

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**YHDISTETYN VOIMA- JA KESTÄVYYSHARJOITTELUN VAIKUTUKSET
MAKSIMAALISEN VOIMANTUOTTOON, KEHON KOOSTUMUKSEEN JA
TAAKAN KANTAMISEEN**

Tutkielma

Kapteeni
Juha Kokko

Esiupseerikurssi 66
Maasotalinja
Huhtikuu 2014

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi: Esiupseerikurssi 66	Linja Maasotalinja	
Tekijä Kapteeni Juha Kokko		
Tutkimuksen nimi Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutukset maksimaaliseen voimantuotoon, kehon koostumukseen ja taakan kantamiseen.		
Oppiaine, johon työ liittyy Sotilaspedagogiikka	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto)	
Huhtikuu 2014	Tekstisivuja 26	Liitesivuja 7
<p>Varusmiesten peruskoulutuskauden aikana koulutettavien maksimaalinen hapenottokyky paranee ja elimistön rasvan määrä vähenee. Kestävyys suorituskyvyn nousu ja kehon koostumuksen muutokset ovat sitä myönteisemmät, mitä huonommassa fyysisessä kunnossa varusmies on palveluksen alussa ja mitä alhaisempi on palvelusta edeltävä liikunta-aktiivisuus. Voimaominaisuuksien kehittymisen osalta peruskoulutuskauden kestävyyspainotteinen sotilaskoulutus saattaa osittain estää voima- sekä kestävyysharjoittelun spesifiset vaikutukset. Erikoiskoulutuskauden aikana toteutettu koulutus suunnitelmien mukainen fyysinen harjoittelu ei yleisesti paranna voimaominaisuuksia.</p> <p>Tämä tutkimus on ensimmäinen Suomessa tehty kenttätutkimus, jossa tarkastellaan suomalaisten varusmiesten erikoiskoulutuskauden koulutukseen lisätyn voimaharjoittelun vaikutusta maksimaaliseen voimantuotoon, kehon koostumukseen ja taakan kantamiseen. Tuloksia voidaan soveltaa pohdittaessa maavoimien jalkaväkisotilaille asetettavia fyysisiä vaatimuksia, koulutettavien valintaa eri tehtäviin, eri koulutuskausien liikuntakoulutuksen rakennetta ja kannettavan taakan massan vaikutusta sotilaan kuormittumiseen ja toimintakykyyn taistelukentällä.</p> <p>Tutkimusjoukko (n=25) koostui vapaaehtoisista Kaartin Jääkäriyrykmentin varusmiehistä. Kontrolliryhmä (n=12) harjoitteli erikoiskoulutuskauden koulutus suunnitelman mukaisia harjoitteita. Koeryhmän (n=13) erikoiskoulutuskauden koulutukseen lisättiin kahdeksan viikon ajan, kaksi kertaa viikossa, toteutettu voimaharjoittelu. Alkumittaukset suoritettiin erikoiskoulutuskauden alussa ja loppumittaukset erikoiskoulutuskauden lopussa. Muuttujina käytettiin yläraajojen, keskivartalon ja alaraajojen maksimaalista voimantuottoa, kehon koostumuksen muutoksia ja kahden mailin taakkajuoksua.</p>		

Koeryhmän yläraajojen maksimaalisessa voimantuotossa ei havaittu muutoksia. Kontrolliryhmän yläraajojen maksimaalisen voimantuotto kasvoi $990 \pm 320 \text{ N} \rightarrow 1140 \pm 360 \text{ N}$, $p < 0,05$. Koeryhmän vatsalihasten maksimaalisen voimantuotto kasvoi $3260 \pm 510 \text{ N} \rightarrow 3740 \pm 750 \text{ N}$, $p < 0,05$. Selkälihasten maksimaalinen voimantuotto laski molempien ryhmien osalta, koeryhmä $4290 \pm 990 \text{ N} \rightarrow 3570 \pm 480 \text{ N}$, $p < 0,01$ ja kontrolliryhmä $3920 \pm 720 \text{ N} \rightarrow 3410 \pm 530 \text{ N}$, $p < 0,05$. Molempien ryhmien alaraajojen maksimaalinen voimantuotto laski, koeryhmä $5250 \pm 1110 \text{ N} \rightarrow 4290 \pm 720 \text{ N}$, $p < 0,001$, kontrolli $5170 \pm 1050 \text{ N} \rightarrow 4330 \pm 1230 \text{ N}$, $p < 0,05$. Kahden mailin taakkajuoksun suoritusajan muutos oli erittäin merkitsevä. Koeryhmä $1162 \pm 116 \text{ s} \rightarrow 1047 \pm 81 \text{ s}$, $p < 0,001$ ja kontrolliryhmä $1142 \pm 95 \text{ s} \rightarrow 1035 \pm 819 \text{ s}$, $p < 0,001$. Kehon rasvaprosentin ja kahden mailin taakkajuoksuun käytetyn suoritusajan välillä havaittiin loppumittauksissa koeryhmän osalta positiivinen korrelaatio $r = 0,65^*$, $p \leq 0,05$. Kehon koostumuksen muutosten tai voimantuoton muutosten ja taakkajuoksun muutosten välillä ei havaittu yhteyttä.

Varusmiespalveluksen erikoiskoulutuskauden aikana toteutetun yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun harjoitusvaikutuksiin saattaa vaikuttaa erikoiskoulutuskauden kestävyyspainotteinen koulutus, harjoittelun kokonaisvolyymi ja puutteellinen palautuminen. Nämä saattavat johtaa ylirasitustilaan ja siten haitata optimaalista voimantuoton kasvua. Koulutettavien yksilölliset fysiologiset ominaisuudet tulee huomioida yksityiskohtaisemmin ja yksilöllisemmin erikoiskoulutuskauden harjoittelun optimoinnissa. Fyysisten ominaisuuksien kehittämisessä tulee entistä tarkemmin huomioida palveluksen kokonaiskuormittavuus, voima- ja kestävyysominaisuuksien tasapainoinen ja nousujohteinen kehittäminen sekä laadukas palautuminen.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. PERUS- JA ERIKOISKOULUTUSKAUDEN LIIKUNTAKOULUTUS	3
3. YHDISTETTY VOIMA - JA KESTÄVYYSHARJOITTELU	5
3.1 Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutus voimantuottoon	6
3.2 Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutus kehon koostumukseen	7
3.3 Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutus taakan kantokykyyn	8
4. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	10
5. TUTKIMUSMENETELMÄT	11
5.1 Koehenkilöiden kuvaus	11
5.2 Tutkimusasetelma	12
5.3 Tutkimuksen viitekehys ja rajaus	13
5.4 Menetelmät	13
5.5 Harjoittelu	14
5.6 Tilastolliset menetelmät	17
6. TULOKSET	18
6.1 Maksimaalisen voimantuoton muutokset	18
6.2 Kehon koostumuksen muutokset	19
6.3 Kahden mailin taakkajuoksu	20
6.4 Kehon koostumuksen yhteys taakan kantokykyyn	21
7. POHDINTA	22
7.1 Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutus voimantuottoon	22
7.2 Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutus kehon koostumukseen	23
7.3 Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutus taakan kantokykyyn	23
7.4 Voimaominaisuuksien ja kehon koostumuksen yhteys taakan kantokykyyn	24
7.5 Tutkimuksen ja tulosten luotettavuus	24
7.6 Tutkimuksen merkitys ja käytännön sovellukset	25
7.7 Johtopäätökset	26
LÄHTEET	
LIITTEET	

YHDISTETYN VOIMA- JA KESTÄVYYSHARJOITTELUN VAIKUTUKSET MAKSIMAALISEEN VOIMANTUOTTOON, KEHON KOOSTUMUKSEEN JA TAAKAN KANTAMISEEN

1. JOHDANTO

Maavoimien taistelutavassa 2015 sodan ajan joukkojen tulee olla entistä liikkuvampia, tulivoimaisempia ja kykenevämpiä toimimaan itsenäisemmin, pidempään ja laajemmalla toiminta-alueella. Taisteluissa sovelletaan aktiivisesti ja monipuolisesti eri taistelulajeja sissitoiminnan keinoista puolustukseen, hyökkäykseen ja viivytykseen. Taistelutoiminnan perusajatukseksi on kyky vaikuttaa nopeasti ja tehokkaasti viholliseen koko taistelualueella. (Maavoimien taistelutapa 2015)

Taistelukentällä menestyminen vaatii maavoimien jalkaväkisotilaalta tulivoimaa, kykyä liikkua nopeasti eri etenemistavoilla sekä suojaa sirpaleilta ja vihollisen käsiaseiden tulelta. Kannettavan taakan massan aiheuttama fysiologinen kuormittavuus vaikuttaa sotilaan toimintakykyyn taistelukentällä. Taistelutavan muutos ei voi olla vaikuttamatta maavoimien jalkaväkisotilaan fyysisen toimintakyvyn vaatimuksiin. Taistelijan tehokkuuteen taistelukentällä vaikuttaa se, miten hän kykenee kantamaan taisteluissa tarvittavaa aseistusta ja muita varusteita sekä käyttämään niitä oikein ja tehokkaasti. (Sotatekninen arvio ja ennuste 2020)

Maavoimien taistelutavan 2015 erityispiirteet, taistelukentän moniulotteisuus, teknologian kehittyminen sekä kantolaitteen massan kasvaminen vaikuttavat jalkaväkitaistelijan suorituskykyyn. Sotilaan toimintakyky ja joukon suorituskyky heikkenevät taisteluiden aikana varsin nopeasti. Taistelukentän kuvan muuttuminen tai sotateknologian kehittyminen eivät vähennä yksittäisen sotilaan fyysisiä vaatimuksia tai taistelukentän rasittavuutta. Sotilailta vaaditaan edelleen hyvää fyysistä suorituskykyä, kykyä toimia pitkiä aikoja ilman lepoa sekä hyvää palautumiskykyä taistelujen jälkeen (Taistelija 2005, 4-5). Koska kriisin tai sotatekniikan aikana ei ole riittävästi aikaa, resursseja tai mahdollisuutta fyysisen kunnon harjoittamiseen, täytyy yksittäisen sotilaan ja joukon fyysisen suorituskyvyn olla riittävän korkealla jo ennen taistelujen eskaloitumista.

Puolustusvoimien fyysisen toimintakyvyn 2013 – 2017 tutkimusten tavoitteena on kehittää varusmiesten fyysistä kuntoa ja toimintakykyä. Painopisteenä on erikoiskoulutuskauden ja joukkokoulutuskauden aikana tapahtuva fyysisen kunnan nousujohteinen kehittäminen. Tavoitteena on arvioida varusmiesten fyysisen kunnan kehittymistä palveluksen aikana ja kehittää etenkin erikoiskoulutuskauden ja joukkokoulutuskauden harjoitusohjelmia, jotta koulutettavien fyysinen kunto kehittyisi koko varusmiespalveluksen ajan.

Tämä tutkimus on ensimmäinen Suomessa tehty kenttätutkimus, jossa erikoiskoulutuskauden kestävyystyypiseen koulutukseen lisätään voimaharjoittelu ja tarkastellaan voima- ja kestävysharjoittelun vaikutusta maksimaaliseen voimantuottoon, kehon koostumukseen ja taakan kantamiseen. Tutkimuksella saadaan tärkeää tietoa maavoimien jalkaväkisotilaiden fyysisten ominaisuuksien muutoksista erikoiskoulutuskauden aikana. Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää pohdittaessa maavoimien jalkaväkisotilaille asetettavia fyysisiä vaatimuksia, koulutettavien valintaa eri tehtäviin, eri koulutuskausien liikuntakoulutuksen koulutussuunnitelmia ja kannettavan taakan massan vaikutusta sotilaan kuormittumiseen, liikkuvuuteen, toimintakykyyn taistelukentällä ja palautumiseen.

