JYX JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

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: KRITOKY-tutkimus : valmiustason ylläpito matalakuormitteisissa kriisinhallintaoperaatioissa edellyttää voima- ja kestävyysharjoittelua

Year: 2020

Version: Published version

Copyright: © Sotilaslääketieteen keskus ja Suomen Lääkintäupseeriliitto ry, 2020

Rights: In Copyright

Rights url: http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en

Please cite the original version:

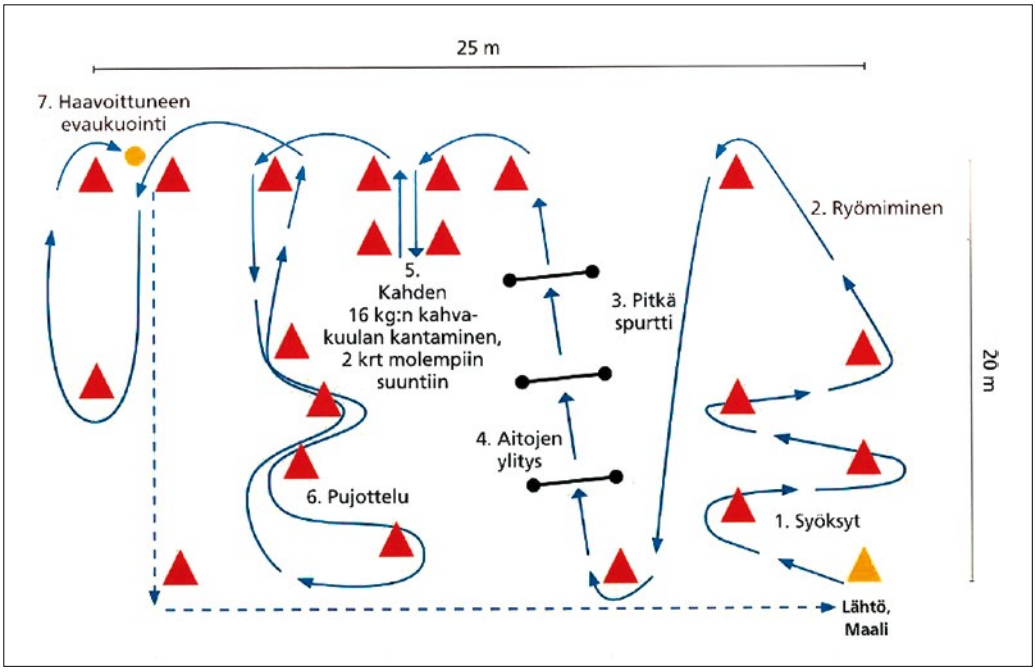
Pihlainen, K., Santtila, M., & Kyröläinen, H. (2020). KRITOKY-tutkimus : valmiustason ylläpito matalakuormitteisissa kriisinhallintaoperaatioissa edellyttää voima- ja kestävyysharjoittelua. Sotilaslääketieteen aikakauslehti, 95(2), 29-34. https://puolustusvoimat.fi/documents/1948673/9261842/Sotilaslaaketieteen_aikakauslehti_2_2020.pdf

KRITOKY-TUTKIMUS: VALMIUSTASON YLLÄPITO MATALAKUORMITTEISISSA KRIISINHALLINTAOPERAATIOISSA EDELLYTTÄÄ VOIMA- JA KESTÄVYYSHARJOITTELUA

Kuormittumisesta ja fyysisestä harjoittelusta sotilasoperaatioiden aikana on julkaistu kansainvälisestikin varsin vähän tutkimustietoa. Kriisinhallintajoukkojen toimintakykytutkimuksen (KRITOKY) tarkoituksena oli selvittää sotilaiden kuormittumista ja fyysistä aktiivisuutta Libanonin UNIFIL-rauhaturvaoperaatiossa kuuden kuukauden seurantajakson aikana[1]. Lisäksi tutkittiin yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutuksia sotilaiden kehon koostumukseen, hengitys- ja verenkiertoelimistön sekä hermolihasjärjestelmän toimintakykyyn, seerumin hormonitasoihin sekä sotilaan tehtäväkohtaiseen toimintakykyyn[2]. KRITOKY-tutkimus osoitti, että kriisinhallintaoperaation fyysinen kuormitus oli mittausjakson aikana varsin alhainen. Alhaisesta fyysisestä aktiivisuudesta huolimatta sotilaat pääosin säilyttivät lähtötilanteen fyysisen toimintakyvyn tasonsa tai jopa paransivat sitä hieman operaation aikana.

