. 2012; Warr ym. 2013; Fallowfield ym. 2014; Farina ym. 2017; Sedliak, Sedliak & Vaara, 2019). Väitöskirjatutkimuksessani selvitin sotilaiden fyysistä aktiivisuutta, hormonaalisia muutoksia (Pihlainen ym. 2018a; Pihlainen ym. 2018b) sekä yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutuksia (Pihlainen ym. 2020a; Pihlainen ym. 2020b) fyysiseen toimintakykyyn kuuden kuukauden ajan UNIFIL-kriisinhallintaoperaatioissa. Libanonin UNIFIL-opeaation tehtävänä oli valvoa Israelin ja Libanonin välisen etelärajan (Blue line) aluetta sekä tukea Libanonin asevoimia rauhanomaisen olojen ylläpitämisessä.

Harjoittelu pitää fyysistä valmiutta yllä

Fyysisen aktiivisuuden rekisteröintiäika oli keskimäärin 13 tuntia, josta 10,0–10,5 tuntia (77–81 %) oli inaktiivisuutta (taulukko 1). Päivittäisten kävelyaskelten määrä väheni alku- ja loppumittausten välillä kuusi prosenttia (9229±2540 vs. 8339±2488 askelta, $p<0,05$) (Pihlainen ym. 2018a).

Sotilaat harrastivat voima- ja kestävyysharjoittelua keskimäärin 3,2±1,5 kertaa viikossa, josta 1,5±0,9 painottui voima- ja 1,7±1,2 kestävyysliikuntaan. Interventoryhmiin kuuluneiden sotilaiden lihasmassa kasvoi operaation aikana yhden prosentin ($p<0,05$). Seerumin testosteronitaso nousi interventoryhmillä kymmenen prosenttia ($p<0,05$) ja kortisolitaso laski yhdeksän prosenttia ($p<0,05$), mutta verrokiryhmällä ei havaittu muutoksia (Pihlainen ym. 2020b).

Alaraajojen maksimivoima kehittyi interventoryhmillä 13 prosenttia ($p<0,05$). Huomionarvoista oli lisäksi, että verrokiryhmällä havaittiin operatiivisen valmiuden kannalta negatiivisia muutoksia, kuten vauhdittoman pituushyppytuloksen heikkeneminen 2,4 prosenttia ($p<0,05$) koko tutkimuksen aikana ja yläraajojen maksimivoiman heikkeneminen 3,4 prosenttia ($p<0,05$) tutkimuksen loppupuoliskolla (Pihlainen ym. 2020b).

Interventoryhmien sotilaat jaettiin lisäksi erillisessä tarkastelussa kestävyyskuntoaan operaation aikana parantaneeseen ryhmään sekä vertailuryhmään, jonka kestävyyskunto ei kehittynyt operaatioalueella (Pihlainen ym. 2020a). Kestävyysharjoittelun määrä lisääntyi operaation aikana kestävyyskuntoaan parantaneiden ryhmässä, kun vertailu-

Taulukko 1. Sotilaiden (n=46) päivittäinen fyysinen aktiivisuus (keskiarvo ± keskihajonta) 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)
Alku	10:30±1:54	1:42±0:24	1:24±0:24	0:12±0:06	1,57±0,16
Väli	10:00±1:48 *	1:36±0:24 *	1:12±0:18 *	0:06±0:06	1,54±0,17
Loppu	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 = kohtuukoormitteinen aktiivisuus, MET>6,0 = rasittava aktiivisuus.