2. PERUS- JA ERIKOISKOULUTUSKAUDEN LIIKUNTAKOULUTUS

Suomalaisten varusmiesten eri koulutuskausina tapahtuvien fyysisten ominaisuuksien muutoksia on Suomessa tutkittu suhteellisen vähän. Peruskoulutuskauden aikana tapahtuvia muutoksia on tutkittu jonkin verran. Peruskoulutuskauden aikana tapahtuvia fysiologisia muutoksia, fyysistä kuntoa ja kuormittavuutta on aikaisemmin tarkasteltu sydämen sykevälimuutosten, energiankulutuksen, antropometrian, kestävyys- ja voimaominaisuuksien muutoksien avulla (Pietilä 2006; Santtila ym. 2008; Piirainen ym. 2008; Tanskanen ym. 2009; Santtila 2010; Santtila ym. 2012). Peruskoulutuskaudella fyysisen koulutuksen tavoitteena on kehittää fyysistä suorituskyykyä siten, että koulutettavat ovat peruskoulutuskauden jälkeen valmiita vaatimaan jatkokoulutukseen. Fyysisen koulutuksen painopiste on peruskoulutuskaudella kestävyuden ja lihaskunnan kehittämisessä ja perusliikuntataitojen oppimisessa. Peruskoulutuskauden koulutus on yleisesti kestävyyspainotteista, siksi fyysisen toimintakyvyn ja ominaisuuksien kehittämisessä on tärkeää painottaa erityisesti lihaskunnan harjoittamista voimaharjoittelun keinoin. (Asevelvollisten fyysinen koulutus 2012.)

Peruskoulutuskaudella fyysinen koulutus toteutetaan pääosin matalalla intensiteetillä ja aerobisella tasolla. Varusmiespalveluksen aikana kannetaan taisteluharjoituksissa ylimääräistä taakkaa, joko kantolaitetta, aseita tai muuta materiaalia (Santtila 2010). Peruskoulutuskaudella koulutukseen käytettävä tuntimäärä on yhteensä 323 tuntia. Kokonaismäärästä liikuntakoulutukseen käytettävä tuntimäärä on yhteensä 47 tuntia. Lihaskunnan ja lihasvoiman kasvattamiseen, esteratatekniikkaan ja lihashuoltoon on varattu yhteensä 20 tuntia. (Asevelvollisten fyysinen koulutus 2012.)

Ennen varusmiespalvelustaan vähän liikkuneiden koulutettavien maksimaalinen hapenottokyky paranee ja elimistön rasvan määrä vähenee peruskoulutuskauden aikana. Kestävyysuorituskyvyn nousu ja kehon koostumuksen muutokset ovat sitä myönteisemmät, mitä huonommassa fyysisessä kunnossa varusmies on palveluksen alussa ja mitä alhaisempi on palvelusta edeltävä liikunta-aktiivisuus (Santtila ym. 2008). Peruskoulutuskaudella kestävyyspainotteinen sotilaskoulutus saattaa osittain estää voima- ja kestävyysharjoittelun spesifiset vaikutukset (Santtila 2010). Pietilä (2006) osoitti tutkimuksessaan varusmiesten voima- ja kestävyysominaisuuksien parantuvan peruskoulutuskauden aikana. 12 minuutin juoksuperä + 4,0 %, $p \leq 0,001$; istumaan nousu + 33,3 %, $p \leq 0,001$; toistokyykky + 16,1 %, $p \leq 0,001$ ja etunäppä + 41,6 %, $p \leq 0,001$.

Erikoiskoulutuskaudella fyysisen koulutuksen tavoitteena on kehittää nousujohteisesti koulutettavien fyysisiä ominaisuuksia siten, että he ovat fyysisesti ja taidollisesti valmiita joukkokoulutuskauden vaatimaan taistelukoulutukseen. Erikoiskoulutuskaudella sotilaskoulutukseen käytettävä kokonaistuntimäärä on yhteensä 338 tuntia. Liikuntakoulutukseen käytettävä tuntimäärä on yhteensä 35 tuntia. Lihaskunnan ja lihasvoiman kasvattamiseen, esteratatekniikkaan ja lihashuoltoon on varattu yhteensä 16 tuntia. (Asevelvollisten fyysinen koulutus 2012.) Varusmiesten erikoiskoulutuskauden aikana toteutettu fyysinen harjoittelu ei yleisesti paranna voimaominaisuuksia (Santtila ym. 2012).

3. YHDISTETTY VOIMA - JA KESTÄVYYSHARJOITTELU

Fyysinen koulutus ja fyysinen kunto ovat sotilaskoulutuksen perusta. Peruskoulutuskauden aikana opetetaan varusmiespalvelussa vaadittavat perustiedot ja -taidot, jotka antavat koulutettaville valmiudet sopeutua erikoiskoulutus- ja joukkokoulutuskauden kuormittavuuteen. Peruskoulutuskauden fyysinen koulutus on pääosin matalalla aerobisella tasolla tehtävää kestävyysharjoittelua. Kestävyyspainotteinen koulutus peruskoulutuskaudella saattaa osittain estää voima- ja kestävyysharjoittelun spesifiset vaikutukset (Santtila 2010). Myöskään erikoiskoulutuskauden aikana toteutettu fyysinen harjoittelu ei yleisesti paranna varusmiesten voimaominaisuuksia (Santtila ym. 2012). Tässä tutkimuksessa koeryhmän erikoiskoulutuskauden liikuntakoulutukseen lisättiin perusvoimaa, maksimivoimaa ja hermostollista voimaa harjoitettavia lihaskuntoliikkeitä. Tavoitteena on arvioida miten erikoiskoulutuskauden koulutukseen lisätty voimaharjoittelu vaikuttaa maksimaaliseen voimantuottoon, kehon koostumukseen ja taakan kantokykyyn.

Sotilaan on kyettävä säilyttämään taistelukentällä toimintakykynsä pidempiä jaksoja ilman riittävää lepoa ja palautumisaikaa. Sotilaan fysiologiseen kuormittavuuteen taistelukentällä vaikuttavat yleistilanne puolustushaara, aselaji, taistelulaji ja vallitsevat maasto- ja vuodenaikaolosuhteet, taistelutaktiikka, taistelutekniikka, aseistus, varusteet, suojavälineet sekä varsinaisen fyysisen toiminnan vaatima lihastyö, yksilön fysiologiset ja psyykkiset ominaisuudet sekä fysiologisten vasteiden mukautuminen kuormittavuutta aiheuttaviin muuttujiin. (Kyröläinen & Santtila 2006.)

Maavoimien jalkaväkisotilaan, kaupunkijääkäriin, henkilökohtaisen taisteluvälinevarustuksen kokonaismassa on 30,3 kg (Kokko 2008). Taisteluvälinevarustuksen massa ja sen aiheuttama fysiologinen kuormitus ovat yksittäisen sotilaan suorituskykyyn ja kestävyteen vaikuttavia tekijöitä. Henkilön kuormankantokykyyn ja kuormittumiseen vaikuttavat olennaisesti ikä, antropometriset ominaisuudet, aerobinen ja anaerobinen voima, lihasvoima, kestävyyskunto, kehon koostumus ja sukupuoli (Haisman 1988).

Kuormituksen kasvaessa ja rasittavuuden lisääntyessä kehon fysiologiset ominaisuudet ovat joko suoritusta rajoittavia tai suoritusta parantavia tekijöitä. Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että yhdistetty voimaominaisuuksien ja aerobisen kestävyuden harjoittelu ovat tehokas keino parantaa kestävyyttä, taakan kantamiskykyä ja suorituskykyä (Brett ym. 1998; Hoff ym. 2002; Zoeller ym. 2005). Taakan kantokykyä ja kestävyyttä voidaan parantaa säännöllisen

fyysisen harjoittelun avulla joka sisältää aerobista harjoittelua, voimaharjoittelua sekä jalkamarssseja. Jalkamarssit tulee suorittaa vähintään kaksi kertaa kuukaudessa ja marssin pituutta sekä kannettavan taakan massaa tulee kasvattaa nousujohteisesti. (Knapik ym. 2004.)

3.1 Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutus voimantuottoon

Hendrickson ym. (2010) tutkivat yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun sekä erikseen toteutettavien voimaharjoittelun ja kestävyysharjoittelun vaikutuksia maksimaaliseen voimantuottoon. Koeryhmään kuului 56 naishenkilöä, jotka harrastivat vapaa-aikana aktiivisesti erilaista liikuntaa. Harjoittelua toteutettiin kahdeksan viikon aikana, kolme kertaa viikossa. Voimaa harjoittavan joukon alaraajojen maksimaalinen voimantuotto kasvoi + 48,3 %, kestävyyttä harjoittavan joukon alaraajojen maksimaalinen voimantuotto kasvoi + 15,3 % ja yhdistettyä voima- ja kestävyysharjoittelua harjoittavan osaston alaraajojen maksimaalinen voimantuotto + 37 %.

Davis ym. (2008) osoittivat tutkimuksessaan (n=28 naista, keski-ikä 19,6 v.) yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun parantavan merkitsevästi alaraajojen voimantuottonopeutta ja maksimaalista voimantuottoa verrattuna pelkästään voimaa harjoittavaan tai kestävyyttä harjoittavaan ryhmään. Vastaavanlaisiin tuloksiin päätyivät Holviala ym. (2011) tutkimuksessaan, jonka koehenkilönä oli 108 miestä, joiden keski-ikä oli $56,3 \pm 9,9$ vuotta. McCarthy ym. (1995) havaitsivat tutkimuksessaan yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun parantavan sekä ylä- että alaraajojen maksimaalista voimantuottoa. Koehenkilöt olivat mieshenkilöitä, joita oli yhteensä 30. Shaw ym. (2009) havaitsivat istumatyötä tekevien miespuolisten koehenkilöiden (n=38, keski-ikä $25,0 \pm 0,8$ v) parantavan voimantuotto-ominaisuuksiaan 16 viikon aikana toteutetun yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun harjoittelun johdosta yhtä paljon kuin pelkästään voimaharjoittelua toteuttavat koehenkilöt. Voimaharjoitteluun lisätty spesifi kestävyysharjoittelu saattoi jopa tehostaa voimaominaisuuksien kehittymistä.

Saman harjoituksen yhteydessä toteutettu yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu saattaa häiritä maksimaalisen voimantuoton kasvua, verrattuna erikseen kestävyyttä ja voimaa harjoitettaessa (Hickson 1980; Dudley & Djamilin 1985; Hennessy & Watson 1994; Gergley 2009; Mikkola ym. 2012). Mikäli kestävyysharjoittelua toteutetaan samalla harjoituskerralla kuin voimaharjoittelu, tulee kestävyysharjoittelun intensiteetin olla matala. Liian korkealla intensiteetillä toteutettu kestävyysharjoittelu saattaa heikentää voimaharjoittelun vaikutuksia (Jones ym. 2013). Toisaalta on myös todettu kestävyysharjoittelun häirinneen vain niiden lihasryh-

mien maksimaalisen voimantuoton kasvamista, jotka toimivat aktiivisina molemmissa harjoitusmuodoissa (Henness & Watson 1994; Hunter ym. 1987).