Operatiivinen sotilastyö muodostuu pääosin matalatehoisesta ja pitkäkestoisesta fyysisestä aktiivisuudesta, mutta työhön sisältyy myös hetkittäisiä jaksoja, jotka vastaavat keskiraskasta tai raskasta kuormitustasoa. Sotilasoperaatioissa toimintakykyyn vaikuttavat työtehtävien aiheuttaman kuormituksen lisäksi muun muassa energia-, neste- ja univaje, psyykkinen stressi sekä ympäristön kuormitustekijät, kuten esimerkiksi lämpötila. Kuormittumisen ja fyysisen toimintakyvyn välisiä yhteyksiä tutkimalla voidaan kehittää sotilastehtävien kannalta merkityksellisten fyysisten ominaisuuksien kehittämiseen tähtääviä harjoitusohjelmia.

Tutkimukseen osallistui 91 vapaaehtoista miespuolista sotilasta (30±8 vuotta, paino 79±8 kg, pituus 180±7 cm ja BMI 25±2 kg/m^2), joiden palvelusaika oli 6-12 kuukautta. Kehon koostumuksen ja fyysisen kun-



Kaaviokuva tehtäväsimulaatioradasta.

non (3 000 metrin juoksutesti, lihaskuntotestit ja käsinkohonta, ala- ja yläraajojen isometrinen maksimivoima) mittaukset sekä veri- ja sylkinäytteiden ottaminen toteutettiin kolme kertaa (alku-, väli- ja loppumittaus) toimialueella. Kuntotestien lisäksi rekisteröitiin 10 vuorokauden fyysinen aktiivisuus kiihtyvyysmittareilla sekä arvioitiin sotilaiden tehtäväkohtaista fyysistä toimintakykyä raskaassa taisteluvarustuksessa (23±1 kg) suoritettavalla tehtäväsimulaatioradalla, jonka pituus oli 243 metriä.

Sotilaat arvottiin alkumittauksissa satunnaisesti kolmeen interventioryhmään ja verrokkiryhmään. Interventioryhmille jaettiin omatoimisesti toteutettava nousujohteinen voima- ja kestävyysharjoitusohjelma. Harjoitusohjelmien sisältö oli kaikilla kolmella harjoitusryhmällä samanlainen, mutta ohjelmien voima- ja kestävyysharjoittelun painotus vaihteli ryhmittäin:

- **Voimapainotteisen ryhmän** harjoitusohjelma sisälsi kahden viikon aikana neljä harjoitusta, joista kolme oli voimaharjoittelua ja yksi kestävyysharjoittelua.
- **Kestävyyspainotteisella ryhmällä** oli vastaavana ajanjaksona kolme kestävyysharjoitusta ja yksi voimaharjoitus.
- **Kolmannen ryhmän** ohjelmassa oli kahden viikon aikana kaksi voima- ja kaksi kestävyysharjoitusta.

Edellä mainitusta minimimäärästä riippumatta sotilaita kannustettiin jatkamaan vähintään operaatiota edeltänyttä harjoitusrytmiään, mutta painottamaan voima- ja kestävyysharjoitteluaan arvotun ohjelman sisällön mukaisesti. Verrokkiryhmälle ei jaettu harjoitusohjelmaa, vaan heidän harjoittelunsa perustui omaehtoisuuteen. Harjoittelun laatu ja määrä raportoitiin päiväkirjoilla.