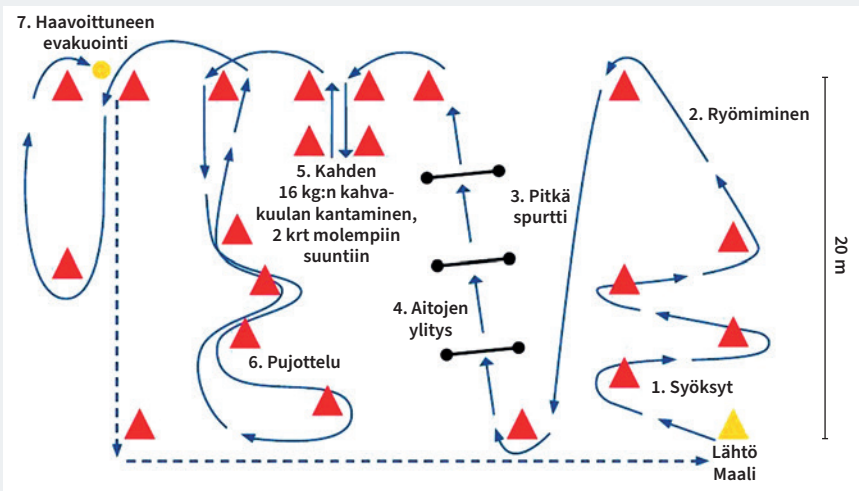
Miten tutkimus tehtiin?

Tutkimukseen osallistui 91 miestä (30±8 vuotta, paino 79±8 kg, pituus 180±7 cm ja BMI 25±2 kg/m²), joiden palvelusaika oli 6–12 kuukautta. Kehonkoostumuksen, fyysisen kunnan (3 000 metrin juoksumatka, lihaskuntotestit ja käsinkohonta, ala- ja yläraajojen isometrinen maksimivoima) mittaukset ja veri- sekä sylkinäyte-määritykset toteutettiin kolme kertaa

(alku-, väli- ja loppumittaus) toimialueella.

Kuntotestien lisäksi suoritettiin 10 vuorokauden fyysisen aktiivisuuden rekisteröinti kiihtyvyyssmittareilla. Sotilaiden fyysistä toimintakykyä arvioitiin myös raskaassa taisteluvälineissä (20±1 kg sekä asereplika 3 kg) tehtäväsimulaattoriradalla, jonka pituus oli 243 metriä (kuva 1).

Sotilaat jaettiin alkumittausten jälkeen satunnaisesti kolmeen yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun interventoryhmään sekä verokkiryhmään. Interventoryhmille jaettiin omatoimisesti toteutettavat harjoitusohjelmat, joiden voima- ja kestävyyspainotus vaihteli ryhmittäin. Verokkiryhmä ei osallistunut ohjelmoituun harjoitteluun.



Kuva 1. Tehtäväsimulaattoriradan rakenne.



Kai Pihlainen

ryhmällä harjoittelun määrä väheni ennen operaatiota toteutetusta harjoittelusta ($\Delta 28 \pm 57\%$ vs. $-40 \pm 64\%$, $p < 0,001$). Myös korrelaatiotarkastelu (kuva 2) osoitti, että kestävyys-harjoittelun suhteellinen muutos (ennen operaatiota vs. operaation aikana) oli yhteydessä 3 000 metrin suoritusajan muutokseen ($r = -0,57$, $p < 0,001$).

Tehtäväsimulaatorin nopeampi suoritus-aika (ka 148 ± 22 s.) oli yhteydessä korkeampaan taisteluvälikäytössä suoritettuun vertikaalihyppyyn ($r = -0,66$, $p < 0,001$) sekä suurempaan kehon lihasmassaan ($r = -0,47$, $p < 0,001$). Suurempi rasvamassa heikensi puolestaan suoritus-aikaa ($r = 0,53$, $p < 0,001$). Vertikaalihyppy taisteluvälikäytössä, 3 000 metrin suoritus-aika, lihasmassa sekä etunojapunnerrustestin tulos yhdessä selittivät 66 prosenttia ($p < 0,001$) tehtäväsimulaatorin suoritusajan vaihtelusta (Pihlainen ym. 2018b).