Eri tutkimusten välisiä eroja selittänevät koehenkilöiden väliset erot, harjoituksen kesto, intensiteetti. Harjoittelun kokonaisvolyymien merkitys näyttäisi olevan huomattava. Useat tutkimukset, joissa kestävyysharjoittelun on todettu häiritsevän voiman kehittymistä, viikoittainen harjoitusmäärä on ollut melko suuri. Hicksonin (1980) tutkimuksessa harjoiteltiin viisi kertaa viikossa voimaa ja kuusi kertaa viikossa kestävyyttä. Hennessin ja Watsonin (1994) tutkimuksessa sekä voimaa että kestävyyttä harjoitettiin viisi kertaa viikossa. Pienemmällä harjoitusfrekvenssillä, myös yhdistelmäharjoittelulla, voidaan saada kasvua maksimivoiman tuotossa. Izquierdon ym. (2005) tutkimuksessa harjoiteltiin kaksi kertaa viikossa ja Häkkisen ym. (2003) kaksi kertaa kestävyyttä ja kaksi kertaa voimaa. Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun epäedulliset vaikutukset maksimaalisen voimantuoton kasvuun saattavat johtua harjoittelun suuresta kokonaisvolyymista, mikä saattaa johtaa yllirasitustilaan ja siten haitata voimantuoton kasvua. Mikäli harjoittelun frekvenssi pidetään melko matalana, ei kestävyysharjoittelu näyttäisi häiritsevän maksimivoiman kehittymistä. (Häkkinen ym. 2003.)

3.2 Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutus kehon koostumukseen

Yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu vähentää kehon rasvanmäärää ja kasvattaa lihasmassaa keski-ikäisillä miehillä ja naisilla, inaktiiveilla miehillä ja nuorilla naisilla yhtä tehokkaasti, kuin kummallakin harjoittelumuodolla erikseen (Sillanpää 2011; Glowacki ym. 2004; Davis ym. 2008). Kestävyysharjoittelu sekä yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu alentavat istumatyötä tekevillä miehillä merkitsevästi yksilön kehon rasvamassaa voimaharjoitteluun verrattuna (Ghahramanloo ym. 2009; Donges ym. 2013). Toisenlaisiin tuloksiin päätyivät tutkimuksessaan Li ym. (2012). Kuuden kuukauden mittainen, kolme kertaa viikossa tunnin kerrallaan toteutettu, yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu ei saanut aikaan keski-ikäisillä miehillä ja naisilla merkitseviä muutoksia kehon koostumuksessa. Tutkimuksen voimaharjoittelun osuus kohdistui ainoastaan alaraajojen voiman harjoittamiseen.

3.3 Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutus taakan kantokykyyn

Taisteluväestön massa ja sen aiheuttama fyysinen kuormitus elimistölle ovat yksittäisen sotilaan fyysiseen suorituskäyttöön ja kestävyysvaikuttavien tekijöiden. Kuormituksen kasvussa ja rasittavuuden lisääntyessä kehon fysiologiset ominaisuudet ovat joko suoritusta rajoittavia tai suoritusta parantavia tekijöitä. Raskaan taakan kantamisessa korostuvat yksilön maksimaalinen hapenotto- ja keuhkotilavuus, keskivartalon vatsalihakset, alaraajojen maksimaalinen voimantuotto sekä kehon koostumus (Kokko 2008).

Williams ym. (2002) tutkivat aerobiseen kestävyysharjoitteluun lisätyn voimaharjoittelun vaikutuksia voimaominaisuuksiin, kehon koostumukseen ja taakan kantokykyyn. Koeryhmä koostui Britannian armeijan sotamiehistä, joista 43 oli miehiä keski-ikänsä $19,2 \pm 2,6$ v. sekä yhdeksän naista keski-ikänsä $19,1 \pm 2,2$ v. Harjoittelu toteutettiin siten, että 11 viikon aikana kontrolliryhmä harjoitteli kestävyystyypillisiä harjoitteita ja koeryhmä yhdistettyä kestävyys- ja voimaharjoittelua. Koeryhmän tulokset olivat parempia verrattuna kontrolliryhmään. 3,2 km:n juoksun suoritus-aika 15 kg:n painoisen taakan kanssa parani koeryhmällä + 8,9 % ja kontrolliryhmällä + 3,6 %.

Kraemer ym. (2004) tutkivat, miten erilainen harjoittelu vaikuttaa taakan kantokykyyn. Tutkimus suoritettiin 12 viikon aikana siten, että harjoituksia suoritettiin neljä kertaa viikossa. Koehenkilöinä oli 35 nuorta miessotilasta. Heistä muodostettiin neljä erilaista harjoitteluryhmää: yhdistettyä voima- ja kestävyysharjoittelua suorittava osasto, yläraajoihin kohdistuvaa voimaharjoittelua ja kestävyysharjoittelua harjoittava osasto, voimaharjoittelua harjoittava osasto ja pelkästään kestävyysharjoittelua harjoittava osasto. Taakan kantamiskykyä arvioitiin kahden mailin juoksupainilla. Kannettavan taakan kokonaispaino oli 44,7 kg. Mittaukset suoritettiin harjoittelujakson alussa ja lopussa. Testitulokset osoittivat, että kokonaisvaltainen spesifinen voimaharjoittelu yhdistettynä kestävyysharjoitteluun paransi kahden mailin taakka-juoksun suoritus-aikaa raskaan kantolaitteen kanssa.

Hendrickson ym. (2010) tutkivat yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun sekä erikseen toteutettavien voimaharjoittelun ja kestävyysharjoittelun vaikutuksia taakan kantokykyyn. Harjoittelua toteutettiin kolme kertaa viikossa, kahdeksan viikon ajan. Yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu paransi kahden mailin taakka-juoksun suoritus-aikaa verrattuna erikseen toteutettaviin kestävyys- tai voiman harjoitteluun. Holviala ym. (2010) päätyivät vastaavalaatuisiin johtopäätöksiin tutkiessaan eri harjoittelumuotojen vaikutusta taakan kantokykyyn.

Yhdistetty voima- ja kestävyys harjoittelu on tehokas keino parantaa fyysistä suorituskykyä ja raskaan taakan kantokykyä (Brett ym. 1988; Hoff ym. 2002; Kraemer 2004; Zoeller ym. 2005; Harman ym. 2008). Knapik ym. (2012) mukaan raskaan taakan kantamiskyky paranee henkilöillä, jotka harjoittelevat joko yleisen sotilaskoulutuksen mukaisia harjoitteita tai yhdistettyä kestävyys- ja voimaharjoittelua. Erikseen toteutettu kestävyys- tai voimaharjoittelu ei saa aikaan samanlaisia muutoksia.

4. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Varusmiespalveluksen peruskoulutuskauden aikana ennen varusmiespalvelustaan vähän liikuneiden koulutettavien maksimaalinen hapenottokyky paranee ja elimistön rasvan määrä vähenee. Kestävyys suorituskyvyn nousu ja kehon koostumuksen muutokset ovat sitä myönteisemmät mitä huonommassa fyysisessä kunnossa varusmies on palveluksen alussa ja mitä alhaisempi on palvelusta edeltävä liikunta-aktiivisuus. (Santtila ym. 2008.) Myös voimaominaisuuksien muutoksissa on havaittu kehittymistä (Pietilä 2006). Toisaalta peruskoulutuskaudella kestävyyspainotteinen sotilaskoulutus saattaa osittain estää voima- sekä kestävyysharjoittelun spesifiset vaikutukset (Santtila 2010). Erikoiskoulutuskauden aikana toteutettu fyysinen harjoittelu ei yleisesti paranna voimaominaisuuksia (Santtila ym. 2012).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on arvioida varusmiesten erikoiskoulutuskauden aikana toteutetun yhdistetyn voima- ja kestävyys harjoittelun vaikutuksia maksimaaliseen voimantuottoon, kehon koostumukseen ja taakan kantokykyyn. Tutkimuksen tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten yhdistetty voima- ja kestävyys harjoittelu vaikuttaa maksimaaliseen voimantuottoon?
2. Miten yhdistetty voima- ja kestävyys harjoittelu vaikuttaa kehon koostumukseen?
3. Miten yhdistetty voima- ja voimaharjoittelu vaikuttaa taakan kantokykyyn?
4. Mikä on voimantuoton ja kehon koostumuksen yhteys taakan kantokykyyn?

5. TUTKIMUSMENETELMÄT

5.1 Koehenkilöiden kuvaus

Liikunta- ja terveystietämiskyselyn mukaan kontrolliryhmän henkilöistä hieman yli puolet ilmoitti harrastaneensa kolme viime kuukautta ennen varusmiespalvelusaikaa ainakin neljä kertaa viikossa sellaista vapaa-ajan fyysistä räsitusta, joka on kestänyt vähintään 20 minuuttia. Neljännes henkilöistä ilmoitti harrastaneensa kaksi kertaa sellaista vapaa-ajan fyysistä räsitusta, joka on kestänyt vähintään 20 minuuttia. Kontrolliryhmästä 15 % ei ollut harrastanut juuri mitään liikuntaa. Peruskoulutuskauden aikana hieman yli puolet henkilöistä oli harjoitellut omatoimisesti keskimäärin kolme kertaa viikossa. Kontrolliryhmän henkilöistä yksitoista ilmoitti, ettei ole koskaan tupakoinut säännöllisesti. Yksi ilmoitti tupakoivansa päivittäin. Kontrolliryhmän henkilöistä 75 % ilmoitti, ettei ollut tuntenut viimeksi kuluneen kuukauden aikana alaselän kipua, johon on liittynyt alaraajaan, polven alapuolelle säteilevää kipua. Tutkimukseen osallistuneet henkilöt on kuvattu taulukossa 1.

Koeryhmän henkilöistä neljännes ilmoitti harrastaneensa kolme viime kuukautta ennen varusmiespalvelusaikaa ainakin neljä kertaa viikossa sellaista vapaa-ajan fyysistä räsitusta, joka on kestänyt vähintään 20 minuuttia. Neljännes henkilöistä ilmoitti harrastaneensa kolme kertaa viikossa sellaista vapaa-ajan fyysistä räsitusta, joka on kestänyt vähintään 20 minuuttia. Kolmannes henkilöistä ilmoitti harrastaneensa kerran viikossa sellaista vapaa-ajan fyysistä räsitusta, joka on kestänyt vähintään 20 minuuttia. Yksi koehenkilö kertoi, että ei ole harrastanut juuri mitään liikuntaa. Peruskoulutuskauden aikana alle puolet koeryhmän henkilöistä oli harjoitellut omatoimisesti keskimäärin kolme kertaa viikossa. Koeryhmän henkilöistä yhdeksän ilmoitti, ettei ole koskaan tupakoinut säännöllisesti. Kolme henkilöä ilmoitti tupakoivansa päivittäin. Kontrolliryhmän henkilöistä 92 % ilmoitti, ettei ollut tuntenut viimeksi kuluneen kuukauden aikana alaselän kipua, johon on liittynyt alaraajaan polven alapuolelle säteilevää kipua. Peruskoulutuskauden kolmannella viikolla toteutettujen fyysisen kunnan testeissä 12 minuutin juoksutestin keskiarvo koehenkilöillä oli 2784 metriä ja lihaskuntotestissä lihaskuntoindeksin keskiarvo oli 4,2. Puolustusvoimien kuntotestien viitearvotaulukon mukaan kestävyystestin ja lihaskuntotestin tulokset ovat hyvät (Puolustusvoimien kuntotestaajan käsikirja).

