

**PERUSKOULUTUSKAUDEN FYYSINEN KUORMITTAVUUS
VARUSMIESPALVELUKSEN AIKANA**

Heidi Jurvelin

Liikuntafysiologian Pro-gradu tutkielma

Liikuntateknologian koulutusohjelma

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Syksy 2012

Työn ohjaajat:

Minna Tanskanen

Heikki Kyröläinen

Heidi Jurvelin (2012). Peruskoulutuskauden fyysinen kuormittavuus varusmiespalvelun aikana. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, pro gradu –tutkielma, 74s.

TIIVISTELMÄ

Varusmiespalveluksen peruskoulutuskauden kokonaiskuormittavuudesta ei ole riittävästi tietoa. Verenkierto -ja hengityselimistön kunnon kehittyminen ja ylläpitäminen edellyttää riittävää fyysistä aktiivisuutta. Liiallinen ja pitkittynyt fyysinen kuormittaminen taas johtaa ylikuormitustilaan, josta seuraa suorituskyvyn laskeminen sekä muita fyysisiä ja psyykkisiä oireita. Tämän pro gradu -tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää varusmiespalveluksen peruskoulutuskauden kuormittavuutta objektiivisillä mittausmenetelmillä aidoissa olosuhteissa.

Kahdeksan viikkoa kestävään tutkimukseen osallistui 34 vapaaehtoista miesalokasta (ikä: 19.1 ± 0.3 v) Kainuun Prikaatin viestikomppaniasta. Tutkittavat jaettiin varusmiespalvelusta edeltävän fyysisen aktiivisuuden perusteella aktiivi-, harraste- ja perustasoryhmään. Tutkimusjaksolla fyysistä kuormittavuutta ja energiankulutusta arvioitiin mittaamalla sykeä ja fyysistä aktiivisuutta. Kokonaiskuormittavuuden arvioimiseksi mitatusta sykedatasta laskettiin rasituskertymää päivä- ja viikkokohtaisesti sekä koko peruskoulutuskauden ajalle. Yksittäisten aktiviteettilajien intensiteettiä arvioitiin sekä sykeä aktiivisuusmittausten avulla.

Peruskoulutuskauden päivittäinen ja viikottainen fyysinen kuormittavuus (TRIMP) oli verrattavissa kestävyysurheilijoiden vastaaviin kokonaiskuormituksiin. Vähiten liikkuneet alokkaat kuormittuivat eniten ($TRIMP_{\text{perus}}=12393$ vs. $TRIMP_{\text{harraste}}=10252$, $p<0.05$ ja $TRIMP_{\text{aktiivi}}=8444$, $p<0.01$) tutkimusjakson aikana huolimatta tasoryhmiin jakamisesta. Tämä oli havaittavissa päivä- ja viikkokohtaisissa, sekä koko tutkimusjakson aikaisessa kokonaiskuormituksessa.

Intensiteetiltään peruskoulutuskauden aktiviteettilajit kuuluivat joko matalaan tai kohtalaiseen intensiteettiluokkaan (<6 MET). Merkittävä kokonaiskuormittavuus aiheutui siten intensiteetin sijaan kuormituksen pitkästä kestosta. Eri mittausmenetelmillä arvioidut intensiteetit erosivat toisistaan suurimmassa osassa aktiviteettilajeja.

Tutkimustulosten perusteella tasoryhmien kokonaiskuormituksen optimointi ei ollut peruskoulutuskauden aikana riittävää. Tasoryhmien fyysistä harjoittelua tulisi erilaistaa aiempaa voimakkaammin. Lisäksi varusmiespalveluksen kuormittavuutta tulisi jatkossa mitata myös palveluksen aikana, jotta fyysinen harjoittelu voitaisiin yksilöidä paremmin erikuntoisille alokkaille. Fyysisen aktiivisuuden ja sykemittauksen yhdistäminen antaisi mahdollisesti luotettavimman arvion energiankulutuksesta ja kokonaiskuormituksesta kenttäolosuhteissa.

Avainsanat: Peruskoulutuskausi, Kuormittavuus, Rasituskertymä, Syke, Aktiivisuus

Heidi Jurvelin (2012). Energy expenditure and training load during military basic training period. Department of sport biology, University of Jyväskylä, Master's thesis, 74p.

ABSTRACT

The amount of training load and energy expenditure during military basic training period is poorly known. In order to enhance and maintain aerobic performance, certain amount of physical activity is demanded. On the other hand, excessive and prolonged physical activity leads to overreaching state, which is followed by decreased physical performance and other physiological and psychological symptoms. The purpose of this study was to measure training load and energy expenditure during military basic training period using objective measurements in authentic environment.

Thirtyfour voluntary male conscripts (age: 19.1 ± 0.3 years) from Kainuu Pricade participated in this eight week study. Subjects were divided into three fitness groups (pro, semi, basic) by their physical activity state prior military service. During the study period heart rate monitors and accelerometers were used to evaluate physical activity and energy expenditure. Heart rate data was used to calculate the training load (TRIMP, training impact) for each day, week and the whole basic training period. The intensity of single activity was evaluated using both physical activity measurements.

Training load of basic training period was remarkable and paralld with the training load of elite athletes during the training and competition period. The conscripts in the basic group were most loaded during the study period ($TRIMP_{basic}=12393$ vs. $TRIMP_{semi}=10252$, $p<0.01$ ja $TRIMP_{pro}=8444$, $p<0.05$). The intensity of different physical activities during the basic training period were low or moderate ($<6MET$). Thus, the remarkable training load was rather due to extended duration of activity than high intensity.

According to this study, the optimizing of training load into different fitness groups was not sufficient during the basic training period. Thus, the differentiation in training loads ought to be even stronger. In the future, measuring the training load during the military service is recommended in order to individualise the training load for each conscript. Combining of heart rate and physical activity measurements might give the best estimate of energy expenditure in field conditions.

Key Words: Basic training period, Training load, TRIMP, Heart rate, Physical activity

ALKULAUSE

Tämä työ on tehty Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitoksen ja Puolustusvoimien yhteistyöprojektin yhteydessä. Työn tavoitteena oli tutkia Puolustusvoimien peruskoulutuskauden fyysistä kuormittavuutta kahden energiankulutuksen mittaamenetelmän avulla sekä määrittää yksittäisten aktiviteettilajien energiankulutusta.

Haluan esittää kiitokset Minna Tanskaselle ja Heikki Kyröläiselle asiantuntevasta ohjauksesta työni eri vaiheissa. Lisäksi haluan kiittää Polar Electro Oy:n fysiologisen tutkimuksen johtajaa Hannu Kinnusta saamastani avusta tutkimusaineiston käsittelyssä.

Oulussa, marraskuun 26. päivänä 2012

Heidi Jurvelin

Käytetyt lyhenteet

AC	akselometri (accelerometer)
ACSM	American College of Sports Medicine
ATP	adenosiinitrifosfaatti
BMR	perusaineenvaihdunta (basal metabolic rate)
bpm	syketaajuus (beats per minute)
cal	kalori (calory)
CO ₂	hiilidioksidi
DIT	ruoan terminen vaikutus (diet induced thermogenesis)
DLW	kaksoismerkitty vesi (doubly labelled water)
EE	energiankulutus (energy expenditure)
EPOC	kuormituksen jälkeinen lisääntynyt hapenkulutus, happivelka, (exceed post-exercise oxygen consumption)
² H	vedyn isotooppi, deuterium
H ₂	vety
HR	sydämen syke (heart rate)
HR _{max}	maksimisyke (maximum heart rate)
%HR _{max}	maksimisykkeen prosenttiosuus
HRR	sykereservi (heart rate reserve)
%HRR	sykereservin prosenttiosuus
MET	MET -yksikkö (metabolic equivalent)
O ₂	happi -molekyyli
² O	hapen isotooppi
PAEE	Fyysisen aktiivisuuden energiankulutus (physical activity energy expenditure)
PKK	peruskoulutuskausi
REE	lepoenergiankulutus (resting energy expenditure)
RPE	Borgin kuormitusasteikko (rating of perceived exertion scale)
SRPT	liikuntaharjoittelu (sport-related physical training)
TEE	kokonaisenergiankulutus (total energy expenditure)

TRIMP	Training impulse: harjoituksen syketason (%HRR) ja keston (min) perusteella laskettava harjoituksen rasituskertymää kuvaava arvo
VO_{2max}	maksimaalinen hapenkulutus
$\%VO_{2max}$	maksimihapenkulutuksen prosenttiosuus
VO_{2R}	hapenoton reservi

Tiivistelmä	
Abstract	
Alkulause	
Käytetyt lyhenteet	
Sisällys	

JOHDANTO	9
1 Peruskoulutuskausi.....	11
1.1 Peruskoulutuskauden sisältö.....	11
1.2 Peruskoulutuskauden fyysiset vaatimukset	11
2 Energiankulutus.....	14
2.1 Perusaineenvaihdunta ja lepoenergiankulutus.....	14
2.2 Ruoan termogeneesi	14
2.3 Fyysisen aktiivisuuden aiheuttama energiankulutus	15
2.4 Kuormituksen jälkeinen lisääntynyt hapenkulutus.....	15
3 Fyysinen kuormittavuus	17
3.1 Absoluuttinen teho	17
3.2 Aktiivisuuden määrä.....	17
3.3 Suhteellinen intensiteetti	18
3.4 Intensiteettiin vaikuttavat ulkoiset tekijät.....	19
3.4.1 Lämpötila	20
3.4.2 Maasto	20
3.4.3 Ilmanvastus	20
3.5 Harjoituksen rasituskertymä.....	21
3.6 Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittuminen ja aerobinen suorituskyky	21
4 Energiankulutuksen mittaaminen.....	22
4.1 Kaksoismerkitty vesi (DLW)	23
4.2 Epäsuora kalorimetri	23
4.3 Kiihtyvyyssanturi.....	24
4.4 Sydämen sykkeen mittaus	26
5 Tutkimuksen tavoitteet.....	28

6	Menetelmät.....	29
6.1	Tutkittavat	29
6.2	Tutkimusprotokolla	30
6.3	Mittaukset.....	32
6.4	Energiankulutuksen laskeminen.....	33
6.5	Kokonaiskuormituksen laskeminen	36
6.6	Tilastolliset menetelmät	37
7	Tulokset.....	38
7.1	Peruskoulutuskauden kokonaiskuormittavuus (TRIMP)	38
7.1.1	Peruskoulutuskauden vaiheen vaikutus kuormittavuuteen	38
7.1.2	Tasoryhmän ja kuntoluokan vaikutus kuormittavuuteen	40
7.2	Lajikohtainen kokonaiskuormittavuus peruskoulutuskaudella	47
7.3	Lajikohtainen energiankulutus sykkeen ja aktiivisuuden mittauksen perusteella.	50
7.3.1	Yleissotilaallinen koulutus	50
7.3.2	Huoltokoulutus.....	51
7.3.3	Järjestelyt.....	52
7.3.4	Liikuntakoulutus	53
7.3.5	Ase- ja ampumakoulutus.....	54
7.3.6	Taistelukoulutus	55
7.3.7	Yleiset toiminnot.....	57
8	Pohdinta	58
9	Johtopäätökset.....	65
10	Lähteet.....	66
11	LIITTEET	74

JOHDANTO

Fyysinen kunto vaikuttaa terveyteen, hyvinvointiin, jaksamiseen ja päivittäisten aktiviteettien suorittamiseen. Fyysisellä kunnolla tarkoitetaan yksilön ominaisuutta, joka koostuu useista luontaisista tai hankituista piirteistä. Näitä ovat muunmuassa hengitys- ja verenkiertoelimistön kestävyys, lihasvoima, joustavuus, ketteryys, tasapaino ja reaktioaika. Nämä piirteet yhdistetään kykyyn suoriutua fyysisestä aktiivisuudesta (Howley 2001). Puolustusvoimien varusmiespalvelukseen astuvien nuorten miesten aerobinen suorituskyky on laskenut viimeisen 25 vuoden aikana (Santtila ym. 2006). Alokkaiden fyysisen kunnan parantamiseksi Suomen puolustusvoimien peruskoulutuskauden fyysinen harjoittelu kaksinkertaistettiin vuonna 1998 (Tanskanen ym. 2009). Maanpuolustustaitojen lisäksi varusmiespalvelus pyrkii kehittämään nuorten terveyst- ja liikuntakäyttäytymistä (Santtila 2004).