TULOKSET

Fyysisen aktiivisuuden rekisteröintiaika oli keskimäärin 13 tuntia, josta 77-81 % oli inaktiivisuutta (Taulukko 1). Päivittäisten kävelyaskelten määrä väheni alku- ja lopputilanteen välillä 6 % (9229±2540 vs. 8339±2488 askelta, $p<0,05$). Juoksuaskelten määrässä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä muutoksia (1005±817 vs. 921±835 vs. 1052±1005 askelta)[3].

Voima- ja kestävyysharjoittelua harrastettiin keskimäärin kolme kertaa viikossa, josta puolet painottui voima- ja puolet kestävyysliikuntaan. Lihasmassa kasvoi interven-

	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

*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-luokitus: MET<1,5 = inaktiivisuus, MET 1,5-3,0 = matalatehoinen aktiivisuus, MET 3,0-6,0 = kohtuukuormitteinen aktiivisuus, MET>6,0 = rasittava aktiivisuus.

tioryhmillä 0,9 %:a (Δ 0,36 kg, p<0,05), mutta ei verrokkiryhmällä. Seerumin testosteronitaso nousi operaation aikana interventioryhmillä 10 % (Δ 1,6 nmol/L, p<0,05) ja kortisolitaso laski 9 % (Δ –37 nmol/L, p<0,05), mutta verrokkiryhmällä ei havaittu merkitseviä muutoksia. Vastaavasti interventioryhmien testosteroni-kortisolisuhde parani 24 %.

Alaraajojen maksimivoima kehittyi interventioryhmillä 13 %, joista voimapainotteisen ryhmän 18 % kehitys oli verrokkiryhmää (Δ 740 N vs. 129 N, p<0,05) suurempi. Verrokkiryhmän vauhdittoman pituushypyn tulos heikkeni 2,4 % (Δ –5,6 cm, p<0,05) koko tutkimuksen aikana, kun taas yläraajojen maksimivoima heikkeni 3,4 % (Δ –37,3 N, p<0,05) tutkimuksen loppupuoliskolla.

Kestävyyskunto säilyi lähtötilanteen tasolla kaikilla ryhmillä. Tutkittavat jaettiin lisäksi erillisessä tarkastelussa kestävyyskuntoaan operaation aikana parantaneeseen ryhmään sekä vertailuryhmään, jonka kestävyyskunto ei kehittynyt operaatioalueella[4]. Haastattelemalla selvitetty kestävyysharjoittelun määrä lisääntyi operaation aikana kestävyyskuntoaan parantaneella ryhmällä, kun vertailuryhmällä harjoittelun määrä väheni ennen operaatiota toteutetusta harjoittelusta (Δ 28±57 % vs. –40±64 %, p<0,001). Myös korrelaatiotarkastelu osoitti, että kestävyysharjoittelun suhteellinen muutos (ennen operaatiota vs. operaation aikana) oli yhteydessä 3 000 m:n juoksun suoritusajan muutokseen (r = –0.57, p<0.001). Kestävyyskuntoaan parantaneen ryhmän kehon paino ja rasvamassa pienenivät, kun vertailuryhmällä paino (Δ –1±3 % vs. 2±3 %, p<0.001), ja rasvamassa (Δ –8±12 % vs. 14±20 %, p<0,001) kasvoivat.

Tehtäväsimulaatioradan suoritusaika parani kaikilla ryhmillä kaikissa mittauspisteissä. Alkutestissä suoritusaikaa ennusti voimakkaimmin taisteluvarustuksessa suoritettu vertikaalihyppy (r = –0,66, p<0,001). Suuremmalla lihasmassalla oli myös suoritusaikaa parantava vaikutus (r = –0,47, p<0,001), kun taas rasvamassalla oli suoritusaikaa heikentävä vaikutus (r = 0,53, p<0,001). Vertikaalihyppy taisteluvarustuksessa, 3 000 m:n juoksunsuoritusaika, lihasmassa sekä etunojapunnerrustestin tulos yhdessä selittivät 66 % vaihtelusta radan suoritusajan muutoksessa[5].