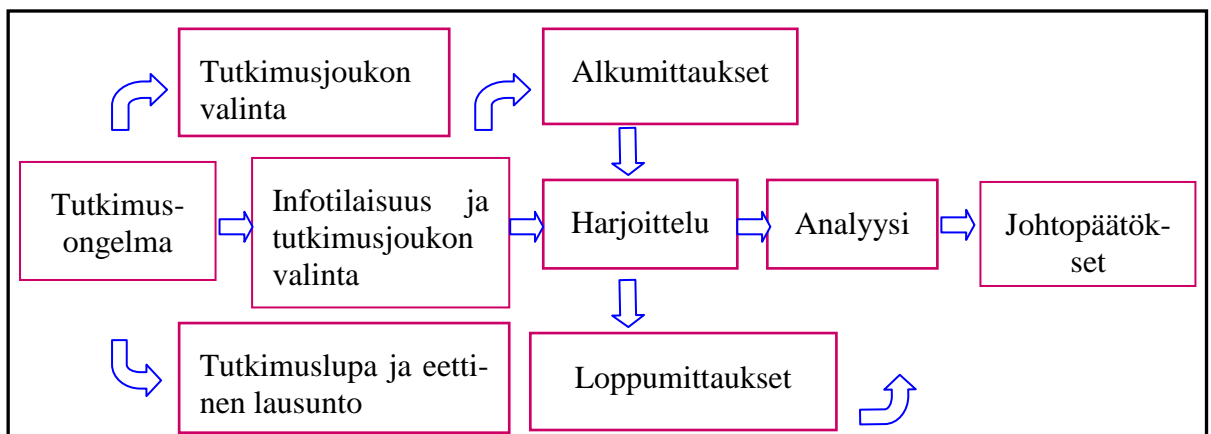
Taulukko 1. Koehenkilöiden kuvaus

Miehet n=25	Ikä (v)	Pituus (cm)	Paino (kg)	BMI	Coopertesti (m)	Lihaskunto- indeksi
Keskiarvo	19	180	77	24	2784	4,2
Keskihajonta	2	7	7	2	363	0,6
Minimi	19	169	64	22	2325	2,6
Maksimi	29	191	83	29	3265	5

5.2 Tutkimusasetelma

Tutkimusjoukoksi valittiin Kaartin Jääkäriyrykmentissä kaupunkijääkäreiksi koulutettavat henkilöt. Tutkimuslupaesitys tehtiin Pääesikunnan henkilöstöpäällikölle, joka antoi suostumuksensa tutkimustyön tekemiselle. Jyväskylän yliopiston eettinen toimikunta antoi myöntävän lausunnon tutkimuksen tekemiselle. Tutkimuksen informaatiotilaisuus pidettiin Santahaminassa Kaartin Jääkäriyrykmentin 1. Jääkärikomppanian varusmiehille 27. helmikuuta 2013.

Tutkimuksen kohdejoukoksi valittiin Kaartin Jääkäriyrykmentin 1. jääkärikomppanian varusmiehet, koska koulutettavan joukon henkilökohtaisen taisteluvarustuksen kokonaismassa on yli 30 kg. Informaatiotilaisuuteen osallistui yhteensä 147 henkilöä, joista 45 oli halukas osallistumaan tutkimukseen. Informaatiotilaisuudessa henkilöille esitettiin tutkimusasetelma (kuva 1). Tutkimukseen halukkaat osallistujat täyttivät kirjallisen suostumuksen osallistumisestaan tutkimukseen. Tutkimusjoukkoon valittiin sattumanvaraisesti arpoen 20 koehenkilöä koeryhmään ja 20 koehenkilöä kontrolliryhmään. Tutkimusjoukon koko pienentyi kahden ensimmäisen viikon aikana siten, että kokonaisvahvuus oli yhteensä 25 henkilöä. Kontrolliryhmän vahvuus 12 henkilöä ja koeryhmän vahvuus 13 henkilöä.



Kuva 1. Tutkimusasetelma

5.3 Tutkimuksen viitekehys ja rajaus

Tutkimuksessa tarkastellaan erikoiskoulutuskauden, kahdeksan viikon aikana, muun koulutuksen rinnalle lisätyn yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun ja varusmiesten erikoiskoulutuskauden koulutussuunnitelman mukaisten harjoitusten aiheuttamia muutoksia. Tarkasteltavia muuttujia ovat maksimaalinen isometrinen voimantuotto, kehon koostumus ja kahden mailin taakkajuoksu.

5.4 Menetelmät

Alkumittaukset toteutettiin erikoiskoulutuskauden alussa ja loppumittaukset toteutettiin kahdeksan viikon harjoittelun jälkeen erikoiskoulutuskauden lopussa.

Liikunta-aktiivisuuskysely (liite 1). Tutkimuksen alussa koehenkilöille pidettiin liikunta-aktiivisuuskysely. Kyselyn avulla kartoitettiin koehenkilöiden yleisiä tietoja, liikuntakäyttämistä, liikunta-aktiivisuutta, yleistä terveydentilannetta sekä muita mahdollisia tutkimuksiin vaikuttavia tekijöitä. Tällä tavoin saatiin selville koehenkilöiden taustamuuttajat ja muut mahdolliset tekijät, jotka saattavat olla merkittäviä tutkimustulosten analysointivaiheessa.

Liikunta-aktiivisuuspäiväkirja (liite 2). Koehenkilöt kirjasivat henkilökohtaiseen aktiivisuuspäiväkirjaan oman päivittäisen fyysisen toiminnan aktiivisuuden, suorituksen laadun, suorituksen keston ja kuormittavuuden.

Antropometria. Kehon koostumuksen mittauksissa mittauslaitteena käytettiin bioimpedanssimittaria (Inbody 720, Biospace Co., Ltd Factory, Etelä-Korea). Laitteella mitattiin koehenkilöiden rasvamassa, lihasmassa ja kehon rasvaprosentti. Mittauksessa kehon läpi johdetaan vähäistä sähkövirtaa ja mitataan kehon biosähköisen vastuksen suuruus (Jackson ym. 2004).

Voiman mittaukset. Mittaukset suoritettiin Maanpuolustuskorkeakoulun liikuntasalissa New-Test voimadynamometrilaitteilla (Newtest, Suomi) tutkimusjakson alussa ja lopussa. Varustuksena voimamittauksissa koehenkilöillä oli lenkkikengät, sukat, urheilushortsit ja t-paita. Voiman mittauksissa mitattiin alaraajojen, keskivartalon sekä yläraajojen maksimaalinen isometrinen voimantuotto. Voiman mittauksissa jokaiselle koehenkilölle näytettiin esimerkin avulla oikea suoritustekniikka. Ennen voiman mittaamista suoritettiin johdettu alkuverryttely kevyesti hölkäten ympäri liikuntasalia. Tämän jälkeen tehtiin kevyitä lihaskuntoliikkeitä. Jokainen koehenkilö jatkoi lämmittelyä liikuntasalissa omatoimisesti kunnes tuli omalla vuo-

rollaan mittauksiin. Alaraajojen maksimaalinen isometrinen voimantuotto mitattiin jalkadynamometrilla (Häkkinen ym. 2003). Mittauslaitteen kulma säädettiin 117 asteen polvikulmaan kullekin koehenkilölle erikseen. Koehenkilöillä oli kolme suoritusta, joista paras tulos huomioitiin. Keskivartalon voimantuotto-ominaisuuksia arvioitiin mittaamalla vatsa- ja selkälihasten voimia. Mittaukset suoritettiin samalla voima-anturimittauksella seisoma-asennossa. Koehenkilö jännitti isometrisesti vatsa-/selkäliahaksia (koukisti tai ojensi ylävartaloa) asetettua tukea vasten. Koehenkilöt suorittivat kolme yritystä molemmilla lihasryhmillä, joista paras tulos huomioitiin. Suoritusten välillä oli 30 sekunnin tauko. Yläraajojen maksimaalinen isometrinen voimantuotto mitattiin istuma-asennossa, josta testattava ojensi kätensä isometrisesti hartioiden levyisellä otteella kyynärkulman ollessa 90 astetta. Koehenkilöillä oli kolme suorituskertaa ja paras tulos huomioitiin. Mittauksien jälkeen koehenkilöt suorittivat liikuntasalissa omatoimisen loppuverryttelyn.

Taakankantokyky. Taakankantokykyä testattiin kahden mailin taakkajuoksuna tutkimusjakson alussa ja tutkimusjakson lopussa Myllypuron sisäliikuntahallissa 200 metrin juoksuradalla. Mittaukset toteutettiin noin kahdeksan hengen osastoissa. Ennen mittausta suoritettiin johdettu alkuverryttely kevyesti juoksurataa hölkäten ja sen jälkeen suoritettiin kevyitä lihaskuntoliikkeitä. Mittaus suoritettiin kaupunkijääkärien taisteluvälinevarustuksessa ilman rynnäkkökivääriä. Kannettavan taakan kokonaismassa oli 27 kg. Merkitsevänä tekijänä oli matkaan käytetty suoritusaika. Taakkajuoksun jälkeen toteutettiin johdettu kevyt loppuverryttely.

5.5 Harjoittelu

Varusmiespalveluksen erikoiskoulutuskauden tuntimäärä on yhteensä noin 340 tuntia. Palvelus koostuu taistelukoulutuksesta ja marssikoulutuksesta, yhteensä noin sata tuntia. Marssikoulutukseen käytetään 16 tuntia. Liikuntakoulutukseen käytetään 35 tuntia. Koulutus sisältää joukkue- ja mailapelejä, suunnistusta ja kartanlukua, esterataharjoittelua, kamppailukoulutusta, lihaskunto- ja lihasvoimaharjoittelua, lihashuoltoa ja hiihtokoulutusta. Lihaskuntoharjoitteluun käytetään erikoiskoulutuskaudella 10 tuntia. Muuhun sotilaskoulutukseen käytetään loppuaika, noin kaksisataa tuntia. Koulutus sisältää muun sotilaallisen toiminnan, kuten ammuntaa, materiaalin käsittelyä, taidon harjoittelua, yleistä sotilaskoulutusta ja oppitunteja. (Asevelvollisten fyysinen koulutus 2012.)

Tutkimuksen aikana molemmat ryhmät osallistuivat perusyksikkönsä erikoiskoulutuskauden koulutussuunnitelman mukaiseen viikko-ohjelman palvelukseen. Erikoiskoulutuskauden tuntimäärä oli yhteensä noin 345 tuntia. Taistelukoulutukseen käytettiin yhteensä noin 170 tuntia. Liikuntakoulutukseen käytettiin noin 15 tuntia, josta vapaaehtoista liikuntakoulutusta oli viisi tuntia. Liikuntakoulutus sisälsi lihaskunto- ja lihasvoimaharjoittelun, lihahuoltoharjoituksen, pallopelejä, juoksua ja valinnaista liikuntaa. Lihaskuntoharjoitteluun käytettiin noin neljä tuntia. Marssikoulutukseen käytettiin alle kymmenen tuntia. Muuhun sotilaskoulutukseen käytettiin loppuaika, noin 150 tuntia.