Arviolta puolet varusmiespalvelun fyysisestä harjoittelusta suoritetaan peruskoulutuskauden (PKK) aikana. Harjoittelulla tarkoitetaan suunniteltua, rakenteellista ja toistuvaa toimintaa, jonka tavoitteena on fyysisen kunnan parantaminen tai ylläpitäminen (Caspersen ym. 1985). Yksilön kuntotasolla on vaikutusta koettuun työn kuormitukseen. Hyväkuntoinen yksilö voi tehdä enemmän työtä samalla intensiteettitasolla verrattuna huonokuntoiseen (Welk 2002, 5). Alokkaiden kunnolla on siten vaikutusta siihen, miten kuormittavaa PKK -harjoittelu on yksittäiselle alokkaille. Pitkäkestoisessa suorituksessa keskikuormitus ei saisi ylittää 50% yksilön maksimaalisesta hapenottokyvystä, jotta toimintakyky säilyisi (Lindholm ym. 2009). Nykyisen varusmiespalveluksen PKK:n kokonaiskuormittavuuden sopivuudesta erikuntoisille alokkaille ei ole riittävästi tietoa (Tanskanen ym. 2009). Verenkierto -ja hengityselimistön kunnan kehittyminen ja ylläpitäminen edellyttää riittävää fyysistä aktiivisuutta (Haskell ym. 2007). Fyysisen kuormituksen aiheuttama hetkellinen yllirasitus aiheuttaa palautumisen aikana superkompensaation, jolloin elimistön suorituskyky nousee edeltävää tasoa korkeammalle (Kaikkonen ym. 2006, 7). Liiallinen ja pitkittynyt fyysinen kuormittaminen johtaa lopulta

ylikuormitustilaan, jota seuraa suorituskyvyn laskeminen sekä muita fyysisiä ja psyykkisiä oireita (Howley 2001).

Harjoituskuorman ja suorituksen mittaaminen erilaisia aktiviteettilajeja sisältävän pitkän harjoitusjakson aikana on haasteellista (Tanskanen ym. 2009). Tämän pro gradu - tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida peruskoulutuskauden fyysistä kuormitusta objektiivisilla menetelmillä aidoissa olosuhteissa. Tutkimuksen mittaukset on tehtiin Kainuun Prikaatin viestikomppaniassa kevättalvella 2006. Fyysisen kuormituksen määrittäminen tehtiin energiankulutusmittauksen avulla. Tutkimuksessa peruskoulutuskauteen kuuluvien aktiviteettilajien energiankulutusta arvioitiin sydämen sykkeen ja kiihtyvyyssanturin tallentaman liikkeen kiihtyvyyden avulla. Tutkimuksesta saatuja tietoja voidaan jatkossa hyödyntää peruskoulutuskauden suorituskyky-, ravinto- ja nesteytysvaatimusten arviointiin.

1 PERUSKOULUTUSKAUSI

1.1 Peruskoulutuskauden sisältö

Varusmiespalvelus on osa yleistä asevelvollisuutta. Suomessa 80 % miespuolisesta ikäluokasta suorittaa pakollisen varusmiespalveluksen. Puolustusvoimien varusmieskoulutuksen aloittava 6-12 viikon pituinen peruskoulutuskausi (PKK) on sisällöltään kaikille varusmiehille pääosin samanlainen riippumatta puolustushaarasta tai aselajista. PKK:n aikana alokkaat suorittavat sotilaan perustutkinnon. PKK:n kuluessa varusmiehet jaetaan johtajakoulutukseen sekä eri koulutushaaroihin ja -ryhmiin. Osa erikoiskoulutuksista aloitetaan jo PKK:lla. (Puolustusvoimat 2010.)

PKK:n aikana opetellaan varusmiespalvelussa vaadittavat perustiedot ja -taidot, jotka antavat alokkaalle henkiset ja fyysiset valmiudet sopeutua armeijaympäristöön sekä myöhempään varusmieskoulutukseen. Alokkaiden fyysistä kuntoa pyritään parantamaan marssien, taistelu- ja liikuntakoulutuksen avulla. Erilaisten harjoitusmenetelmien tarkoituksena on alokkaan fyysisen kunnan ja taitojen kehittämisen lisäksi luoda positiivinen asenne fyysisistä harjoittelua kohtaan. (Santtila ym. 2010.)

1.2 Peruskoulutuskauden fyysiset vaatimukset

Varusmiesten fyysinen suorituskyky luodaan taistelu-, marssi- ja liikuntakoulutuksella sekä muulla fyysisesti harjaannuttavalla koulutuksella. Kahdeksan viikkoa kestävä peruskoulutuskauden keskimääräisestä 145 harjoitustunnista suurin osa kuluu fyysisessä koulutuksessa. Viikottainen fyysisen harjoittelun määrä on keskimäärin 25-25 tuntia (Puolustusvoimat 2004). Arviolta 36 % kaikista PKK:n harjoitustunneista kuluu liikuntaharjoituksissa (SRPT, sport-related physical training), 34 % taisteluharjoituksissa, 21 % marssiharjoituksissa ja 6 % lähitaisteluharjoituksissa. Ainoastaan kolme prosenttia

PKK:n koulutustunneista on yleistä varusmiespalvelukoulutusta. (Santtila ym. 2010.) PKK sisältää viisi fyysiseltä kuormitustasoltaan normaalia viikkoa, yhden kohtalaisen kuormitustason viikon ja kaksi kovan kuormituksen viikkoa (Puolustusvoimat 2004). Kuormituksesta johtuva loukkaantumisriski on suurimmillaan PKK:n alussa (Jones & Knapik 1999). Tämän johdosta fyysisen koulutuksen intensiteetin on oltava PKK aikana suhteellisen matala ja mahdollisimman yksilöity. Alokkaat jaetaan varusmiespalvelukseen astuttaessa fyysisen kunnan ja liikuntataitojen mukaisiin tasoryhmiin liikunta-aktiivisuuden ja henkilökohtaisten toiveiden mukaisesti (Santtila 2004). Tasoryhmiin jakaminen on ollut ohjeistettua kaikissa varuskunnissa vuodesta 1998 alkaen. Vuodesta 2010 alkaen tasoryhmiin jakaminen on ollut käytäntö kaikissa varuskunnissa.

PKK:n fyysinen koulutus on pääosin matalalla aerobisella tasolla tehtävää kestävyysharjoittelua. Lisäksi fyysinen koulutus sisältää anaerobisella kynnyksellä tehtävää intervallityyppistä harjoittelua. Varusmiespalveluksessa kannetaan usein ylimääräistä kuormaa. Taisteluvälikkeiden lisäksi alokkaat kantavat muita aselajinsa varusteita tai aseita. (Santtila 2010.) Suomessa vuodenaikojen mukaan vaihtuvat ympäristön olosuhteet vaikuttavat myös merkittävästi työn kuormittavuuteen (Lindholm ym. 2009).

Peruskoulutuskauden fyysistä kuormitusta on tarkasteltu aiemmin energiankulutuksen ja erilaisten kestävyys- ja lihaskuntomuuttujien avulla (Santtila ym. 2008, Piirainen ym. 2008). Peruskoulutuskaudella alokkaiden maksimaalinen hapenottokyky kasvaa keskimäärin 13,4% (Santtila ym. 2008). Varusmiespalvelusta edeltävänä aikana vähiten liikkuneet alokkaat parantavat eniten maksimaalista hapenottokykyään peruskoulutuskaudella. Peruskoulutuskauden lopussa heidän aerobinen kunto vastaa lähes varusmiespalvelusta edeltävänä aikana eniten liikkuneiden alokkaiden aerobista kuntoa. Eniten liikkuneiden alokkaiden kuormitus on peruskoulutuskauden aikana siten liian kevyttä, eikä saa aikaan positiivista vastetta maksimaalisessa hapenottokyvyssä. (Santtila ym. 2008.) Dyrstad ym. 2006 ja Rosendal ym. 2003 ovat raportoineet vastaavanlaisia havaintoja Norjan ja Tanskan puolustusvoimien peruskoulutuskausilta. Hermolihäsjärjestelmän toiminnan perusteella peruskoulutuskauden fyysinen harjoittelu ei ole alokkaille liian vaativaa (Piirainen ym. 2008). Alhainen lähtökunto on kuitenkin

yhteydessä voimantuotto-ominaisuuksien tippumiseen peruskoulutuskauden neljän viimeisen viikon aikana, mikä voi olla seurausta joko liian kuormittavasta tai liian kevyestä harjoittelusta (Piirainen ym. 2008).

Varusmiespalveluksen päivittäinen energiankulutus vaihtelee keskimäärin 9 MJ (2150 kcal) ja 22 MJ (5250 kcal) välillä (Lindholm ym. 2009). Peruskoulutuskauden kuormittavimpien viikkojen aikana päivittäisen energiankulutuksen on raportoitu olevan keskimäärin 15,5 MJ (3700 kcal) (Tanskanen ym. 2009). Peruskoulutuskauden aikana mitatut päivittäiset energiansaantiarvot vaihtelevat 11,5 MJ (2750 kcal) (Tanskanen ym. 2009) ja 12,5 MJ (3000 kcal) (Kyröläinen ym. 2008) välillä. Peruskoulutuskauden aikana havaittu elimistön rasvan määrän ja vyötärön ympäryksen tippuminen on todennäköisesti seurausta siitä, että päivittäinen energiankulutus ylittää päivittäisen energiansaannin (Santtila ym. 2008).