Liikunta tarpeen vähäisen peruskuormituksen vastapainona

Operatiivinen turvallisuustilanne Libanonissa oli tutkimuksen aikaan rauhallinen, mutta silti herkkä nopeille ja odottamattomille muutoksille, mikä edellytti sotilailta jatkuvaa valmiutta, tilannetietoisuutta ja kykyä toimia erilaisissa häiriötilanteissa. Useat operatiiviset työtehtävät sisälsivät varsin vähän liikkumista jalan, esimerkiksi vartiointi- ja valvontatehtävät suoritettiin pääosin ajoneuvopartioina tai paikallaan seisten. Toisaalta alueen turvallisuustilanne rajoitti myös sotilaiden vapaa-ajan liikkumista tukikohdan ulkopuolella.

Mittausten perusteella sotilaiden fyysinen kuormitus oli melko vähäistä, eikä työskentely ilman lisäharjoittelua todennäköisesti ole riittävä ärsyke ylläpitämään fyysistä toimintakykyä lähtötasolla. Päivittäiseen työhön sisältyi var-

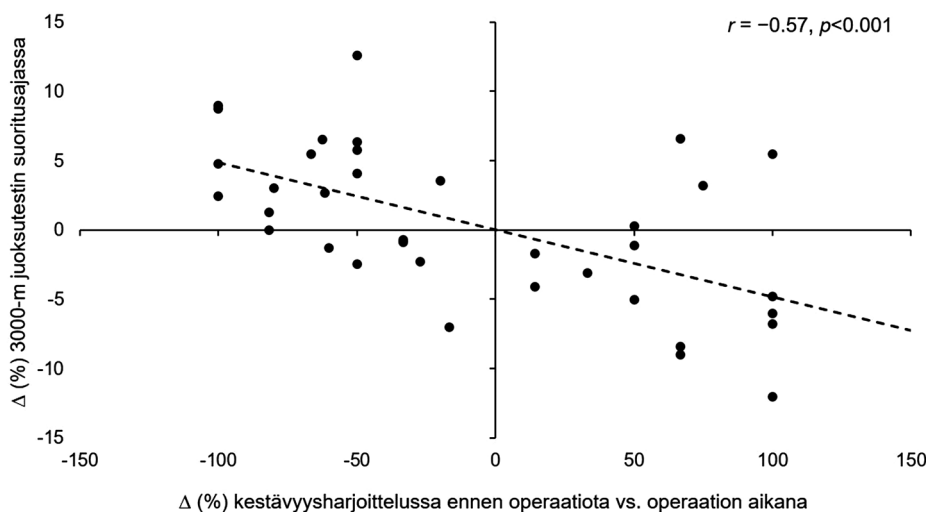
sin vähän aktiivisuutta ja suurin osa valveaoloajasta oli hyvin matalatehoista työtä. Valveaoloajasta kymmenen prosenttia ylitti kohtuukuormitteen aktiivisuuden (MET 3-6) tason ja vain yksi prosentti oli rasittavaa aktiivisuutta (MET >6).

Sotilaat säilyttivät pääosin lähtötilanteen fyysisen toimintakyvyn tasonsa tai jopa paransivat sitä hieman operaation aikana. Alaraajojen maksimivoima kehittyi kaikilla interventioryhmillä, mutta ei verrokeilla. Harjoitusohjelmaa noudattaneiden sotilaiden harjoittelu painottui hieman verrokkiryhmää enemmän alaraajojen voimantuottoon. Alaraajojen maksimivoiman on raportoitu kehittyneen myös kolmessa aiemmassa sotila-

soperaatiotutkimuksessa (Lester ym. 2010; Warr ym. 2012; Warr ym. 2013). Jalkojen maksimivoima on sotilaan tärkeä ominaisuus lisäkantamusten kanssa suoritettavissa nopeissa, 1-3 minuutin liikesuorituksissa (Pihlainen ym. 2018b), mutta toisaalta liiketaloudellisuuden kannalta myös pitkäkestoisemmissa suorituksissa (Balsalobre-Fernández, Santos-Concejero & Grivas 2016).