POHDINTA

KRITOKY-tutkimus osoitti, että kriisinhallintaoperaation fyysinen kuormitus oli mittausjakson aikana varsin alhainen. Fyysisen aktiivisuuden mittaukset osoittivat, että päivittäiseen työhön sisältyi vähän fyysistä aktiivisuutta ja suurin osa valveillaoloajasta oli hyvin matalatehoista työtä. Vain 10 % valveillaoloajasta ylitti vähintään kohtuukuormitteisen aktiivisuuden tason ja yksi prosentti kokonaisajasta oli rasittavaa aktiivisuutta.

Alhaisesta fyysisestä aktiivisuudesta huolimatta sotilaat pääosin säilyttivät lähtötilanteen fyysisen toimintakyvyn tasonsa tai jopa paransivat sitä hieman operaation aikana. Kaikki interventioryhmät paransivat koko kehon lihaskestävyysominaisuuksi-

Haavoittuneen evakuointia simuloiva osuus tehtäväsimulaatiotestin lopussa.

aan. Vastaavia tuloksia on saatu esimerkiksi slovakialaissotilaiden kuuden kuukauden ISAF-operaatiosta Afganistanista[6] sekä Yhdysvaltain armeijan kansalliskaartin 10-15 kuukauden operaatioista Irakissa ja Afganistanissa[7]. Alaraajojen maksimivoima kehittyi kaikilla interventioryhmillä, mutta ei verrokkiryhmällä. Tätä tulosta tukee se, että harjoitusohjelmaa noudattaneiden sotilaiden harjoittelu painottui hieman verrokkiryhmää enemmän alaraajojen voimantuottoon. Jalkojen maksimivoima on sotilaille tärkeä ominaisuus lisäkantamusten kanssa suoritettavissa nopeissa, 1-3 minuutin liikesuorituksissa[5], ja liiketaloudellisuuden kannalta myös pitkäkestoisemmissa suorituksissa[8].

Kestävyyskuntomuutosten tarkastelu osoitti, että välttyäkseen kunto-ominaisuuden heikkenemiseltä, kestävyysharjoittelua tulisi jatkaa vähintään operaatiota edeltäneellä tasolla[4]. Kestävyyskuntoaan parantaneilla tämä tavoite oli helpompi saavuttaa, koska heidän harjoittelumääränsä ennen operaatiota oli kestävyyskuntoaan heikentänyttä vertailuryhmää pienempi. Samansuuntaisia tuloksia on havaittu myös aiemmissa tutkimuksissa[7]. Warr ym.[7] havaitsivat käänteisen yhteyden kestävyyskunnon ja operaationaikaisten, mutta taisteluihin liittymättömien lääkärikäyntien välillä. Yhdessä nämä havainnot korostavat tarvetta voima- ja kestävyysharjoittelun yksilölliseen ohjelmointiin sekä fyysisen toimintakyvyn ylläpitoon operaation aikana.

Tutkimukseen kehitetyn tehtäväsimulaatioradan suoritusaikaa selittivät voimakkaimmin vertikaalihypyn tulos taisteluvarustuksessa, kehon lihasmassan määrä, 3 000 m:n juoksutestiaika sekä etunojapunnerrusten määrä minuutissa[5]. Vastaavia yhteyksiä on osoitettu myös aiemmissa tutkimuksissa. Esimerkiksi O´Nealin ym.[9] katsauksessa korostettiin alaraajojen räjähtävän voimantuoton merkitystä erityisesti paikaltaan suoritettavissa nopeissa liikesuorituksissa kuten syöksyissä. Syöksyjen etenemisnopeuden ja pituuden on osoitettu myös olevan yhteydessä todennäköisyyteen saada osuma suoran tulen vaikutuksessa[10]. Kestävyyskunnon positiivinen vaikutus sekä lyhyt-[11] että pitkäkestoisiin[12], sotilaille tyypillisten tehtävien suoritusnopeuteen on osoitettu useammassa tutkimuksessa. Lihasmassan ja erityisesti lihasmassan suhde rasvamassaan ja kannettavaan kuormaan osoittautui tässä tutkimuksessa edellä mainittujen fyysisen toimintakyvyn muuttuji-

en ohella tärkeäksi selittäväksi tekijäksi menestymiseen tehtäväsimulaatioradalla[5]. Kehon koon ja lihasmassan määrän hyödyt korostuvat vastaavissa lyhytkestoisissa suorituksissa[11] sekä erityisesti kannettavan kuorman kasvaessa[13].