2 ENERGIANKULUTUS

Kokonaisenergiankulutus (TEE, total energy expenditure) koostuu kolmesta osatekijästä; lepoenergiankulutuksesta (REE, rest energy expenditure), ruoan aiheuttamasta energiankulutuksesta (DIT, diet induced thermogenesis) ja fyysisessä aktiivisuudessa kuluneesta energiasta (PAEE, physical activity energy expenditure). (Brage ym. 2004.)

2.1 Perusaineenvaihdunta ja lepoenergiankulutus

Elimistön välttämättömien toimintojen ylläpitäminen kuluttaa suurimman osan energiasta. Välttämättömiä toimintoja ovat muunmuassa lämpötilan sekä verenkierto- ja hengityselimistön tahdosta riippumattomien lihasten supistuminen. Perusaineenvaihdunta (BMR, basal metabolic rate) heijastaa energian vähimmäismäärää, jonka elimistö tarvitsee välttämättömiin fysiologisiin toimintoihinsa. (Ainslie ym. 2003.) BMR:n mittaus suoritetaan lepotilassa silloin, kun koehenkilö on nukkunut edellisenä yönä vähintään 8 tuntia ja edellisestä ateriasta on kulunut vähintään 12 tuntia. Lepoenergiankulutus (REE, resting energy expenditure) eroaa vain hieman BMR:n arvoista ja voidaan mitata jo 3-4 tuntia kevyen aterian jälkeen. Kummassakin tapauksessa fyysistä rasitusta tulee välttää ennen mittausta. REE on noin 60 - 75 % kokonaisenergiankulutuksesta. (McArdle ym. 2010, 193.)

2.2 Ruoan termogeneesi

Ruoan termogeneesi (DIT) muodostuu kahdesta komponentista; ruoansulatukseen ja imeytymiseen tarvittavasta energiasta, sekä sympaattisen hermojärjestelmän ja sen aineenvaihduntaa stimuloivasta vaikutuksesta. DIT vastaa noin 10 % kokonaisenergiankulutuksesta ja sen yksilölliset vaihtelut ovat vähäisiä. (Levine 2005.)

2.3 Fyysisen aktiivisuuden aiheuttama energiankulutus

Fyysinen aktiivisuus on luurankoli hasten liikettä, josta seuraa energiankulutusta (EE, energy expenditure) (Caspersen ym. 1985). Fyysistä aktiivisuutta voidaan tarkastella toistuvuuden, keston, intensiteetin ja lajin avulla (Westerterp & Plasqui 2004; Montoye ym. 1996; Howley 2001). Fyysisessä aktiivisuudessa kulutettu energia (PAEE, Physical activity energy expenditure) vastaa kokonaisenergiankulutuksesta noin 10 - 30 % ja vaihtelee yksilöiden välillä (Rocha ym. 2006). PAEE:n vaikuttaa henkilön paino, suorituksen taloudellisuus ja tehokkuus. Tästä syystä PAEE ei välttämättä heijasta suoritettun aktiivisuuden intensiteettiä, eikä siten mahdollista yksilöiden välisen fyysisen suorituksen määrän tai keston vertailua. (Schutz ym. 2001.)

2.4 Kuormituksen jälkeinen lisääntynyt hapenkulutus

Fyysisen aktiivisuuden alkaessa energiankulutuksen (EE, energy expenditure) lisääntyminen nostaa elimistön hapentarvetta. Harjoituksen jälkeen hapenkulutus pysyy koholla jonkun aikaa. Harjoituksen jälkeen kohonneen hapenkulutuksen, EPOC:in (excess post-exercise oxygen consumption) suuruuteen ja kestoon vaikuttavat harjoituksen kesto (Borsheim & Bahr 2003) ja harjoituksen intensiteetti (Chad & Quigley 1991). Lisäksi harjoitustaustalla ja sukupuolella on mahdollisesti vaikutusta EPOC:in suuruuteen. Harjoitelleilla yksilöillä hapenkulutus palautuu harjoituksen jälkeen nopeammin lepotasolle. (Borsheim & Bahr 2003.) Kestävyys- ja lihaskuntoharjoitus (Sedlock ym. 2010, Braun ym. 2005), jaksottainen ja yhtäjaksoinen harjoittelu (Lyons ym. 2006) ja ravitsemustila (Fukuba ym. 2000) vaikuttavat myös harjoituksen jälkeiseen hapenkulutukseen. Lihaskuntoharjoittelun aiheuttama EPOC on erityisesti palautumisen alkuvaiheessa kestävyysharjoittelun jälkeistä hapenkulutusta suurempaa (Braun ym. 2005). Harjoittelun jakaminen useampaan jaksoon nostaa harjoituksen jälkeistä hapenkulutusta (Lyons ym. 2006) kun taas rajoitettu ruoan energiamäärä laskee harjoituksen jälkeistä hapenkulutusta (Fukuba ym. 2000). Matalaintensiteettisen ja/tai lyhytkestoisen harjoituksen jälkeen EPOC:ia ei havaita lainkaan tai se on vähäistä kestäen vain lyhyen aikaa.

Pitkäkestoisen, intensiteetiltään kovan harjoituksen jälkeen EPOC on huomattavaa ja pysyy koholla pitkään. (Borsheim & Bahr 2003.)

EPOC koostuu useista komponenteista. Termillä nopea komponentti kuvataan niitä osatekijöitä, joiden vaikutus häviää noin tunti harjoituksen loppumisesta. EPOC:in nopea komponentti on seurausta veren ja lihasten happivarastojen täydentämisestä, ATP:n ja kreatiinifosfaatin synteesistä, laktaatin poistamisesta ja elimistön kasvaneesta lämpötilasta sekä verenkierrosta ja ventilaatiosta. Hitaan komponentin rakentumismekanismi on huonommin tunnettu ja sen vaikutus häviää vasta useiden tuntien jälkeen. Kohonnut verenkierto, ventilaatio ja lämpötila saattavat vaikuttaa hitaan komponentin syntyyn, mutta niiden vaikutus on silti vähäinen. Lisääntynyt triglyseridien ja rasvahappojen kierto ja hiilihydraatin muuttaminen rasvaksi muodostavat merkittävän osan hitaasta EPOC -komponentista. (Borsheim & Bahr 2003.)

3 FYYSINEN KUORMITTAVUUS

Fyysisen aktiivisuuden annosta voidaan kuvata absoluuttisen ja suhteellisen intensiteetin sekä päivän, viikkojen tai kuukausien aikana kulutetun energian määrän avulla (Howley 2001).

3.1 Absoluuttinen teho

Absoluuttinen intensiteetti kuvaa todellista energiankulutuksen tasoa. Energiankulutus voidaan ilmaista absoluuttisen ja suhteellisen hapenkulutuksen (l/min, ml/kg/min), wattien (W), joulien (J), kilokalorien (kcal) ja metaboliaekvivalentin avulla (MET, MET -yksikkö). MET -yksikkö kuvaa energiankulutusta lepoenergiankulutuksen (REE) suhteen. Yksi MET vastaa 3.5 ml:n hapenkulutusta painokiloa kohden yhden minuutin aikana tai yhden kilokalorin energiankulutusta painokiloa kohden tunnissa. MET:ien käyttö fyysisen aktiivisuuden määrittämisessä mahdollistaa erilaisten fyysisten aktiviteettien vertailun. Yksilöiden välillä todellinen energiankulutus voi vaihdella lajin sisällä huomattavasti, sillä yksilön massalla, rasvaprosentilla, iällä, sukupuolella, liikkeen tehokkuudella, aktiviteetin suorituspaikalla ja ympäristöolosuhteilla on merkittävä vaikutus fyysisen aktiviteetin energiankulutukseen. (Ainsworth ym. 2000.) Intensiteetti luokituksen avulla fyysinen aktiivisuus jaetaan kevyen (< 3 MET), kohtalaisen (3 - 6 MET) ja kovan intensiteetin (> 6 MET) aktiivisuudeksi (Pate ym. 1995).

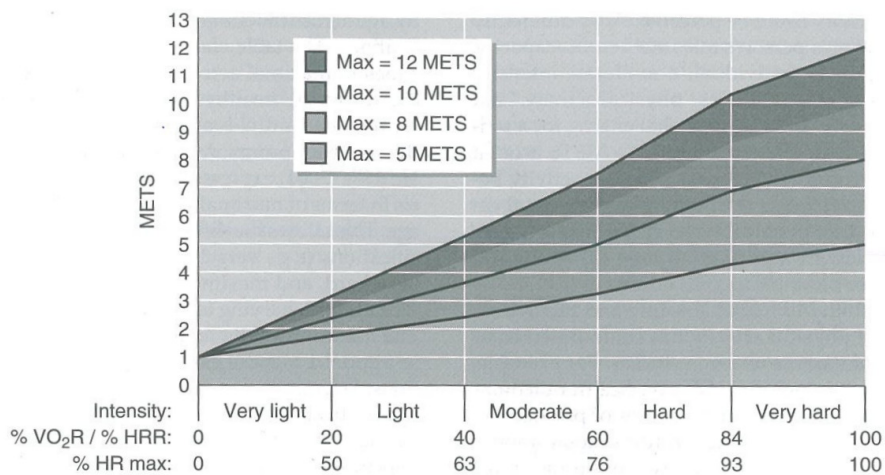
3.2 Aktiivisuuden määrä

Fyysisen aktiivisuuden kokonaisenergiankulutus tietyssä aikayksikössä saadaan yhdistämällä tieto absoluuttisesta intensiteetistä, kestosta ja toistuvuudesta. Energiankulutusta tarkastellaan tällöin kilokalorien, MET-minuuttien ja MET-tuntien avulla. Fyysisen aktiivisuuden annosvastevertailuissa on tärkeä erottaa toisistaan brutto- ja

nettokulutus. Bruttokulutuksella tarkoitetaan kokonaisenergiankulutusta, joka sisältää lepoenergiankulutuksen (REE). Nettokulutukseksi lasketaan ainoastaan fyysisessä aktiivisuudessa kulutettu energia. Nettokulutus saadaan vähentämällä bruttokulutuksesta REE. Riippuen fyysisen aktiivisuuden intensiteetistä, REE:n osuus kokonaiskulutuksesta voi vaihdella huomattavasti. Tästä johtuen fyysiseen aktiivisuuteen yhdistettävä energiankulutus on parempi esittää nettokulutuksena. (Howley 2001.)

3.3 Suhteellinen intensiteetti

Hyväkuntoinen yksilö voi tehdä enemmän työtä samalla intensiteettitasolla kuin huonokuntoinen (Welk 2002, 5). Yksilön verenkierto- ja hengityselimistöön kuntotaso vaikuttaa siten työn intensiteetti- ja luokitukseen (Kuva 1). Sama absoluuttinen intensiteetti voi tuntua hyväkuntoisesta kevyeltä ja vaatia huonompikuntoiselta maksimaalista suoritusta (Howley 2001). Suhteellista intensiteettiä käyttämällä voidaan poissulkea yksilöllisistä ominaisuuksista johtuvia eroja.