Erikoiskoulutuskauden ensimmäiset neljä viikkoa olivat kuormittavuudeltaan kevyesti kuormittavia, koska palvelus koostui pääosin kasarmilla tai kasarmialueella tapahtuvista koulutus tapahtumista, kuten yleinen sotilaskoulutus, koulutushaarakoulutus, ase- ja ampumakoulutus, kalustokoulutus, rästi- ja kertauskoulutus. Erikoiskoulutuskauden viikosta viisi eteenpäin koulutuksessa pääpaino oli ryhmä- ja joukkuekohtaisessa taistelutoiminnassa ja taisteluharjoituksissa. Koulutuksen kuormittavuus nousi erikoiskoulutuskauden lopussa viikoilla 7–8, koska fysiologisesti kuormittavat taisteluharjoitukset ja sotilaalliset harjoitukset toteutettiin maasto-olosuhteissa.

Kontrolliryhmä ($n=12$) harjoitteli erikoiskoulutuskauden aikana muun koulutuksen ohessa puolustusvoimien koulutussuunnitelman mukaisia liikuntaharjoitteita yhteensä noin kahdeksan tuntia. Koehenkilöt ($n=13$) harjoittelivat erikoiskoulutuskauden aikana muun koulutuksen ohessa puolustusvoimien koulutussuunnitelman mukaisia liikuntaharjoitteita yhteensä noin kuusi tuntia. Koehenkilöiden erikoiskoulutuskauden liikuntakoulutukseen lisättiin keskimäärin kaksi kertaa viikossa, noin 60 minuuttia kerrallaan, johdetusti toteutettu voimaominaisuuksien harjoittelu (*taulukko 2*). Koeryhmä harjoitteli erikoiskoulutuskaudella kahdeksan viikon aikana keskimäärin 16 tuntia enemmän voimaominaisuuksia kehittäviä harjoitteita verrattuna kontrolliryhmään. Ennen harjoittelujakson alkua koeryhmälle opetettiin harjoiteltavien liikkeiden oikea suoritustekniikka ja mitattiin maksimaalisen voimantuoton (RM 1) voimataso. Tämän avulla kullekin koehenkilölle määritettiin harjoittelun kuormataso.

Harjoittelujakson kolme ensimmäistä viikkoa harjoitettiin perusvoimaa siten, että vastuksena oli 70 % oman voimantuoton maksimista. Toistojen määrä oli 12. Harjoitteluvaikutus kohdistui yläraajoihin, keskivartaloon ja alaraajoihin. Perusvoiman harjoittamisen jälkeen koehenkilöille määritettiin uudet maksimaalisen voimantuoton (RM 1) voimatasot.

Seuraavat kolme viikkoa voimaharjoittelun pääpaino oli maksimivoiman harjoittamisessa. Vastuksena käytettiin 90 %:a oman voimantuoton maksimitasosta. Toistojen määrä laskettiin kolmeen suorituskertaan. Maksimivoiman harjoittelun jälkeen ei mitattu koehenkilöiden maksimaalista voimantuottoa, koska henkilöt tunsivat olevansa marssikoulutuksen ja palveluksen aiheuttaman rasituksen johdosta erittäin väsyneitä. Mittausten tilalla toteutettiin johdettu huoltava voimaharjoitus, jossa toistettiin samoja harjoitusliikkeitä kuorman ollessa noin 10 %:a maksimikuormasta. Toistojen määrä oli 15.

Viimeiset kaksi viikkoa harjoitettiin hermostollista voimaa. Vastuksen kuorma laskettiin 60 %:iin edellisen voimanmittauksen maksimitasosta, toistojen määrä oli kolme toistoa ja suoritustempo mahdollisimman nopea. Perusyksikön viikko-ohjelmien aiheuttama fyysinen kuormittavuus suhteessa voimaharjoitteluun olivat seuraavanlaiset:

palvelusviikko	voimaharjoittelun painopiste	kuormittavuus
E 1 viikko	perusvoiman harjoittaminen	kevyt kuormitus
E 2 viikko	perusvoiman harjoittaminen	kevyt kuormitus
E 3 viikko	perusvoiman harjoittaminen	kevyt kuormitus
E 4 viikko	maksimivoiman harjoittaminen	kevyt kuormitus
E 5 viikko	maksimivoiman harjoittaminen	keskikova kuormitus
E 6 viikko	maksimivoiman harjoittaminen	keskikova kuormitus
E 7 viikko	hermostollinen voimaharjoittelu	kova kuormitus
E 8 viikko	hermostollinen voimaharjoittelu	kova kuormitus

Taulukko 2. Koehenkilöiden voimaharjoittelu erikoiskoulutuskauden aikana

Perusvoiman harjoittelu 3 viikkoa	Maksimivoiman harjoittelu 3 viikkoa	Hermostollinen voima 2 viikkoa
Kuorma: 70 % maksimista Sarjat: 4 sarjaa Toistot: 12 toistoa Rytmi: Rauhallinen Palautus: 2 minuuttia	Kuorma: 90 % maksimista Sarjat: 4 sarjaa Toistot: 3 toistoa Rytmi: mahdollisimman nopea Palautus: 3 minuuttia	Kuorma: 60 % maksimista Sarjat: 4 sarjaa Toistot: 3 toistoa Rytmi: mahdollisimman nopea Palautus: 3 minuuttia
Lajiliikket	Lajiliikket	Lajiliikket
Ylätalja Penkkipunnerrus Istumaan nousu Hyvää huomenta Jalkakyykky	Ylätalja Penkkipunnerrus Istumaan nousu Hyvää huomenta Jalkakyykky (Smith)	Vastuskumien veto sivuille Penkkipunnerrus Keskivartalolinkkari Hyvää huomenta Kevennyskyykky (50 % oman kehon painosta)

5.6 Tilastolliset menetelmät

Tilastollisten analyysien suorittaminen tapahtui SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 21 -ohjelman avulla. Käytettävät tilastolliset menetelmät olivat parillinen t-testi ja pariton t-testi. Normaalisuus tarkistettiin Kolmogorov–Smirnov - testin avulla. Koska joukko oli normaalisti jakautunut käytettiin parametrisia testejä. Muuttujien välisiä riippuvuuksia tutkittiin Pearsonin korrelaatiokertoimen avulla. Tilastollisen merkitsevyyden kuvaamiseksi on käytetty tähtisymbolia seuraavasti: merkitsevä: * $0,01 < p \leq 0,05$; merkitsevä: ** $0,001 < p \leq 0,01$; erittäin merkitsevä: *** $p \leq 0,001$.

6. TULOKSET

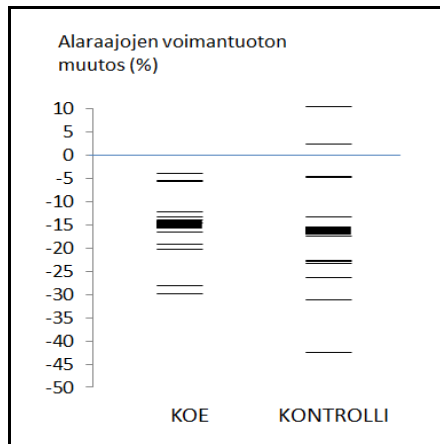
6.1 Maksimaalisen voimantuoton muutokset

Koeryhmän henkilöiden yläraajojen maksimaalisessa voimantuotossa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia ($1040 \pm 200 \text{ N} \rightarrow 1140 \pm 200 \text{ N}$, $p > 0,05$). Kontrolliryhmän yläraajojen voimantuotto kasvoi ($990 \pm 320 \text{ N} \rightarrow 1140 \pm 360 \text{ N}$, $p < 0,05$). Koeryhmän vatsalihasten voimantuotto kasvoi ($3260 \pm 510 \text{ N} \rightarrow 3740 \pm 750 \text{ N}$, $p < 0,05$). Kontrolliryhmän vatsalihasten voimantuotossa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia ($3840 \pm 1440 \text{ N} \rightarrow 3420 \pm 890 \text{ N}$, $p > 0,05$). Koeryhmän selkähäisten voimantuotto laski ($4290 \pm 990 \text{ N} \rightarrow 3570 \pm 480 \text{ N}$, $p < 0,01$). Myös kontrolliryhmän keskivartalon selkähäisten voimantuotto laski ($3920 \pm 720 \text{ N} \rightarrow 3410 \pm 530 \text{ N}$, $p < 0,05$). Alaraajojen maksimaalinen voimantuotto laski molemmissa ryhmissä: koeryhmä $5250 \pm 1110 \text{ N} \rightarrow 4290 \pm 720 \text{ N}$, $p < 0,001$ ja kontrolliryhmä $5170 \pm 1050 \text{ N} \rightarrow 4330 \pm 1230 \text{ N}$, $p < 0,05$. Maksimaalisen isometrisen voimantuoton muutokset on esitetty taulukossa 3. Maksimaalisen voimantuoton prosentuaalisten muutosten ja kahden mailin taakkajuoksun prosentuaalisen muutosten välillä ei havaittu yhteyttä.

Taulukko 3. Maksimaalinen isometrinen voimantuotto ennen ja jälkeen harjoitusjakson

	Koeryhmä ennen	Koeryhmä jälkeen	Kontrolli ennen	Kontrolli jälkeen
Yläraajat (N)	1040 ± 200	1140 ± 200	990 ± 320	1140 ± 360 *
Keskivartalo, vatsa (N)	3260 ± 510	3740 ± 750 *	3840 ± 1440	3420 ± 890
Keskivartalo, selkä (N)	4290 ± 990	3570 ± 480 **	3920 ± 720	3410 ± 530 *
Alaraajat (N)	5250 ± 1110	4290 ± 720 ***	5170 ± 1050	4330 ± 1230 **

Alaraajojen maksimaalisessa voimantuotossa tapahtui molemmissa ryhmissä ja yksittäisillä koehenkilöillä muutoksia. Kuvassa 2 on esitetty alaraajojen maksimaalisen voimantuoton prosentuaaliset muutokset ryhmien ja yksittäisten koehenkilöiden osalta.



Kuva 2. Alaraajojen maksimaalisen voimantuoton prosentuaaliset muutokset. Ryhmän keskiarvoja kuvaavat mustat palkit.

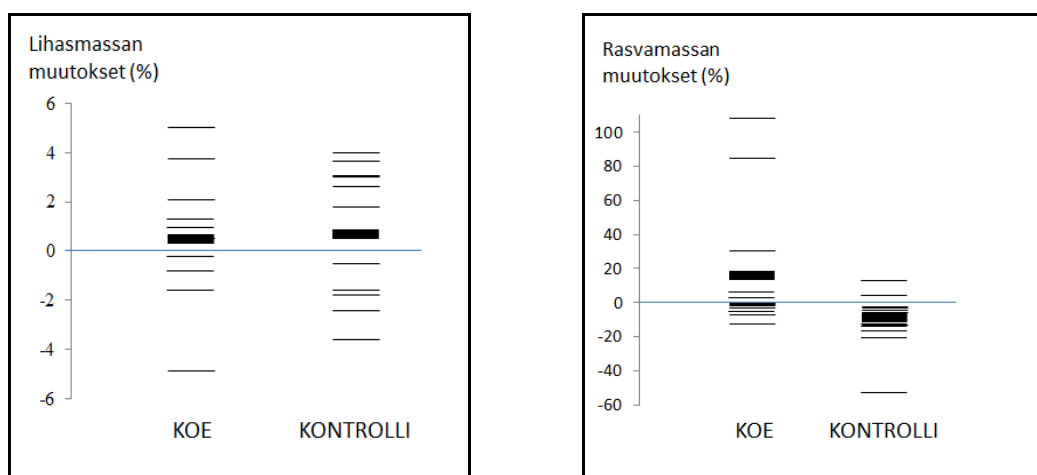
6.2 Kehon koostumuksen muutokset

Kehon koostumuksessa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä muutoksia. Kehon koostumuksen muutokset erikoiskoulutuskauden aikana on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Koehenkilöiden kehon koostumuksen muutokset

	Koeryhmä ennen	Koeryhmä jälkeen	Kontrolli ennen	Kontrolli jälkeen
Pituus (cm)	180 ± 7	180 ± 7	180 ± 8	180 ± 8
Paino (kg)	77,0 ± 7,1	77,6 ± 7,0	77,6 ± 7,9	76,9 ± 7,2
Rasvaprosentti	10,9 ± 4,7	12,1 ± 2,7	12,3 ± 4,1	11,2 ± 3,9
BMI (kg/m ²)	23,6 ± 2,0	23,9 ± 1,9	24,0 ± 2,1	23,8 ± 1,8
Lihasmassa (kg)	42,5 ± 3,9	44,0 ± 4,4	41,5 ± 4,9	38,0 ± 4,4
Rasvamassa (kg)	9,0 ± 3,9	9,6 ± 2,8	9,9 ± 3,9	8,7 ± 3,4

Kuvassa 3 ilmenee ryhmien ja yksittäisissä koehenkilöissä tapahtuneet prosentuaaliset muutokset kehon lihasmassan ja rasvamassan osalta.