Kestävyyskuntomuutosten tarkastelu osoitti odotetusti, että välttyäkseen kyseisen kunto-ominaisuuden heikkenemiseltä, harjoittelua tulisi jatkaa vähintään operaatiota edeltäneellä tasolla (Pihlainen ym. 2020a). Kestävyyskuntoaan parantaneilla tämä tavoite oli helpompi saavuttaa, koska heidän harjoittelumääränsä ennen operaatiota oli vertailuryhmää pienempi. Samansuuntaisia tuloksia on havaittu myös aiemmissa tutkimuksissa (Dyrstad, Miller & Hallén, 2007; Sharp ym. 2008; Warr ym. 2012). Dyrstadin johdalla tehdyssä seuranta-tutkimuksessa KFOR-operaatioissa havaittiin yhteys harjoittelumäärän ja kestävyyskunnan muutoksen välillä ($r = 0,46$, $p < 0,001$) (Dyrstad, Miller & Hallén, 2007).

Kuormitus oli melko vähäistä eikä työskentely ilman lisäharjoittelua todennäköisesti riitä pitämään fyysistä toimintakykyä lähtötasolla.



Kuva 2. Kestävyys-harjoittelun muutoksen (ennen operaatiota vs. operaation aikana) yhteys 3000-m suoritusajan muutokseen.

Sotilas tarvitsee monipuolista kuntoa

Tehtäväsimulaattorin suoritusaikaa selittävät voimakkaimmin vertikaalihyppy taisteluvälinevarustuksessa, kehon lihasmassa, 3 000 metrin juoksu-aika sekä etunojapunnerrusten määrä minuutissa (Pihlainen ym. 2018b). Vastaavia yhteyksiä on osoitettu myös aiemmissa tutkimuksissa. Esimerkiksi O'Nealin ryhmän katsauksessa korostettiin alaraajojen räjähtävän voimantuoton merkitystä erityisesti paikaltaan suoritettavissa nopeissa liikesuorituksissa, kuten syöksyissä (O'Neal, Hornsby & Kelleran 2014).

Syösyjen etenemisnopeuden ja pituuden on osoitettu olevan yhteydessä todennäköisyyteen saada suoran tulen osuma (Billing ym. 2015). Kestävyyskunnan positiivinen vaikutus sekä lyhyt- että pitkäkestoisten, sotilaille tyypillisten tehtävien suoritusnopeuteen, on havaittu useammassa tutkimuksessa. Kehonkoon ja lihasmassan määrän hyödyt korostuvat vastaavissa lyhytkestoisissa suorituksissa (Angelveit ym. 2016) ja erityisesti kannettavan kuorman kasvaessa (Lyons, Allsopp & Bilzon 2005).

Sotilaiden fyysisen toimintakyvyn tulisi valmiuden ylläpitämisen näkökulmasta säilyä mahdollisimman korkealla tasolla koko sotilasoperaation ajan. Väitöskirjani tulokset tukevat näkemystä, jonka mukaan voima- ja kestävyysharjoittelua tulisi harrastaa yksilölliset kuntoerot huomioiden vähintään kaksi–neljä kertaa viikossa operaation aikana. Harjoittelun ohjelmoinnissa on otettava huomioon tehtävien luonteen lisäksi operaation kuormitustekijät, kuten fyysisesti tai henkisesti raskaat työtehtävät (Haff 2017).

Operaatioissa useat työtehtävät edellyttävät sotilailta hyviä alaraajojen maksimi- ja räjähtävän voiman ominaisuuksia sekä riittävää aerobista kestävyyttä. Sotilaiden fyysisen harjoittelun tulisi sisällyttää näitä ominaisuuksia ylläpitäviä ja kehittäviä harjoittelumuotoja. ♦

LÄHTEET

Angelveit A., Paulsen G., Solberg P. & Raastad T. 2016. 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.

Balsalobre-Fernández C., Santos-Concejero J., & Grivas GV. 2016. 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.