KUVA 1. Aerobisen suorituskyvyn vaikutus absoluuttiseen harjoitusintensiteettiin (Welk 2002, 6).

Aerobisen aktiivisuuden suhteellista intensiteettiä voidaan kuvata maksimaalisen hapenoton (VO_{2max}), hapenoton reservin (VO_{2R}), sykereservin (HRR) ja maksimisykkeen (HR_{max}) prosenttiosuuksien avulla ($\%VO_{2max}$, $\%VO_{2R}$, $\%HRR$ ja $\%HR_{max}$) sekä henkilön oman kuormitustuntemuksen avulla käyttämällä Borgin kuormitusasteikkoa (RPE). Hapenoton reservi lasketaan vähentämällä maksimaalisen hapenoton arvosta levossa kuluva hapen määrä (1 MET = $3.5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). Sykkeen reservi vastaavasti vähentämällä maksimisykkeestä leposyke (HR_{lepo}). (Howley 2001; ACMS 2000.)

Sykkeen käyttäminen fyysisen aktiivisuuden intensiteetin tarkastelussa perustuu oletukseen sykkeen ja hapenkulutuksen lineaarisuudesta. Syke kasvaa hapenkulutukseen nähden lineaarisesti sykkeen ollessa 50 - 80 % maksimisykkeestä. Lisäksi yksilön verenkierto- ja hengityselimistön kunnolla, väsymyksellä, sukupuolella, iällä ja harjoitusmuodolla on vaikutusta HR:n ja VO_2 :n väliseen yhteyteen, joten yksilöiden välillä sama sykelukema ei välttämättä vastaa samaa hapenkulutusta. (Kinnunen & Nissilä 2000.) Sykkeen ja hapenkulutuksen prosenttiosuuksien ($\%VO_{2max}$, $\%HR_{max}$) käyttäminen poissulkee sukupuolen, iän ja harjoitusmuodon vaikutuksen HR - VO_2 -suhteeseen (Achten & Jeukendrup 2003). Etenkin matalalla intensiteetillä harjoiteltaessa, ja erityisesti huonokuntoisilla yksilöillä, on suositeltavampaa käyttää sykereservin ja hapenoton reservin prosenttiosuuksia ($\%HRR$, $\%VO_{2R}$), jotka vastaavat toisiaan yksilön kuntotasosta riippumatta (Swain & Leutholtz 1997; Swain & Leutholtz 1998).

3.4 Intensiteettiin vaikuttavat ulkoiset tekijät

Ympäristön olosuhteet, kuten lämpötila, maasto ja ilmanvastus vaikuttavat suorituksen intensiteettiin (Achten & Jeukendrup 2003).

3.4.1 Lämpötila

Kuumassa liikkuminen lisää hapenkulutusta termoneutraaliin ympäristöön verrattuna. Lisääntynyt hapenkulutus selittyy kehon lämpötilan nousua seuranneesta hikirauhasten ja verenkierron energiankulutuksesta. (McArdle ym. 2010, 624.) Kylmässä ympäristössä lämmöntuottomekanismien aktivoituminen lisää energiankulutusta. Aineenvaihdunnan kasvu johtuu elimistön pyrkimyksestä säilyttää kehon lämpötila vakiona. Muutoksen suuruus riippuu yksilön rasvan määrästä ja vaatetuksesta. Lihastyön lisäys vähentää muiden lämmöntuottomekanismien tarvetta. (Litmanen 1999, 113-123.)

3.4.2 Maasto

Pehmeällä hiekalla liikkuminen kaksinkertaistaa energiankulutuksen verrattuna päällystetyllä pinnalla tai nurmella liikkumiseen. Lumisessa maastossa energiankulutus voi jopa kolminkertaistua kovalla pinnalla liikkumiseen verrattaessa. (McArdle ym. 2010, 210.) Pinnan kaltevuus lisää ylämäessä liikkumisen energiankulutusta, sillä vartalon massakeskipistettä joudutaan liikuttamaan jokaisella askeleella myös ylös/alas -suunnassa potentiaalienergiaa vastaan. Energiankulutus on pienimmillään alamäessä kaltevuuskulman ollessa -6 - -15 %. Kun pinnan kaltevuuskulma kasvaa riittävästi, vauhdin jarruttamisesta johtuva eksentrisen lihastyö lisää energiankulutusta. (Wanta ym. 1993.)

3.4.3 Ilmanvastus

Ilmanvastuksen vaikutus energiankulutukseen riippuu ilman tiheydestä, henkilön pinta-alasta ja nopeudesta. Tyynen ilman vaikutus energiankulutukseen vaihtelee juoksussa kolmesta yhdeksään prosenttiin. Vastatuulen lisääntyminen kasvattaa huomattavasti energiankulutusta. Myötätuuleen juostaessa energiankulutus ei laske yhtä paljon kuin se kasvaa vastatuuleen juostaessa. (McArdle ym. 2010, 217-219; Pugh 1971.)

3.5 Harjoituksen rasituskertymä

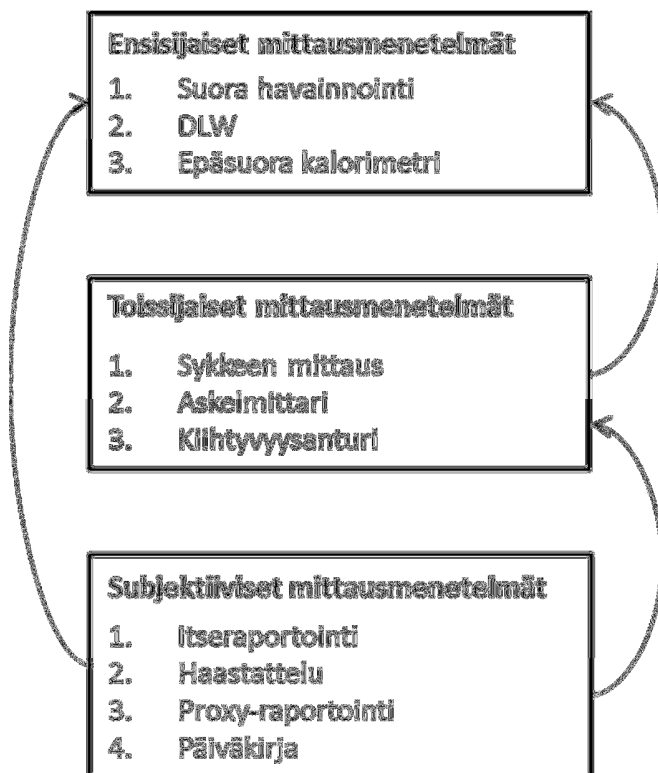
Harjoituksen rasituskertymää (TRIMP, training impact) käytetään harjoituksen kuormittavuuden mittarina. Rasituskertymän laskennassa harjoituksen kesto kerrotaan harjoituksen keskiarvosykkeellä. Rasituskertymä kasvaa siis sekä harjoituksen tehon, että harjoituksen keston vaikutuksesta. Laskennassa painotetaan kuitenkin harjoituksen intensiteettiä, mikä vähentää pitkäkestoisen, mutta matalatehoisen harjoittelun vaikutusta syntyneeseen rasituskertymään. Yksittäisten harjoitusten lisäksi TRIMP:n avulla voidaan arvioida päivä- ja viikkokohtaisia kuormituksia, sekä vertailla niitä toisiinsa. (Banister 1991; Manzi ym. 2009.)

3.6 Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittuminen ja aerobinen suorituskyky

Aerobinen harjoittelu on isoilla lihasryhmillä tehtävää dynaamista aktiivisuutta, josta seuraa sykkeen ja energiankulutuksen kasvu. Säännöllinen aerobinen harjoittelu kehittää sydän- ja verenkiertoelimistön ja luurankolihasen toimintaa johtaen suorituskyvyn paranemiseen. Aerobinen kunto määritetään verenkierto- ja hengityselimistön kykyä toimittaa hengitysilman happea (O₂) työskenteleville lihaksille. Verenkierto ja hengityselimistön kuntoa voidaan mitata maksimaalisen hapenottokyvyn (VO_{2max}) avulla. (Howley 2001.) Aerobisella kunnolla on osoitettu olevan merkittävä vaikutus fyysiseen suorituskykyyn ja voi sitä kautta yksilön kykyyn ylläpitää harjoituskuormaa peruskoulutuskauden aikana (Jones & Knapik 1999). Huonokuntoisilla on suurempi riski sairastumiseen ja loukkaantumiseen PKK:n aikana (Jones & Knapik 1999). Aerobisen suorituskyvyn kehittämiseen tarvittava aktiivisuuden määrä riippuu lähtökunnosta. Vähän liikkuvat, alhaisen aerobisen suorituskyvyn omaavat yksilöt parantavat suorituskykyä paljon matalammalla intensiteetillä ja määrällä, kuin hyväkuntoiset aktiiviset ihmiset (Santtila 2006). Aerobisen kunnan ja fyysisen harjoittelun viikoittaisen kokonaismäärän välillä on vahva progressiivinen annosvastesuhde (Oja 2001).

4 ENERGIANKULUTUKSEN MITTAAMINEN

Fyysisessä aktiivisuudessa kulutettu energia voidaan arvioida laboratorio- ja kenttäolosuhteissa useilla menetelmillä. Laboratoriomittauksilla on parempi toistettavuus, soveltuvuus ja vakioitavuus, kun taas kenttätetit mahdollistavat lajin ominaispiirteiden huomioimisen paremmin. (Montoye ym. 1996.) Mittausmenetelmät voidaan jakaa kolmeen eri validointitasoon (Kuva 2). Suora havainnointi, kaksoismerkitty vesi (DLW, Doubly labelled water) ja epäsuora kalorimetria luetaan ensisijaisiksi fyysisen aktiivisuuden mittausmenetelmiksi. Toissijaisia fyysisen aktiivisuuden mittausmenetelmiä ovat sykkeen mittaus ja liikeanturit, joiden validointi tulee tehdä primaarista mittausmenetelmää vastaan. (Sirard & Pate 2001.)



KUVA 2. Validointikaavio. Nuolet osoittavat hyväksyttävän validointimenetelmän toisen ja kolmannen tason mittausmenetelmille (muokattu: Sirard & Pate 2001).