Kuva 3. Koehenkilöiden prosentuaaliset muutokset lihas- ja rasvamassan osalta. Ryhmän keskiarvoja kuvaavat mustat palkit.

Lihasmassan tai rasvamassan prosentuaalisten muutosten ja kahden mailin taakkajuoksun prosentuaalisten muutosten välillä ei havaittu yhteyttä.

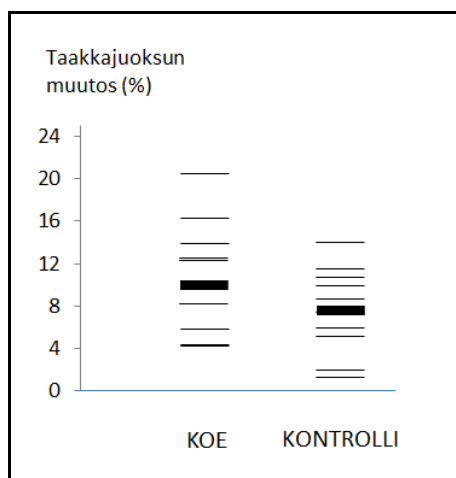
6.3 Kahden mailin taakkajuoksu

Kahden mailin taakkajuoksussa molempien ryhmien taakkajuoksun suoritus aika parani erittäin merkittävästi (taulukko 5).

Taulukko 5. Kahden mailin taakkajuoksu

	Koeryhmä ennen	Koeryhmä jälkeen	Kontrolli ennen	Kontrolli jälkeen
Suoritus aika (s)	1162 ± 116	1047 ± 81***	1142 ± 95	1035 ± 81***

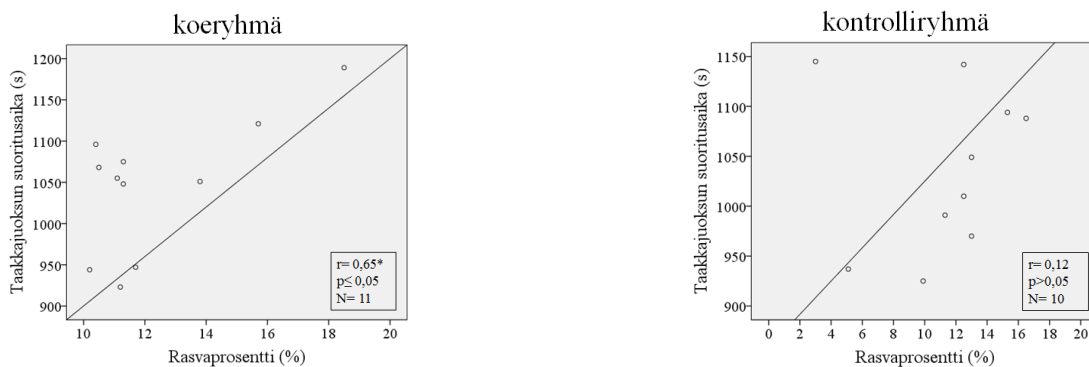
Kahden mailin taakkajuoksussa koe- ja kontrolliryhmän sekä kaikkien yksittäisten henkilöiden suoritus aika parani. Kuvassa 4 ilmenee kahden mailin taakkajuoksun prosentuaaliset muutokset ryhmien ja yksittäisten koehenkilöiden osalta.



Kuva 4. Kahden mailin taakkajuoksun prosentuaaliset muutokset. Ryhmän keskiarvoja kuvaavat mustat palkit.

6.4 Kehon koostumuksen yhteys taakan kantokykyyn

Kehon rasvaprosentin ja kahden mailin taakkajuoksuun käytetyn suoritusajan välillä havaittiin loppumittauksissa koeryhmän osalta positiivinen korrelaatio, $r = 0,65^*$, $p \leq 0,05$. Kontrolliryhmän osalta ei havaittu korrelaatiota, $r = 0,12$, $p > 0,05$, (kuva 5). Kehon rasvaprosentin prosentuaalisten muutosten ja kahden mailin taakkajuoksun prosentuaalisten muutosten välillä ei havaittu kummassakaan ryhmässä yhteyttä.



Kuva 5. Rasvaprosentin ja kahden mailin taakkajuoksun suoritusajan välinen korrelaatio.

7. POHDINTA

7.1 Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutus voimantuottoon

Tutkimuksen päätuloksena on, että varusmiespalveluksen erikoiskoulutuskauden kahdeksan viikon aikana, kaksi kertaa viikossa, toteutettu yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu ei aiheuta merkitseviä muutoksia yläraajojen maksimaalisessa voimantuotossa. Vatsalihasten maksimaalisen voimantuotto nousee, kun taas selkälihasten ja alaraajojen maksimaalinen voimantuotto laskee. Kontrolliryhmän yläraajojen voimantuotto kasvoi, mutta selkälihasten ja alaraajojen maksimaalinen voimantuotto laski.

Erikoiskoulutuskauden kestävyystyyppisen harjoittelun intensiteetti, kestävyystyyppisen harjoittelun määrä, muun sotilaskoulutuksen aiheuttama kuormittavuus ja liikuntakoulutukseen lisätyn voimaharjoittelun johdosta kasvanut kokonaisvolyymi saattoi johtaa yllirasitustilaan ja siten vaikuttaa maksimivoiman muutoksiin ja voimantuoton laskuun. Mikäli yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun kokonaiskuormitus nousee liian suureksi, saattaa se estää optimaalisen voimaominaisuuksien kehittymisen. Tähän johtopäätökseen tulivat omissa tutkimuksissaan myös Hickson (1980); Mikkola (2012); Gergley (2009) ja Jones ym. (2013).

Tämän tutkimuksen tuloksia tukevat Hicksonin (1980), Dudleyyn ja Djamilin (1985), Hennesyn ja Watsonin (1994), Gergleyn (2009) ja Mikkolan ym. (2012) näkemyksiä siitä, että voimaharjoittelun kanssa samanaikaisesti suoritettu kestävyysharjoittelu heikentää maksimivoiman kehittymistä. Tutkimuksen tuloksia tukevat myös Hennesy ja Watson (1994), Hunter ym. (1987) tutkimustulokset. Tutkimuksissa molemmissa harjoitusmuodoissa aktiivisina toimivien lihasryhmien maksimaalinen voimantuotto laskee.

Kokonaiskuormituksen säätelyyn ja maksimaalisen voimantuoton vähenemiseen saattaa myös olla vaikutusta sillä, että perusyksikön erikoiskoulutuskauden toteutuksessa ei viikkoohjelmien mukaan pidetty yhtenäkkään koulutuspäivänä ohjattua lihahuoltokoulutusta tai palauttavaa lihahuoltoharjoitusta. Ohjatun lihahuoltokoulutuksen tai palauttavan harjoituksen avulla olisi saatu vähennettyä koulutuspäivien kuormittavuutta. Voimantuoton merkittävä väheneminen alaraajojen maksimaalisen voimantuoton osalta saattoi selittyä sillä, että koulutuspäivien ja harjoitusten aikana liikuttiin paljon jalkaisin raskas taakka kantamuksena, jolloin suuri fysiologinen kuormitus kohdistui alaraajojen lihaksiin. Liiallinen ja pitkittynyt fyysinen kuormittaminen johtaa lopulta ylikuormitustilaan, jota seuraa fyysisen suorituskyvyn

laskeminen (Howley 2001). Olisiko koeryhmän maksimaalisen voimantuoton muutokset olleet erilaiset, mikäli kestävyystyyppisen harjoittelun määrää olisi vähennetty, voimaharjoittelun kokonaismäärä olisi laskettu, voimaharjoitusten frekvenssiä olisi muutettu kevyemmäksi ja palauttavien lihahuoltoharjoitusten määrää olisi lisätty. Tällä tavoin olisi ehkä saatu optimoitua kokonaiskuormittavuutta ja lisättyä voimaharjoitusvasteen vaikutusta.

7.2 Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutus kehon koostumukseen

Tässä tutkimuksessa ei havaittu kahdeksan viikon aikana toteutetun yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun saavan aikaan muutoksia kehon koostumuksessa. Kehon rasvaprosentin ja kahden mailin taakkajuoksuun käytetyn suoritusajan välillä havaittiin loppumittauksissa koeryhmän osalta positiivinen korrelaatio. Voidaan olettaa, että pienemmän rasvaprosentin omaavat henkilöt suoriutuvat kahden mailin taakkajuoksusta nopeammin. Muutokset kehon koostumuksessa olisivat saattaneet olla merkittävämpiä, mikäli harjoittelua olisi jatkettu pitkempään. Sotilaskoulutuksen kokonaiskuormittavuus ja siitä johtuva väsyminen saattoi myös olla häiritsevä tekijä, joka häiritsi optimaalisen ja tehokkaan harjoitusvaikutuksen ja lihasmassan kasvamisen.

7.3 Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutus taakan kantokykyyn

Kahdeksan viikon aikana, kaksi kertaa viikossa, koeryhmän toteuttama yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu parantaa kahden mailin juoksun suoritusaikaa, raskas taakka kantamuksena. Myös kontrolliryhmän suoritus aika parani. Suorituksen paranemiseen molemmilla ryhmillä saattoi vaikuttaa erikoiskoulutuskauden aikana toteutetut marssi- ja taisteluharjoitukset raskas taakka kantamuksena. Kansainväliset tutkimukset ovat osoittaneet, että yhdistetty voimaominaisuuksien ja aerobisen kestävyuden harjoittelu ovat tehokas keino parantaa yksilön fyysistä suorituskykyä ja raskaan taakan kantokykyä (Brett ym. 1988; Hoff ym. 2002; Williams ym. 2002; Kraemer ym. 2004; Zoeller ym. 2005; Harman ym. 2008; Hendrickson ym. 2010). Knapik ym. (2012) mukaan raskaan taakan kantamiskyky paranee henkilöillä, jotka harjoittelevat joko yleisen sotilaskoulutuksen mukaisia harjoitteita tai yhdistettyä kestävyys- ja voimaharjoittelua.