Sotilaiden fyysisen toimintakyvyn tulisi valmiuden ylläpitämiseksi säilyä mahdollisimman korkealla tasolla koko sotilasoperaation ajan[14]. Sotilasoperaatioiden fyysisen harjoittelun yleisohjeena on kirjallisuudessa esitetty 1-2 kertaa viikossa kestävyysharjoittelua ja sen lisäksi 1-2 kertaa viikossa voimaharjoittelua[15]. KRITOKY-tutkimuksen tulokset tukevat kirjallisuudessa esitettyjä suosituksia[15,16]. Harjoittelun ohjelmoinnissa on huomioitava operaation kuormitustekijät, kuten fyysisesti tai henkisesti raskaat työtehtävät[15]. Harjoittelua ei suositella tehtävän päivän kuumimpaan aikaan, koska pelkästään työskentely kuumassa muodostaa elimistölle merkittävä lisäkuormituksen[15,17]. Useat työtehtävät operaatioissa edellyttävät sotilailta hyviä alaraajojen maksimi- ja räjähtävän voiman ominaisuuksia sekä riittävää aerobista kestävyyttä. Voimaharjoittelun lisäksi kestävyysharjoittelua tulisi jatkaa operaatiota edeltävällä tasolla ja lisätä niillä sotilailla, jotka ovat liikunnallisesti passiivisia ennen operaation alkua. Säännöllistä ohjattua ja/tai johdettua fyysistä harjoittelua sekä fyysisen kunnon seurantaa tulisi lisäksi harkita etenkin matalakuormitteisissa operaatioissa, koska sotilaiden harjoittelumotivaatiossa ja harjoittelumäärissä voi olla suurta vaihtelua. Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että operaatioihin osallistuvilla sotilailla 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.

Tutkimustuloksista saatiin perusteita sotilaiden fyysisen harjoittelun kehittämiselle sekä palvelusturvallisuuden edistämiselle kriisihallintaoperaatioissa. KRITOKY-tutkimuksesta on julkaistu kaksi suomenkielistä raporttia[1,2], joissa on esitetty runsaasti toimenpidesuosituksia sotilaiden toimintakyvyn turvaamiseksi kansainvälisissä kriisinhallintaoperaatioissa.

Kirjoittajat

Kai Pihlainen
väitöskirjatutkija, erikoissuunnittelija
Toimintakykysektori,
Pääesikunnan koulutusosasto

Matti Santtila
FT, dosentti, everstiluutnantti (evp.)
Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos,
Maanpuolustuskorkeakoulu

Heikki Kyröläinen
LitT, professori
Liikuntatieteellinen tiedekunta,
Jyväskylän yliopisto

Kuvat

Puolustusvoimat

Lähteet

1. 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-kriisinhallintaoperaatiossa - KRITOKY 2014. Osa 1. Toimintakyvyssä ja terveydentilassa tapahtuneet muutokset, kuormittuminen sekä ravintokäyttäytyminen. Juvenes Print. Tampere. ISBN: 978-951-25-2738-0.

2. Pihlainen K, Santtila M, Koski H, Kyröläinen H. 2017. Sotilaan toimintakyvyn tutkimus Libanonin UNIFIL-kriisinhallintaoperaatiossa - KRITOKY 2014. Osa 2. Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutukset kehon koostumukseen ja fyysiseen toimintakykyyn. Juvenes Print. Tampere. ISBN: 978-951-25-2872-1.

3. 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

4. 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.

5. 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.

6. 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].

7. 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.

8. 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.

9. 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.

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

11. 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.

12. 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.

13. 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.

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. 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.

16. 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.

17. 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 seulontamenetelmän kehittäminen. Loppuraportti. Juvenes Print – Tampereen yliopistopaino. Tampere. ISBN 978-951-25-2300-9.