4.1 Kaksoismerkitty vesi (DLW)

DLW -menetelmällä energiankulutusta voidaan mitata sekä laboratorio- että kenttäolosuhteissa. Menetelmässä arvioidaan elimistön hiilidioksidin (CO₂) tuottoa isotooppien laimenemisen avulla (Sirard & Pate 2001). Ensimmäinen DLW -mittaus ihmiselle tehtiin 80-luvulla ja sitä pidetään energiankulutuksen ja fyysisen aktiivisuuden parhaana mittausmenetelmänä (golden standard) silloin kun mittausaika on pitkä, eikä kohdetta haluta häiritä mittalaittein. Menetelmä antaa tietoa energiankulutuksesta 4-20 vuorokauden ajalta. DLW -mittauksessa juodaan annos vedyn (²H) ja hapen (¹⁸O) stabiileja isotooppeja sisältävää vettä, joka sekoittuu elimistön nesteisiin. Energiankulutuksessa tuotetaan hiilidioksidia ja vettä, jotka poistuvat elimistöstä virtsan, hien ja hengityskaasujen mukana. Merkityt isotoopit poistuvat elimistöstä samanaikaisesti. Isotooppien poistumisnopeuksien erotuksen avulla voidaan arvioida hiilidioksidin tuottoa ja energiankulutusta. (Ainslie ym. 2003; Westerterp & Plasqui 2004.)

DLW -menetelmä on turvallinen, ei häiritse yksilön normaalia fysiologiaa ja soveltuu useimmille koehenkilöryhmille (Westerterp & Plasqui 2004). Menetelmän kustannukset ja vaativa analysointi tekevät siitä kuitenkin epäkäytännöllisen suurilla koehenkilöryhmiä mitattaessa. DLW -menetelmällä ei voi myöskään määrittää eri intensiteettitasoilla kulutettua energiaa tai yksittäisiä aktiivisuusjaksoja. (Ekelund ym. 2003.)

4.2 Epäsuora kalorimetri

Ruoan energian muuttuessa lämmöksi ja lihastyöksi kulutetaan happea. Keuhkoissa vaihtuvien hapen ja hiilidioksidin osuuksien oletetaan normaalitilassa vastaavan niiden käyttöä ja vapautumista kudoksissa. Kannettavat epäsuorat kalorimetrit mittaavat hengityskaasujen vaihtumista keuhkoissa. Hapenkulutuksen lisäksi mitataan hiilidioksidin tuottoa jokaisen henkäyksen aikana. (Ainslie ym. 2003.) Hapen ja hiilidioksidin osuudet hengitysilmassa mitataan spesifisillä kaasuantureilla. Epäsuoran kalorimetrimittauksen tarkkuus riippuu koehenkilöstä, ympäristöstä ja mittauslaitteesta. Monet tekniset tekijät,

kuten keräysputken vuotaminen tai kosteus mittausjärjestelmässä, voivat laskea mittauksen tarkkuutta. (Rocha ym. 2006.) Kenttäolosuhteissa hapenkulutusta voidaan mitata kannettavalla epäsuoralla kalorimetrillä. Mitattu energiankulutus on tarkka sekä levossa että steady-state -rasituksessa, joka tehdään alle anaerobisen kynnyksen olevalla intensiteetillä. Epäsuoraa kalorimetriä ei voida kuitenkaan hyödyntää pitkissä energiankulutuksen mittauksissa (> 9 tuntia). Lisäksi kannettavan mittausjärjestelmän kalleus rajoittaa sen käyttöä yksilötasolla. (Ainslie ym. 2003.)

4.3 Kiihtyvyyssanturi

Lihaksen supistumisen aiheuttama raajan tai vartalon liike sekä kiihtyvyys voidaan mitata mekaanisella tai elektronisella liikeanturilla. Liikkeiden kokonaismäärän perusteella voidaan arvioida energiankulutusta. (Rowlands ym. 1997.) Kiihtyvyyssanturi eli akselometri (AC) mittaa kiinnityspaikkansa kiihtyvyyttä. Kiihtyvyyssantureissa olevat pietsosähköiset anturit tai mikroprosessorit muuttavat mitatut kiihtyvyydet digitaalisiksi signaaleiksi (Sirard & Pate 2001). Akselometrin signaalista voidaan arvioida myös liikkeen tai kiihtyvyyden intensiteettiä, kestoa ja frekvenssiä (Kumahara ym. 2004).

Kiihtyvyyssantureissa kiihtyvyys esitetään aktiivisuuspulsseina, jotka heijastavat aktiviteetin tasoa ja intensiteettiä annetulla näytevälillä (Matthews 2005). Energiankulutuksen arvioiminen kiihtyvyyssignaalista edellyttää signaalin suodattamista. Ylipäästösuodatus poistaa maan vetovoimasta johtuvaa kiihtyvyyttä. Alipäästösuodatus puolestaan poistaa korkeataajuisia ja sähköisistä häiriöistä johtuvia kiihtyvyyksiä. Ihmisen liikkeiden kiihtyvyys on tavallisesti -6 g:n ja 6 g:n välillä ja taajuus alle 10 Hz. (Welk 2002, 126.)

Kiihtyvyyssanturin käyttöä energiankulutuksen määrittämisessä on arvioitu useissa tutkimuksissa (Swartz ym. 2000; Hendelman ym. 2000; Ekelund ym. 2003). Useimmissa tutkimuksissa on mitattu samanaikaisesti kiihtyvyyttä ja hapenkulutusta. Vertaamalla kiihtyvyydataa ja hapenkulutusta toisiinsa voidaan muodostaa riippuvuusyhtälöitä. Tutkimusten mukaan kiihtyvyyssanturi soveltuu fyysisen aktiivisuuden ja siihen

yhdistettävän energiankulutuksen arviointiin erityisesti dynaamisissa lajeissa, kuten kävelyssä ja juoksussa. Uusimmissa tutkimuksissa on tarkasteltu myös haasteellisempia aktiviteettilajeja, kuten pyöräilyä (Matthew 2005; Haapalainen ym. 2008).

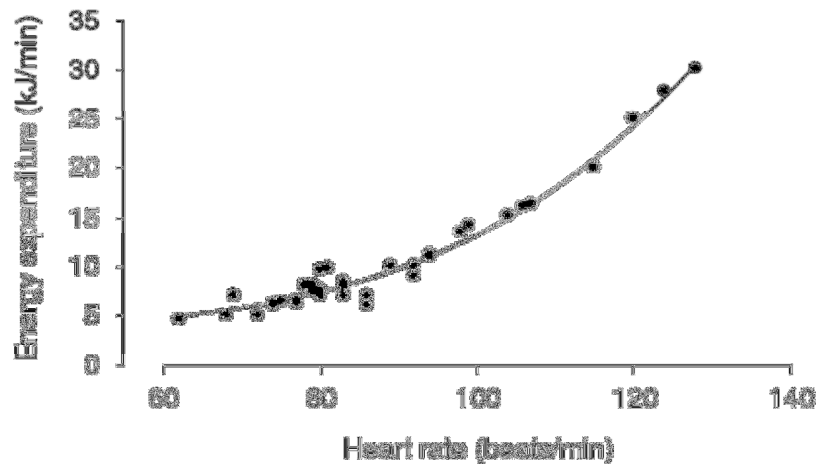
Kiihtyvyysanturi voidaan kiinnittää kehon eri osiin. Kiihtyvyysanturin paikan ja suunnan vaikutusta on tarkasteltu useissa tutkimuksissa (Bouten ym. 1997; Swartz 2000; Zhang ym. 2012; Montoye ym. 1983). Useimmat kiihtyvyysanturit kiinnitetään henkilön lanteille. Lanteille kiinnitettävä kiihtyvyysanturi usein aliarvioi ylävartalolla tehtävää työtä, koska kiihtyvyysanturi mittaa vain kiinnityspaikkansa kiihtyvyyttä (Brage ym. 2004). Ranteeseen kiinnitettynä kiihtyvyysanturi huomioi myös ylävartalon liikkeitä. Sekä lanteelle että ranteeseen kiinnitetty kiihtyvyysanturi kykenee tunnistamaan tietyn tyyppiset aktiiviteettilajit erittäin tarkasti (Zhang ym. 2012). Kiihtyvyyttä voidaan mitata yksi- tai monisuuntaisilla mittausantureilla. Mittaussuuntien lisääminen parantaa kiihtyvyysanturin kykyä mitata energiankulutusta (Kumahara ym. 2004).

Koehenkilöiden välinen suuri hajonta aiheuttaa haasteita energiankulutuksen arviointiin kiihtyvyysanturin avulla. Yksilöllisistä ominaisuuksista johtuen samankaltaiset kiihtyvyydet eivät tuota samaa energiankulutusta eri henkilöillä. Datankäsittelyssä käytettävät keinotekoiset neuroverkot tai lineaariset sekamallit vähentävät yksilöiden välistä hajontaa. (Rothney ym. 2007.)

Kiihtyvyysanturi on kyvytön tunnistamaan kuorman, pinnan tai maaston muutoksia. Se ei myöskään havaitse isometrisen lihassupistuksen aiheuttamaa energiankulutusta. (Schutz ym. 2001; Hendelman ym. 2000.) Kiihtyvyysanturin etuna on sen pienikokoisuus ja suuri datan tallennuskyky. Lisäksi kiihtyvyysanturi ei häiritse normaalia liikettä. (Hendelman ym. 2000.) Kiihtyvyysanturit ovat edullisia ja niiden avulla energiankulutusta voidaan tarkastella suurellakin koehenkilöjoukolla. Monisuuntainen kiihtyvyysanturi antaa yksisuuntaista anturia paremman arvion energiankulutuksesta, mutta arvio on tarkkuudeltaan silti rajoittunut DLW:hen verrattaessa. (Ainslie ym. 2003.)

4.4 Sydämen sykkeen mittaus

Energiankulutusta voidaan arvioida siihen yhdistettävien fysiologisten signaalien, kuten lämpötilan, verenpaineen, lihasten sähköisen toiminnan ja sydämen sykkeen rekisteröinnillä (Montoye 2000). Energiankulutuksen arvioinnissa hyödynnetään yleensä ainoastaan sykkeen mittausta. Sydämen sykkeen mittaaminen energiankulutuksen arvioinnissa perustuu sykkeen ja energiankulutuksen väliseen lineaariseen yhteyteen kohtalaisella ja kovalla intensiteetillä (< 30 – 100% VO₂max). Matalammalla energiankulutustasolla syke ei kasva yhtä jyrkästi kuin energiankulutus (Kuva 3). (Ainslie ym. 2003.)



KUVA 3. Sydämen sykkeen ja hapenkulutuksen välinen yhteys (Ainslie ym. 2003).

Matalilla intensiteeteillä havaittava epälineaarisuus johtuu ainakin osittain iskutilavuuden muuttumisesta syketaajuuden ja asennon vaihtuessa. Sykkeen ja hapenkulutuksen välinen suhde vaihtelee yksilöllisesti. Sykkeen mittausta on myös altis ympäristötekijöiden vaikutuksille. Tunnetilat, sykkeen päivittäisvaihtelu, ravitsemus ja nesteytys, tupakointi, kehon asento, käytetty lihasryhmä, lämpötila ja korkeus meren pinnasta voivat vaikuttaa sydämen sykkeeseen muuttamatta hapenkulutusta. (Achten ym. 2003.) Fyysinen kunto vaikuttaa myös yksilön sykkeen ja hapenkulutuksen väliseen regressiokäyrään. Hyväkuntoisella yksilöllä syke on matalampi samalla hapenkulutustasolla verrattuna huonompikuntoiseen. (Schutz ym. 2001.)