7.4 Voimaominaisuuksien ja kehon koostumuksen yhteys taakan kantokykyyn

Kehon koostumuksen tai voimantuoton muutosten ja taakkajuoksun muutosten välillä ei havaittu yhteyttä. Raskaan taakan kantokykyyn saattaa vaikuttaa kehon rasvan määrä. Vastaavanlaisiin tutkimustuloksiin on päädytty myös muissa tutkimuksissa (Harper ym. 1997; Lyons ym 2005; Riccardi 2007). Muita tekijöitä, jotka vaikuttavat kuormittumiseen ja raskaan taakan kantokykyyn ovat: ikä, sukupuoli, antropometriset ominaisuudet, aerobinen ja anaerobinen voima, lihasvoima, kestävyyskunto, ja kehon koostumus. (Haisman 1988). Raskaan taakan kantamisessa korostuvat myös maksimaalinen hapenottokyky, keskivartalon vatsalihakset, alaraajojen maksimaalinen voimantuotto sekä kehon koostumus (Kokko 2008).

7.5 Tutkimuksen ja tulosten luotettavuus

Tutkimuksessa käytettiin sekä kotimaisia että ulkomaisia tutkimuslähteitä. Pääosa lähteistä on kansainvälisesti tunnettujen asiantuntijoiden tutkimuksia tai tutkimusraportteja. Ulkomaiset lähteet koostuivat kansainvälisistä tutkimuksista voimaharjoittelun vaikutuksista, kestävyysharjoittelun vaikutuksista ja yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutuksista fysiologisiin muuttujiin sekä kantolaitteiden vaikutuksesta fyysiseen suorituskyykyyn.

Mittauksen luotettavuudella tarkoitetaan tutkimuksen toistettavuutta. Muuttuisivatko tutkimuksen tulokset, jos sama tutkimus toistettaisiin samoilla mittausmenetelmillä useaan kertaan (Metsämuuronen 2003, 42 - 45). Tutkimuksessa käytettiin mittareina sellaisia välineitä ja mittareita, joita on käytetty aikaisemminkin vastaavanlaisissa tutkimuksissa. Maksimaalisen isometrisen voimantuoton mittaukset toteutettiin Maanpuolustuskorkeakoulun liikuntasalissa Hämeen Rykmentin Urheilukoulun mittalaitteella. Kehon koostumuksen mittaukset toteutettiin heti aamuhätyksen jälkeen perusyksikön luokassa. Kahden mailin taakkajuoksut toteutettiin Liikuntamylyn 200 metrin juoksuradalla. Mittausten luotettavuutta lisää se, että alku- ja loppumittaukset suorittivat samat henkilöt. Mittaushenkilöstö on myös aikaisemmin osallistunut vastaavanlaisen tutkimuksen mittauksiin. Tutkimuksen otosjoukon valinnassa 25 koehenkilön otosta voidaan pitää kohtuullisen kattavana luotettavien keskiarvojen, tilastollisten merkitsevyyksien ja korrelaatioiden saamiseksi.

Tutkimustulosten luotettavuutta lisää se, että koeryhmän harjoittelu toteutettiin johdetusti laaditun suunnitelman mukaan. Ennen voimaharjoittelua jokainen liike opetettiin koehenkilöille ja harjoitusten aikana mahdolliset tekniikkavirheet korjattiin. Perusvoiman ja maksimivoiman harjoittaminen toteutettiin suunnitelman mukaan. Hermostollisen voiman harjoittamista jouduttiin muuttamaan, koska maksimivoimaharjoittelun jälkeen ei mitattu maksimivoima RM 1 tasoja.

Tutkimuksen validiteettia tarkasteltaessa selvitetään, tutkitaanko sitä, mitä on tarkoitus tutkia. Sisäisellä validiteetilla tarkoitetaan muun muassa sitä, mitataanko mittauksessa käytettävällä mittarilla sitä, mitä on tarkoitus mitata, onko mittari oikein muodostettu ja mitkä tekijät mitaustilanteissa vaikuttavat luotettavuutta alentavasti (Metsämuuronen 2000). Tässä tutkimuksessa käytettyjen mittausvälineiden avulla kyettiin hyvin mittaamaan niitä fysiologisia muuttujia, joita tutkimuksessa oli tarkoitus mitata. Mittausvirheitä ja muita teknisiä puutteita ei mittausten aikana ilmennyt. Tutkimuksen aihe kiinnosti koehenkilöitä, heidän asenteensa tutkimusta ja mittauksia kohtaan oli myönteinen ja he olivat motivoituneita. Tuloksia arvioitaessa on huomioitava, että tutkimuksen otanta perustui vapaaehtoisuuteen. On siis todennäköistä, että tutkimukseen valikoitui keskimääräistä terveempiä ja hyväkuntoisempia henkilöitä. Peruskoulutuskauden fyysisten testien tulosten perusteella voidaan olettaa, että koehenkilöt olivat fyysiseltä kunnoltaan keskimääräistä varusmiespalvelustaan suorittavaa paremmassa kunnossa sekä kestävyuden että lihaskunnan osalta. Mikäli tutkimuksen otos olisi ollut suurempi, sattumien vaikutus koetuloksiin olisi saattanut olla vähäisempi.

7.6 Tutkimuksen merkitys ja käytännön sovellukset

Tutkimus on osa puolustusvoimissa suoritettavaa laajempaa sotilaan fyysisen toimintakyvyn tutkimustoimintaa. Sotilaan kuormittuminen erityisolosuhteissa on yksi tärkeimmistä tutkimuksen kohdealueista (Taistelija 2005). Tämän tutkimuksen tuloksia voidaan soveltaa pohdittaessa maavoimien jalkaväkisotilalle asetettavia fyysisiä vaatimuksia, koulutettavien valintaa eri tehtäviin, kannettavan taakan massan vaikutusta sotilaan fyysiseen suorituskyykyyn, liikkuvuuteen ja kuormittumiseen taistelukentällä. Tuloksia voidaan hyödyntää myös kehitettäessä puolustusvoimien maavoimien jalkaväkisotilaan perus- ja erikoiskoulutuskauden liikuntakoulutuksen koulutussuunnitelmien sisältöä ja käytännön toteuttamista siten, että vaikutetaan maavoimien jalkaväkisotilaan fyysisen toimintakyvyn nousujohteiseen kehittymiseen, raskaan taakan kantokyykyyn ja että koulutettavat ovat fyysisiltä ominaisuuksiltaan valmiita joukkokoulutuskauden vaatimaan taistelukoulutukseen.

7.7 Johtopäätökset

Varusmiesten erikoiskoulutuskauden aikana toteutettu yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu parantaa vatsalihasten maksimaalista voimantuottoa. Kehon koostumuksessa ei tapahdu muutoksia. Rasvaprosentin ja kahden mailin taakkajuoksuun käytetyn suoritusajan välillä havaittiin loppumittauksissa koeryhmän osalta positiivinen korrelaatio. Voidaan olettaa, että pienemmän rasvaprosentin omaavat henkilöt suoriutuvat kahden mailin taakkajuoksusta nopeammin.

Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun harjoitusvaikutuksiin saattaa vaikuttaa varusmiespalveluksen erikoiskoulutuskauden kestävyyspainotteinen koulutus, harjoittelun kokonaisvoilyymi ja puutteellinen palautuminen. Nämä saattavat johtaa yllirasitustilaan ja siten haitata optimaalista maksimaalisen voimantuoton kasvua.

Koulutettavien yksilölliset fysiologiset ominaisuudet tulee huomioida yksityiskohtaisemmin ja yksilöllisemmin erikoiskoulutuskauden harjoittelun optimoinnissa. Fyysisten ominaisuuksien kehittämisessä tulee entistä tarkemmin huomioida palveluksen kokonaiskuormittavuus, voima- ja kestävyysominaisuuksien tasapainoinen ja nousujohteinen kehittäminen sekä laadukas palautuminen.

LÄHTEET

Brett, A. Dolezal and Jeffrey A. Potteiger. 1998. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *European Journal of Applied Physiology*. 85: 695–700.

Davis, WJ., Wood, D., Andrews, R., Elkind, L & Davis, WB. 2008, Concurrent training enhances athletes' strength, muscle endurance, and other measures. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008 Sep; 22 (5): 1487–502.

Donges, C., Duffield, R., Guelfi, K., Smith, G., Adams, D. & Edge, J. 2013. Comparative effects of single-mode vs. duration-matched concurrent exercise training on body composition, low-grade inflammation, and glucose regulation in sedentary, overweight, middle-aged men. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2013. Jul; 38 (7): 779–88.

Dudley, G.A. & Djamil, R. 1985. Incompatibility of endurance- and strength-training modes of exercise. *Journal of Applied Physiology* 59 (5): 1446–1451.

Ghahramanloo, E., Midgley, A. & Bentley, D. 2009. The effect of concurrent training on blood lipid profile and anthropometrical characteristics of previously untrained men. *J Phys Act Health*. 2009. Nov; 6 (6): 760–6.

Gergley, J. 2009. Comparison of two lower-body modes of endurance training on lower-body strength development while concurrently training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009 May; 23 (3): 979–87.

Glowacki, S., Martin, S., Maurer, A., Baek, W., Green, J. & Crouse S. 2004. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Med Sci Sports Exerc*. 2004 Dec; 36 (12): 2119–27.

Haisman, M. 1988. Determinants of load carrying ability. *Applied Ergonomics* 19, 111–121.

Harman, E., Gutenkunst, D., Frykman, P., Bradley, C., Alemany, J., Mello, R. & Sharp, M. Effects of two Different Eight-Week Training Programs on Military Physical Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008.

Hendrickson, N., Sharp, M., Alemany, J., Walker, L., Harman, E., Spiering, B., Hatfield, D., Yamamoto, L., Maresh, C., Kraemer, W. & Nindl B. 2010. Combined resistance and endurance training improves physical capacity and performance on tactical occupational tasks. *European Journal of Applied Physiology*. Aug; 109 (6): 1197–208.

Hennessy, L.C. & Watson, A. W. S. 1994. The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. *Journal of Strength and Conditioning Research* 8 (1): 12–19.

Hickson, R. 1980. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European Journal of Applied Physiology*. 45 (2–3): 255–63.

Hoff, J., Gran, A. & Helgerud, J. 2002. Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 12 (5): 228–95.

Holviala, J., Kraemer, W., Sillanpää, E., Karppinen, H., Avela, J., Kauhanen, A., Häkkinen, A. & Häkkinen, K. 2011. Effects of strength, endurance and combined training on muscle strength, walking speed and dynamic balance in aging men. *European Journal of Applied Physiology*. 2012 Apr; 112 (4): 1335–47.

Holviala, J., Häkkinen, A., Karavirta, L., Nyman, K., Izquierdo, M., Gorostiaga, E., Avela, J., Korhonen, J., Knuutila, V., Kraemer, W. & Häkkinen, K. 2010. Effects of combined strength and endurance training on treadmill load carrying walking performance in aging men. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010 Jun; 24 (6): 1584–95.

Howley, E.T. 2001. Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 33.

Häkkinen, K., Alen, M., Kraemer, W., Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Rusko, H., Mikkola, J., Häkkinen, A., Valkeinen, H., Kaarakainen, E., Romu, S., Erola, V., Ahtiainen, J. & Paavolainen, L. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European Journal of Applied Physiology*. 2003; 89 (1): 42–52.

Izquierdo, M., Häkkinen, K., Ibáñez, J., Kraemer, W.J. & Gorostiaga, E.M. 2005. Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength, power, muscle crosssectional area, and endurance markers in middle-aged men. *European Journal of Applied Physiology* 94, 70–75.

Jackson, A., Morrow, J., Hill, D & Dishman, R. 2004. *Physical Activity for Health and Fitness*. Updated Edition. Human Kinetics.