Billing D., Silk A., Tofari P. & Hunt A. 2015. Effects of Military Load Carriage on Susceptibility to Enemy Fire During Tactical Combat Movements. *J Strength Cond Res.* 2015; 29(11S): S134–S138.

Dyrstad SM, Miller BW, Hallén J. 2007. Physical fitness, training volume, and self-determined motivation in soldiers during a peacekeeping mission. *Mil Med.* 2007 Feb;172(2):121–7.

Fallowfield JL, Delves SK, Hill NE, Cobley R, Brown P, Lanham-New SA, Frost G, Brett SJ, Murphy KG, Mountain SJ, Nicholson C, Stacey M, Ardley C, Shaw A, Bentley C, Wilson DR & Allsopp AJ. 2014. 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.

Farina EK, Taylor JC & Means GE, et al. 2017. Effects of Combat Deployment on Anthropometrics and Physiological Status of U.S. Army Special Operations Forces Soldiers. *Mil Med.* 2017;182(3):e1659–e1668.

Haff G. 2017. 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.

Henning P., Bong-Sup P., Jeong-Su K. 2011. Physiological decrements during sustained military operational stress. *Mil Med.* 2011; 176(9): 991–997.

Lester M., Knapik J., Catrambone D., Antczak A., Sharp M., Burrell L. & Darakjy S. 2010. Effect of a 13-month deployment to Iraq on physical fitness and body composition. *Mil Med.* 2010; 175(6):417–23.

Lyons J., Allsopp A. & Bilzon J. 2005. Influences of body composition upon the relative metabolic and cardiovascular demands of load-carriage. *Occup Med (Lond).* 2005; 55(5): 380–384.

Nindl B., Castellani J., Warr B. et al. 2013. Physiological Employment Standards III: physiological challenges and consequences encountered during international military deployments. *Eur J Appl Physiol.* 2013, 113(11), 2655–2672.

O'Neal E., Hornsby J. & Kelleran K. 2014. High-Intensity Tasks with External Load in Military Applications: A Review. 2014. *Mil Med.* 2014; 179(9): 950–954.

Pihlainen K., Santtila M., Vasankari T., Häkkinen K. & Kyröläinen H. 2018a. 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

Pihlainen K., Santtila M., Häkkinen K. & Kyröläinen H. 2018b. Associations of Physical Fitness and Body Composition Characteristics With Simulated Military Task Performance. *J Strength Cond Res.* 2018 Apr;32(4):1089–1098.

Pihlainen K., Häkkinen K., Santtila M., Raitanen J. & Kyröläinen H. 2020a. 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.

Pihlainen K., Kyröläinen H., Santtila M., Ojanen T., Raitanen J. & Häkkinen K. 2020b. Effects of Combined Strength and Endurance Training on Body Composition, Physical Fitness, and Serum Hormones During a 6-Month Crisis Management Operation. *J Strength Cond Res.* 2020 Dec 17; Publish Ahead of Print.

Rintamäki H., Kyröläinen H., Santtila M., Mäntysaari M., Simonen R., Torpo H., Mäkinen T., Rissanen S. & Lindholm H. 2012. 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.

Sedliak M., Sedliak P. & Vaara JP. 2019. 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]

Sharp M., Knapik J., Walker L., Burrell L., Frykman P., Darakjy S., Lester M. & Marin R. 2008. Physical fitness and body composition after a 9-month deployment to Afghanistan. *Med Sci Sports Exerc.* 2008; 40(9):1687–92.

Warr BJ, Heumann KJ, Dodd DJ, Swan PD & Alvar BA. 2012. Injuries, changes in fitness, and medical demands in deployed National Guard soldiers. *Mil Med.* 2012 Oct;177(10):1136–42.

Warr B., Scofield D., Spiering B. & Alvar B. 2013. Influence of training frequency on fitness levels and perceived health status in deployed national guard soldiers. 2013. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(2): 315–322.