Yksilötasolla energiankulutuksen arviointi syketaajuuden perusteella on haastavaa. Yksilöllisen sykkeen ja hapenkulutuksen suhteesta johdetun regressiomallin avulla voidaan parantaa energiankulutuksen arviota (Levine 2005). Sykkeen mittaus arvioi energiankulutusta vaikuttamatta suoritukseen. Erityisesti tietyn aktiivisuusjakson harjoitusintensiteetin määrittämisessä HR -menetelmä tuottaa arvokasta tietoa. Sykkeen mittaaminen mahdollistaa myös energiankulutuksen tarkastelun suurella koehenkilöjoukolla. (Ainslie ym. 2003.)

5 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Varusmiespalveluksen peruskoulutuskauden yksilöllisestä kokonaiskuormittavuudesta ei ole riittävästi tietoa (Tanskanen ym. 2009). Tiedetään, että verenkierto -ja hengityselimistöön kunnon kehittyminen ja ylläpitäminen edellyttävät riittävää fyysistä aktiivisuutta (Haskell ym. 2007). Liiallinen ja pitkittynyt fyysinen kuormittaminen johtaa ylikuormitustilaan, jota seuraa suorituskyvyn laskeminen sekä muita fyysisiä ja psyykkisiä oireita (Howley 2001). Harjoituskuorman ja suorituksen mittaaminen erilaisia aktiviteettilajeja sisältävän pitkän harjoitusjakson aikana on haasteellista (Tanskanen ym. 2009).

Tämän pro gradu -tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida varusmiespalveluksen peruskoulutuskauden (PKK) fyysistä kuormitusta objektiivisilla menetelmillä aidoissa olosuhteissa. Erityisesti tutkimuksessa haluttiin:

- I) Määrittää peruskoulutuskauden kokonaiskuormittavuus.
- II) Arvioida aerobisen suorituskyvyn ja peruskoulutuskauden vaiheen vaikutusta kokonaiskuormittavuuteen.
- III) Määrittää yksittäisen aktiviteettilajin kokonaiskuormittavuus peruskoulutuskaudella.
- IV) Määrittää peruskoulutuskauden aktiviteettilajien keskimääräinen energiankulutus (PAEE) kahdella mittausmenetelmällä; sykkeen ja aktiivisuuden mittaus.
- V) Vertailla eri mittausmenetelmien energiankulutusarvoja.

6 MENETELMÄT

6.1 Tutkittavat

Tämän pro gradu -tutkimuksen aineisto on osa laajempaa tutkimusta, joka toteutettiin vuonna 2006 Kainuun Prikaatiin viestikomppanian tammikuun saapumiserän alokailla peruskoulutuskauden aikana. Tutkimuksen suunnittelusta ja toteutuksesta vastasivat Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitos yhteistyössä Puolustusvoimien Kainuun Prikaatin kanssa.

Tutkimukseen ilmoittautui 131 vapaaehtoista alokasta. Alkuperäisten vapaaehtoisten tutkittavien joukosta 47 suljettiin tutkimuksen ulkopuolelle hengitys- ja verenkiertoelimistön tai liikuntaelimistön sairauksien perusteella. Jäljelle jääneet 84 tutkittavaa jaettiin aktiivi-, harraste- ja perustasoryhmään varusmiespalvelusta edeltävän liikunta-aktiivisuuden perusteella (International Physical Activity –kysely, Craig ym. 2003). Jokaisesta ryhmästä valittiin satunnaisesti 20 tutkittavaa lopulliseen tutkimusjoukkoon. Nämä 60 tutkittavaa jaettiin kolmeen kuntoluokkaan varusmiespalveluksen ensimmäisellä viikolla mitatun maksimaalisen hapenottokyvyn perusteella (hyvä: $VO_{2max} > 45\text{ml/kg/min}$; kohtalainen: $VO_{2max} = 40\text{-}44.9\text{ml/kg/min}$; matala: $VO_{2max} < 39.9\text{ml/kg/min}$).

Kaikille tutkimukseen valituille jaettiin sykemittarit. Jokaisesta kolmesta tasoryhmästä valittiin satunnaisesti 11-12 varusmiestä, joille jaettiin lisäksi aktiivisuusmittarit. Tämän tutkimuksen aineistoksi valikoitu edellä kuvatulla tavalla 34 varusmiehestä, joilla oli peruskoulutuskauden ajan käytössä sekä syke- että aktiivisuusmittari. Tutkittavien demografiset tiedot on esitetty taulukossa 1. Tutkittavat saivat täyden selonteon tutkimuksen kulusta ja täyttivät kirjallisen suostumuksen ennen tutkimuksen aloittamista. Tutkimuksen protokolla hyväksyttiin Suomen Puolustusvoimilla sekä Jyväskylän yliopiston ja Kainuun maakuntayhtymän eettisellä toimikunnalla.

Taulukko 1. Tasoryhmien ja kuntoluokkien keskimääräiset demografiset muuttujat hajontoineen.

Ryhmä	Ikä (v)	Paino (kg)	Pituus (cm)	VO ₂ max (ml/kg/min)	HR _{max} (bpm)
Aktiivi (n=11)	19.0 (0.0)	71.8 (5.6)	178.1 (5.6)	48.4 (6.8)	195 (7)
Harraste (n=12)	19.2 (0.4)	74.3 (13.8)	175.0 (8.6)	41.3 (5.6)	197 (8)
Perus (n=11)	19.2 (0.4)	86.1 (15.0)	181.4 (6.9)	35.9 (6.3)	195 (13)
Hyvä (n=12)	19.0 (0.0)	68.5 (4.7)	177.7 (4.7)	49.7 (5.1)	197 (7)
Kohtalainen (n=8)	19.0 (0.0)	73.1 (11.7)	179.4 (5.5)	43.1 (1.4)	196 (9)
Matala (n=14)	19.3 (0.5)	87.4 (15.0)	177.6 (10.3)	34.4 (4.3)	194 (11)
Kaikki (n=34)	19.1 (0.3)	77.3 (15.1)	178.1 (7.5)	41.8 (7.9)	195 (9)

Aktiiviryhmästä 63.6% kuului kuntoluokkaan hyvä, 27.3% kuntoluokkaan kohtalainen ja 9.1% kuntoluokkaan matala. Vastaavat prosenttiarvot perusryhmässä olivat 9.1%, 9.1% ja 81.8%. Harrasteryhmässä tutkittavat jakaantuivat tasaisesti kolmeen eri kuntoluokkaan. Kaikkien tasoryhmien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero maksimaalisessa hapenottokyvyssä (aktiiviryhmä > harrasteryhmä > perusryhmä, $p < 0.05-0.001$). Tilastollisesti merkitsevä ero havaittiin lisäksi harraste- ja perusryhmän pituuden ($p < 0.05$) ja aktiivi- ja perusryhmän painon ($p < 0.05$) välillä. Matalaan kuntoluokkaan kuuluvat olivat kohtalaiseen ja hyvään kuntoluokkaan kuuluvia tutkittavia vanhempia ja painavampia ($p < 0.05$). Lisäksi kaikkien kuntoluokkien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero maksimaalisessa hapenottokyvyssä (hyvä > kohtalainen > matala, $p < 0.01-0.001$).

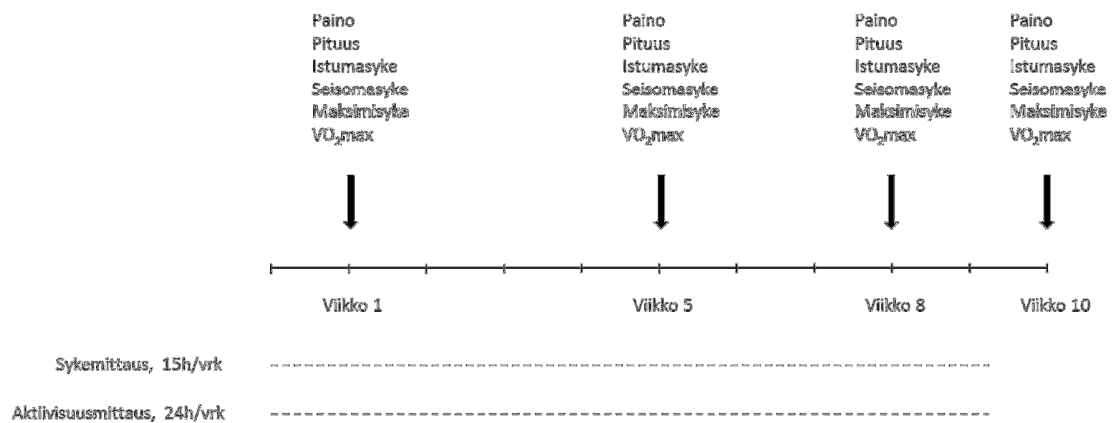
6.2 Tutkimusprotokolla

Tutkimuksen fyysinen kuormitus määräytyi Puolustusvoimien peruskoulutuskautta koskevan puolustuskäskyn mukaisesti. Palveluspäivä alkoi tutkittavilla tavallisesti kello 5:45 ja päättyi kello 22:00. Kahdeksan viikkoa kestävä peruskoulutuskausi koostui pääosin yleissotilaallisesta koulutuksesta, huolto-, liikunta- ja taistelukoulutuksesta sekä ase- ja ampumakoulutuksesta. Jokainen koulutuslaji sisälsi useita aktiviteetteja. Peruskoulutuskauden palveluskalenterissa fyysisen harjoittelun määrä päivässä lisääntyi

tutkimuksen aikana alun kahdesta tunnista 3-4 tuntiin viikoille 4-7 mennessä. Tutkimuksen aikana varusmiespalveluksen sisältö oli pääsääntöisesti kaikilla tutkittavilla samanlainen. Varusmiespalveluksen sisältö on esitetty liitteessä 1.

Peruskoulutuskauden toiminta jaettiin 15 minuutin aktiviteettiosioihin toteutuneen toimintaohjelman mukaan. Jokaiselle tutkittavalle luotiin yksilöllinen palveluskalenteri, jossa huomioitiin tutkittavan osallistuminen palvelukseen (joukkue, poissaolot, testipäivät, osallistuminen hiihtomarssiin ja ampumaleirille). Yksilöllisessä palveluskalenterissa peruskoulutuskauden eri aktiviteetilajit muutettiin numerokoodeiksi.

Tutkittavat osallistuivat varusmiespalveluksen viikoilla 1, 5, 8 ja 10 testeihin, joissa mitattiin pituus, paino, istumasyke (HR_{lepo}), seisomasyke, maksimaalinen aerobinen suorituskyky (VO_2max) ja maksimisyke (HR_{max}). Tutkimusasetelma on esitetty kuvassa 4. Testipäivän aikataulu vakioitiin yksilöllisesti jokaiselle tutkittavalle.