Jones, T., Howatson, G., Russel, M. & French, D. 2013. Performance and neuromuscular adaptations following differing rations of concurrent strength and endurance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013 Mar 21.

Knapik, J., Reynolds, K. & Harman, E. 2004. Soldier Load Carriage: Historical, Physiological, Biomechanical and Medical Aspects. *Military Medicine*, Vol. 169, January 2004.

Knapik JJ, Harman EA, Steelamn RA, Graham BS. A systematic review of the effects of physical training on load carriage performance. *Strength Cond. Res.* 2012; 26 (2): 585–597.

Kokko, J. 2008. Vertaileva tutkimus taisteluväestöjen fyysisestä kuormittavuudesta. Pro gradu. Maanpuolustuskorkeakoulu.

Kraemer, W., Vescovi, J., Volek, J., Nindl, B., Newton, R., Patton, J., Dziados, J., French, D. & Häkkinen, K. Effects of Concurrent Resistance and Aerobic Training on Load-Bearing Performance and the Army Physical Fitness Test. *Military Medicine*. 2004; 169 (12): 994–999.

Kyröläinen, H. & Santtila, M. 2006. Liikuntatieteiden soveltaminen sotilaan fyysisen suorituskyvyn kehittämisessä. Teoksessa: Huhtinen A-M. & Toiskallio J. (toim.). Maanpuolustuskorkeakoulu. Helsinki: Edita Prima Oy.

Li, W., Tan, S. & Wang. J. 2012. Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes. *Journal of sports science and medicine* 11: 495–501.

Lyons, J. Allsopp, A. & Bilzon, J. 2005. Influences of body composition upon the relative metabolic and cardiovascular demands of load-carriage. *Occupational-Medicine-Oxford,-England*. 2005 Aug; 55 (5): 380-4.

Maavoimien taistelutapa 2015. Maanpuolustuskorkeakoulun opintomoniste.

McCarthy, J., Agre, J., Graf, B., Pozniak, M. & Vailas, A. 1995. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Mar; 27 (3): 429–36.

Metsämuuronen, J. 2003. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. 2. uudistettu painos. Jyväskylä. Gummerus.

Mikkola, J., Rusko, H., Izquierdo, M., Gorostiaga, E. & Häkkinen, K, 2012 Neurumuscular and cardiovascular adaptations during concurrent strength and endurance training in untrained men. *Int J Sports Med*. 2012. Sep; 33 (9): 702–10.

PVHSMK koulutusala 067- PE HENKOS asevelvollisten fyysinen koulutus HI323/4.10.2012.

Pietilä, E. 2006, Varusmiesten fyysisen suorituskyvyn kehittyminen peruskoulutuskaudella. Sotatieteiden maisteriopiskelijan pro gradu, Maanpuolustuskorkeakoulu.

Piirainen JM, Salmi JA, Avela J, Linnamo V. Effect of body composition on the neuromuscular function of Finnish conscripts during an 8-week basic training period, *J Strength Cond Res*. 2008 Nov; 22 (6): 1916–25.

Puolustusvoimien kuntotestaajan käsikirja, Edita Prima Oy, 2011

Riccardi, R 2007, Effects of Gender and Body Adiposity on Physiological Responses to Physical Work While Wearing Body Armor. *Military Medicine*, 172. 7:743.

Santtila, M., Häkkinen, K., Karavirta, L. & Kyröläinen, H. 2008. Changes in cardiovascular performance during an 8-week military basic training period combined with added endurance or strength. *Military Medicine* 173, 1173.

Santtila, M. 2010. Effect of added endurance or strength training on cardiovascular and neuromuscular performance of conscripts during 8-week basic training period. *Studies in sport, physical, education and health* 146, University of Jyväskylä.

Santtila, M., Häkkinen, K., Nindl, B., & Kyröläinen, H. Cardiovascular and neuromuscular performance responses induced by 8 weeks of basic training followed by 8 weeks of specialized military training. National Strength and Conditioning Association. 2012.

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.

Shaw, B., Shaw, I. & Brown, G. 2009. Comparison of resistance and concurrent resistance and endurance training regimes in the development of strength. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2009. Dec; 23 (9): 2507–14.

Sillanpää, E. 2011, Adaptations in body composition, metabolic health and physical fitness during strength or endurance training or their combination in healthy middle-aged and older adults. University of Jyväskylä. 2011.

Sotatekninen arvio ja ennuste 2020, osa 2. 2004. Pääesikunta. Sotatalousosasto. Helsinki: Edita. Prima Oy.

Taistelija 2005. Fyysisen suorituskyvyn tutkimustoiminta. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidonlaitoksen julkaisusarja 3, No. 6. 2003.

Tanskanen M., Uusitalo A.L.T., Häkkinen, K., Nissilä J., Santtila M., Westerterp K.R. & Kyröläinen H. 2009. Aerobic fitness, energy balance, and body mass index are associated with training load assessed by activity energy expenditure. *Scand J Med Sci Sport* 19, 871–8.

Williams, A., Rayson, M., & Jones, D. 2002. Resistance training and the enhancement of the gains in material-handling ability and physical fitness of British Army recruits during basic training. *Ergonomics.* 2002 Mar; 15;45 (4): 267–79.

Zoeller, R., Riechman, S., Dabayeb, I., Goss, F., Robertson, R. & Jacobs, P. 2005. Relation between muscular strength and cardiorespiratory fitness in people with thoracic-level paraplegia. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation.* 86 (7): 1441–6.

LIIKUNNAN HARRASTAMINEN ENNEN VARUSMIESPALVELUSTA

NIMI:

Ajattele kolmea viime kuukautta ennen varusmiespalvelusaikaa ja ota huomioon kaikki sellainen vapaa-ajan fyysinen rasitus, joka on kestänyt kerrallaan vähintään 20 minuuttia.

- a Ei juuri mitään liikuntaa joka viikko
- b Verkkaita tai rauhallista liikuntaa yhtenä tai useampana päivänä viikossa
Miten monena päivänä? _____
- c Ripeää ja reipasta liikuntaa noin kerran viikossa
- d Ripeää ja reipasta liikuntaa kaksi kertaa viikossa
- e Ripeää ja reipasta liikuntaa kolme kertaa viikossa
- f Ripeää ja reipasta liikuntaa ainakin neljä kertaa viikossa

Ajattele kolmea viime kuukautta ennen varusmiespalvelusaikaa ja ota huomioon kaikki sellainen voimaharjoittelu, joka on kestänyt kerrallaan vähintään 20 minuuttia.

- a En harrasta
- b 1 kertaa viikossa
- c 2 kertaa viikossa
- d 3 kertaa viikossa
- e ainakin 4 kertaa viikossa

Ajattele kolmea viime kuukautta ennen varusmiespalvelusaikaa ja ota huomioon kaikki sellainen kestävvysharjoittelu, joka on kestänyt kerrallaan vähintään 20 minuuttia.

- a En harrasta
- b 1 kertaa viikossa
- c 2 kertaa viikossa

- d 3 kertaa viikossa
- e ainakin 4 kertaa viikossa

Peruskoulutuskauden aikana olen keskimäärin harjoitellut omatoimisesti

- a 0 kertaa viikossa
- b 1 kertaa viikossa
- c 2 kertaa viikossa
- d 3 kertaa viikossa
- e ainakin 4 kertaa viikossa

Varusmiespalvelusajan ensimmäisen juoksutestini tulos oli

- a alle 2200 metriä
- b yli 2200 - alle 2600
- c yli 2600 - alle 3000 metriä
- d yli 3000 metriä

Juoksutestini tulos oli (m): _____

TERVEYSSEULA (YMPYRÖI VAIHTOEHTO!)

112. Onko sinulla lääkärin toteamaa hengitys-, sydän tai verenkiertoelimistön sairautta?

kyllä (A) ei (B)

Mikä _____

113. Sairastatko verenpainetautia tai onko lääkäri todennut, että verenpaineesi on kohonnut?

kyllä (A) ei (B)

114. Pyörryttääkö sinua usein tai kärsitkö huimauksesta?

kyllä (A) ei (B)

115. Onko sinulla lääkärin toteama tulehduksellinen nivelsairaus?

kyllä (A) ei (B)

116. Onko sinulla selkävaivoja tai muita tuki- ja liikuntaelinten pitkäaikaisia tai usein toistuvia vaivoja?

kyllä (A) ei (B)

Mikä _____

117. Onko sinulla jokin muu omaan terveyteesi liittyvä syy (jota ei edellä ole vielä mainittu), jonka takia sinun ei tulisi osallistua liikuntaan, vaikka itse haluaisitkin?

kyllä (A) ei (B)

Mikä _____

118. Käytätkö tällä hetkellä lääkkeitä?

kyllä (A) ei (B)

Mikä _____

119. Oletko viimeisen kahden viikon aikana sairastanut jotain tulehdustautia (flunssa, kuume-tauti)?

kyllä (A) ei (B)

Mikä _____

Esiintyykö sinulla rintakipu ja tai hengenahdistusta?

Levossa: kyllä (A) ei (B)

Rasituksessa: kyllä (A) ei (B)

KIVUT JA UUPUMUS

Iskiaksella tarkoitetaan alaselän kipua, johon liittyy alaraajaan, polven alapuolelle (sääreen, pohkeeseen tai jalkaterän) säteilevää kipua.

9. Arvioi kuinka monena päivänä yhteensä sinulla on ollut alaselän kipua, johon on liittynyt alaraajaan, polven alapuolelle säteilevää kipua viimeksi kuluneen kuukauden aikana?

- a Ei yhtenäkkään
- b 1 - 7 päivänä
- c 8 - 14 päivänä
- d Yli 14 päivänä muttei päivittäin
- e Päivittäin

10. Arvioi kuinka monena päivänä yhteensä sinulla on ollut noidannuolikipuja (äkillinen alaselänkipu) viimeksi kuluneen kuukauden aikana (alaselkä on kuvassa tummennettu alue).

- a Ei yhtenäkkään
- b 1 - 7 päivänä
- c 8 - 14 päivänä
- d Yli 14 päivänä muttei päivittäin
- e Päivittäin

11. Arvioi kuinka monena päivänä yhteensä sinulla on ollut polvikipua viimeksi kuluneen kuukauden aikana?

- a Ei yhtenäkkään
- b 1 - 7 päivänä
- c 8 - 14 päivänä
- d Yli 14 päivänä muttei päivittäin
- e Päivittäin

Merkitse alla olevalle janalle pystyviivalla kipusi voimakkuus kehon eri osissa viimeisen viikon aikana.

Ei lainkaan kipua Pahin mahdollinen kipu

Selkäkipu _____
Niskakipu _____
Pääkipu _____
Yläraajakipu _____
Alaraajakipu _____
Rintakipu _____
Vatsakipu _____

Minkälaiset ovat tupakointitottumuksesi?

- a en ole koskaan tupakoinut säännöllisesti
- b olen lopettanut säännöllisen tupakoinnin yli 6 kk sitten
- c olen lopettanut säännöllisen tupakoinnin korkeintaan 6 kk sitten
- d tupakoin säännöllisesti

Tupakoin: _____ savuketta / vuorokausi

Minkälaiset ovat nuuskankäyttötottumuksesi?

- a en ole koskaan käyttänyt nuuskaa säännöllisesti
- b olen lopettanut säännöllisen nuuskan käytön yli 6 kk sitten
- c olen lopettanut säännöllisen nuuskan käytön korkeintaan 6 kk sitten
- d käytän nuuskaa säännöllisesti

Nuuskaan: _____ annosta / vuorokausi