KUVA 4. Tutkimuksen mittausasetelma peruskoulutuskauden aikana kaikilla kolmella tasoryhmällä.

6.3 Mittaukset

Antropometria Tutkittavien paino mitattiin 0.1 kg tarkkuudella (Model 758CSV, Detecto, USA) kevyessä vaatetuksessa (t-paita, housut). Pituuden mittausta tehtiin 0.5 cm tarkkuudella seinään kiinnitettävän stadiometrillä avulla.

Istuma- ja seisomasykkeet mitattiin ennen maksimaalisen aerobisen suorituskyvyn testiä. Sykkeen tallennus tehtiin 5 sekunnin tallennusvälein (Polar810i; Polar Electro Oy, Kempele, Suomi). Tutkimuksen aikana tutkittava istui ensin tuolilla viisi minuuttia, jonka jälkeen tutkittava nousi nopeasti seisomaan. Seisomasykettä mitattiin myös viiden minuutin ajan.

Maksimaalinen aerobinen suorituskyky (VO_2max) mitattiin juoksumattotestin avulla. Tutkittavan juoksumattotesti tehtiin jokaisena testipäivänä samana ajankohtana. Juoksumattotestin lämmittely sisälsi kolmen minuutin kävelyn nopeudella 4.6 km/h ja kolmen minuutin kävelyn/hölkän nopeudella 6.3 km/h. Lämmittelyn jälkeen kuormituksen intensiteettiä kasvatettiin kolmen minuutin välein teoreettisen hapenkulutuksen (6 mL/kg/min) mukaisesti (ACSM 2001) uupumukseen asti. Keuhkojen ventilaatio- ja hengityskaasudata mitattiin jatkuva-aikaisesti henkäys-henkäykseltä (hengityskaasuanalysointilaitteisto, Jaeger Oxygen Pro; Viasys Healthcare GmbH, Hoechberg, Saksa). Hengityskaasu- ja ventilaatiodata analysoitiin minuutin intervalleissa. Juoksumattotestin aikana sykettä mitattiin viiden sekunnin tallennusvälein (Polar810i; Polar Electro Oy, Kempele, Suomi). Lisäksi tutkittavien veren laktaattipitoisuus mitattiin minuutti testin päättymisestä (LactatePro[®], Arkay, Japani). Juoksumattotestin maksimaalisuuden kriteerit täyttyivät, kun sykearvo ei kasvanut juoksumaton nopeuden tai kulman kasvattamisesta huolimatta, hengitysosamäärä oli suurempi kuin 1.1 ja maksimitestin jälkeen mitattu veren laktaatti oli korkeampi kuin 8 mmol/L.

Fyysisen aktiivisuuden aiheuttamaa energiankulutusta arvioitiin kiihtyvyyssanturilla mitatun liikkeen ja sykemittarilla mitatun sydämen sykkeen perusteella. Kahdeksan viikkoa kestäneen tutkimuksen aikana tutkittavan fyysistä aktiivisuutta mitattiin 41

palveluspäivänä. Syke- ja aktiivisuusmittauksien aineistonkäsittely suoritettiin Matlab[®] -ohjelmistoympäristössä.

Sykkeen mittaus. Sydämen sykettä mitattiin tutkimuspäivien aikana pääsääntöisesti aamu kuuden ja ilta yhdeksän välisenä aikana yhteensä 15 tuntia vuorokaudessa (Polar810i, Polar Electro Oy, Kempele). Sydämen sykettä rekisteröitiin 5 sekunnin tallennusväleillä. Yön yli kestävien harjoitusten ja ampumaleirityksen aikana sykettä mitattiin vuorokauden ympäri minuutin tallennusvälein. Mittausdataa korjattiin jälkikäteen sykkeenkäsittelyohjelman (Polar Pro trainer, Polar Electro Oy, Kempele) avulla. Sykkeenkäsittelyssä sykeaineistosta korjattiin yksittäiset virhelyönnit ja alle 15 minuuttia kestävät virheellistä sykedataa sisältävät mittausjaksot korvattiin manuaalisesti viereisiä sykearvoa vastaavilla arvoilla. Tämä voitiin tehdä, koska päiväohjelman perusteella tiedettiin kyseisenä ajankohdan aktiviteetti. Datan korjaamisessa hyödynnettiin lisäksi koehenkilön yksilöllistä päiväohjelmaa ja maksimitesteissä mitattuja maksimisykearvoja. Yli 15 minuuttia kestävät virheelliset tai puuttuvat sykedatat poistettiin analyysistä.

Aktiivisuuden mittaus. Fyysisen aktiivisuuden aiheuttaman kiihtyvyyden mittaus tehtiin ei-dominoivaan ranteeseen kiinnitettävällä aktiivisuusmittarilla (Polar AW200 Aktiivisuusmittari, kustomoitu versio, Polar Electro Oy, Kempele). Aktiivisuusdataa kerättiin tutkimuspäivien aikana vuorokauden ympäri minuutin aikaikkunassa. Aktiivisuusmittari sisälsi 1-dimensionaalisen kapasitiivisen kiihtyvyydsanturin, jonka signaalia suodatettiin 0.3-3.0Hz kaistanpäästösuodattimella. Aktiivisuusmittarit purettiin päivittäin kello 21.00-22.00 välisenä aikana.

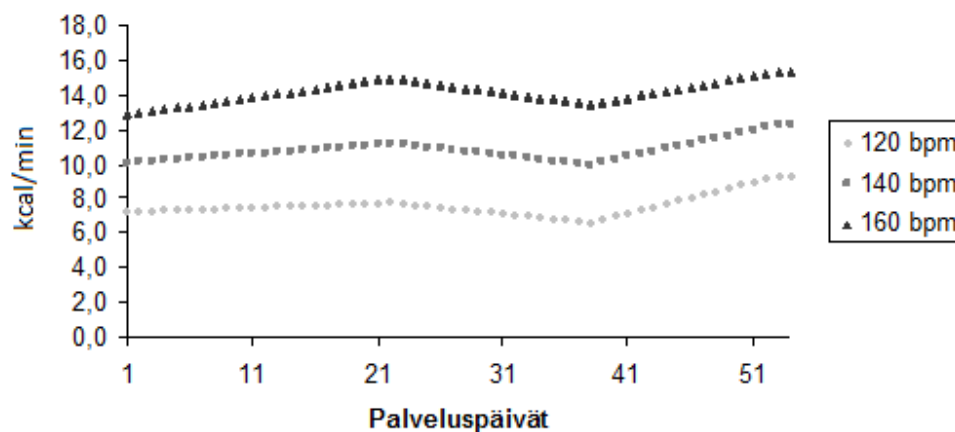
6.4 Energiankulutuksen laskeminen

Energiankulutuksen laskeminen sykkeestä. Yksilöllinen sykkeen ja energiankulutuksen välinen yhteys määritettiin viikoilla 1, 5, 8 ja 10 mitattujen maksimitestien avulla. Maksimitesteissä mitatuista hengityskaasuista laskettiin energiankulutus muutoskaavalla 1 (Lusk ym. 1924). Energiankulutusarvot muutettiin MET-yksiköksi kaavalla 2.

$$EE(\text{kcal} / \text{min}) = 3.8455 \times O_2(l) + 1.2064 \times CO_2(l) \quad (1)$$

$$EE(\text{MET}) = EE(\text{kcal} / \text{min}) \times 60 \times \text{weight}^{-1}(\text{kg}) \quad (2)$$

Maksimitestissä mitattujen sykearvojen ja energiankulutuksien välille muodostettiin 3. asteen polynomisovite. Mikäli maksimitestin alussa tutkittavan syke oli mittauspäivänä mitattua leposykettä huomattavasti korkeampi, vertailudataan lisättiin ennen polynomisovitteen muodostamista mittauspäivänä mitatut istuma- ja seisomasykkeet sekä niitä vastaavat energiankulutusarvot (istuminen = 1.2 x 1 BMR ja seisominen = 1.8 x 1 BMR) (Ainsworth ym. 2000). Istumasykkeen minimiarvoksi asetettiin 50 lyöntiä ja maksimiarvoksi 100 lyöntiä minuutissa. Vastaavat arvot seisomasykkeelle olivat 60 ja 110 lyöntiä minuutissa. Polynomisovitteen avulla määritettiin jokaista sykearvoa vastaava energiankulutusarvo (EE_{syke}). Viikoilla 1, 5, 8 ja 10 tehtyjen maksimitestien syke-energiankulutus -vastaavuuksien interpoloinnin avulla jokaiselle tutkittavalle muodostettiin palvelupäiväkohtainen HR-EE -muunnostaulukko. Kuvassa 5 on esimerkki energiankulutusarvojen interpoloinnista. Muunnostaulukon avulla tutkittavan sykedata muutettiin energiankulutusdataksi.



KUVA 5. Esimerkki sykekohtaisen energiankulutuksen interpoloinnista sykkeistä 120 bpm, 140 bpm ja 160 bpm (ID 101).

Energiankulutuksen laskeminen aktiivisuudesta. Aktiivisuussignaalista lasketut aktiivisuuspulssit muutettiin kurvilineaarisen laskennan avulla energiankulutusarvoiksi (EE_{akt}) (0.9-17.5 MET). Energiankulutusyhtälö, jota käytettiin muuttamaan aktiivisuuspulssit MET-yksiköiksi, luotiin peruskoulutuskauden aikaisen DLW:n mittauksen ja aktiivisuusmittauksen avulla.

Fyysisen aktiivisuuden aiheuttama energiankulutus (PAEE). Fyysisen aktiivisuuden aiheuttaman energiankulutuksen määrittämiseksi sykkeen ($PAEE_{syke}$) ja aktiivisuuden ($PAEE_{akt}$) avulla lasketuista energiankulutusdatoista vähennettiin perusaineenvaihdunnan (BMR) aiheuttama energiankulutus (1 MET) (kaavat 3 ja 4).

$$PAEE_{syke} (MET) = EE_{syke} (MET) - 1 \quad (3)$$

$$PAEE_{akt} (MET) = EE_{akt} (MET) - 1 \quad (4)$$

Fyysisen aktiivisuuden aiheuttamaa energiankulutusta tarkasteltiin metaboliaekvivalenteina (MET). Perusaineenvaihdunnan (BMR) laskemisessa hyödynnettiin kaavaa 5 (Schofield ym. 1985).

$$BMR(kcal/min) = (15.1 \times paina(kg) + 692) / 1440 \quad (5)$$

Perusaineenvaihdunnan laskennassa tarvittavalle painolle ja pituudelle määritettiin päiväkohtaiset arvot maksimitestipäivien vastaavista arvoista interpoloinnin avulla.

Peruskoulutuskauden aktiviteettien energiankulutus. Peruskoulutuskauden aktiviteetit kirjattiin palveluspäiväkalenteriin 15 minuutin tarkkuudella, joten myös sykkeen ja aktiivisuuden avulla lasketut energiankulutusdatat keskiarvoistettiin 15 minuutin pituisiin jaksoihin. Mikäli 15 minuutin jakson aikana soveltuvaa mittausdataa oli saatavilla vähemmän kuin 8 minuuttia, kyseiselle ajanjaksolle ei laskettu lainkaan energiankulutusarvoa. Palveluspäiväkalenteri ja energiankulutusdata kiinnitettiin ajan

suhteen toisiinsa, mikä mahdollisti yksittäisten aktiviteettien energiankulutuksen määrittämisen.

6.5 Kokonaiskuormituksen laskeminen

Kokonaisenergiankulutuksen laskennassa huomioitiin jokaiselta tutkittavalta ainoastaan sellaisien palveluspäivien datat, jolloin vähintään 70% (10 h 30 min) päiväkohtaisesta 15 tunnin sykedatasta oli saatavissa. Peruskoulutuskauden aikana neljänä palveluspäivänä (11,16,27,37) päivän pituus oli alkavasta viikonloppuvapaasta johtuen lyhyempi, joten niiden osalta päiväkohtaista sykedataa vaadittiin jokaiselta tutkittavalta vähintään 4 tuntia 12 min. Edellä mainittujen hyväksymiskriteerien lisäksi kokonaisenergiankulutuksen laskentaan sisällytettiin ainoastaan sellaiset tutkittavat, joilla oli vaadittua dataa yli 20 palvelupäivän ajalta.

Peruskoulutuskauden kokonaiskuormitusta (TRIMP) arvioitiin palveluspäivien sykedatasta kaavan (6) (Banister 1991, 403-424.) avulla:

$$TRIMP = A \times B \times C \quad (6)$$

jossa A on aika (min), B on lauseke $[(HR - HR_{lepo}) / (HR_{max} - HR_{lepo})]$, ja C on lauseke $0.64 \times e^{1.92B}$.

Päiväkohtaiset maksimi- ja leposykearvot laskettiin interpoloimalla maksimitestipäivien vastaavia arvoja. Palveluspäivien sykedata muutettiin edellä olevan kaavan avulla TRIMP - arvoiksi, joista keskiarvostamisen avulla laskettiin kokonaiskuormitus jokaiselle palveluspäivälle.

Lajikohtainen kokonaiskuormitus (LAJI_TRIMP, METmin) määritettiin sykkeen tai aktiivisuuden avulla lasketun energiankulutuksen ($PAEE_{syke}$ ja $PAEE_{akt}$) ja lajin kokonaisajan tulona kaavoilla 7 ja 8.

$$LAJI \text{ _ } TRIMP_{syke} = AIKA \text{ (min)} \times PAEE_{syke} \text{ (MET)} \quad (7)$$

$$LAJI \text{ _ } TRIMP_{akt} = AIKA \text{ (min)} \times PAEE_{akt} \text{ (MET)} \quad (8)$$

6.6 Tilastolliset menetelmät

Tilastollinen testaus suoritettiin SPSS –ohjelman (SPSS statistics 19; SPSS Inc., Chicago, USA) avulla. Muuttujista laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat (keskiarvo \pm SD) ja niiden normalisuus tarkastettiin Shapiro-Wilkinsonin-testillä. Sykkeestä ja aktiivisuudesta laskettuja aktiviteettilajien ja kokonaisuormittavuuksien vertailuun käytettiin parillista T-testiä. Tasoryhmien ja kuntoluokkien vertailuun käytettiin One-Way ANOVA -analyysiä. Post Hoc vertailutestinä käytettiin LSD -parivertailutestiä. Analyyseissä käytettiin merkitsevyysrajaa ($\alpha = 0.05$).

7 TULOKSET

Peruskoulutuskauden kuormittavuuden arvioinnissa hyödynnettiin tutkittavien maksimaalisen hapenottokyvyn testeistä saatua hapenkulutuksen ja sykkeen välistä yhteyttä. Kaikki tämän tutkimuksen hapenottokyvyn testit täyttivät asetetut maksimaalisuuden kriteerit.

7.1 Peruskoulutuskauden kokonaiskuormittavuus (TRIMP)

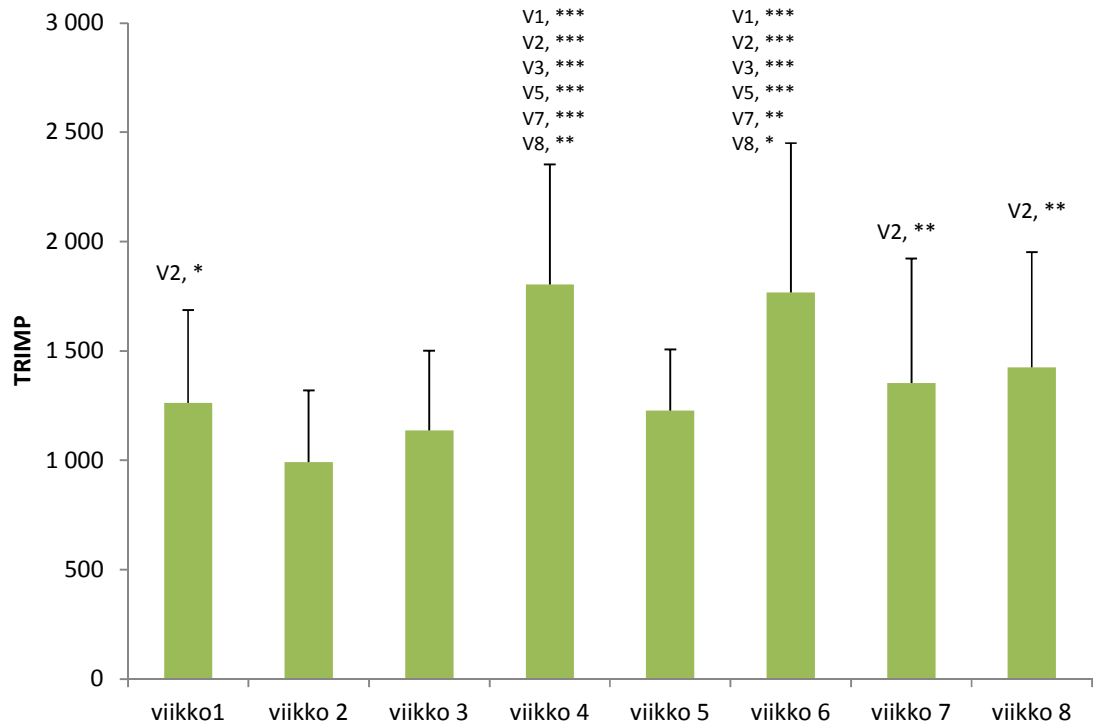
Kahdeksan viikon kokonaiskuormituksen analysoinnissa huomioitiin ainoastaan sellaiset tutkittavat (n=27), joilla oli hyväksyttävää palveluspäivädataa vähintään 20 palveluspäivältä. Hyväksyttäväksi palveluspäiväksi luettiin sellaiset mittauspäivät, jolloin 15 tunnin sykedatasta yli 70% oli saatavilla. Varusmiesten peruskoulutuskauden keskimääräinen kokonaiskuormittavuus (TRIMP) 41 palveluspäivän aikana oli 10284 (\pm 2609) TRIMP-yksikköä (vaihteluväli 5576 -17872).

7.1.1 Peruskoulutuskauden vaiheen vaikutus kuormittavuuteen

Palvelusviikko- ja palveluspäiväkohtaisen kokonaiskuormittavuuden laskentaan otettiin kultakin henkilöltä (n=34) ne päivät, jolloin syketalennusta on ollut 70% päivittäisestä tallennusajasta. Kolmenakymmenenäyhdeksänä (39) palveluspäivänä kuormittavuusdataa saatiin 21-34 (62-100%) tutkittavalta. Kahtena palveluspäivänä (palveluspäivät 33 ja 41) kuormittavuusdata saatiin 19 ja 17 (55% ja 51%) tutkittavalta.

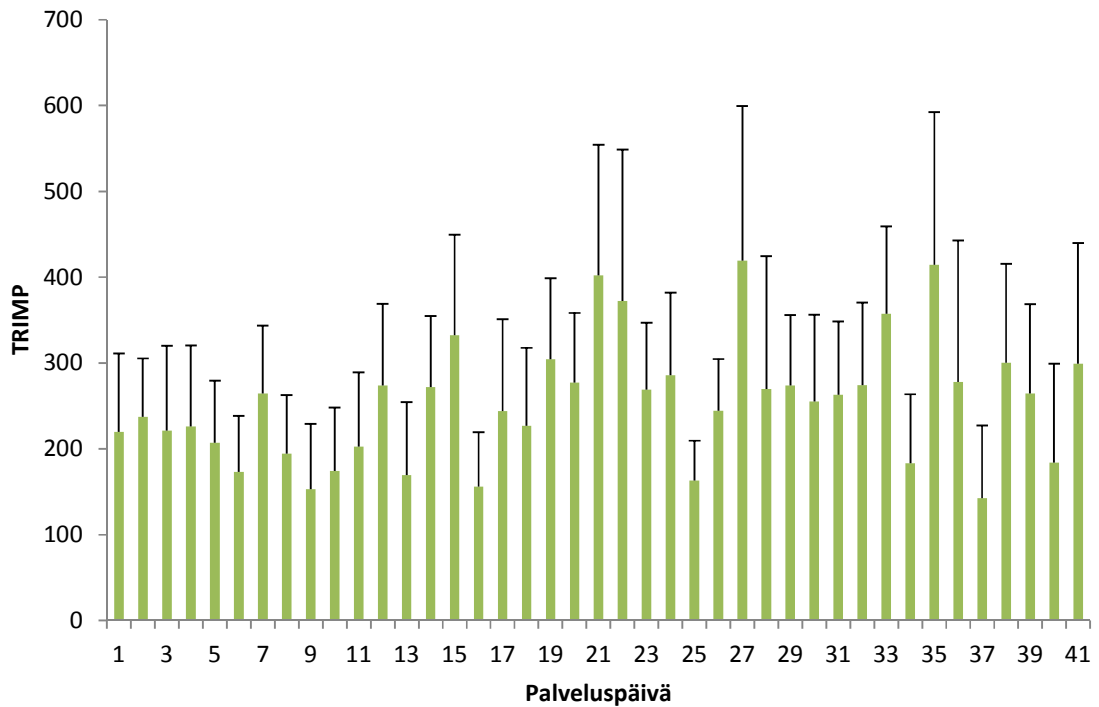
Peruskoulutuskauden viikkokohtainen kokonaiskuormitus vaihteli huomattavasti kahdeksan viikon mittausjakson aikana (vaihteluväli: 991–1804) (Kuva 6). Keskimääräinen viikkokohtainen kokonaiskuormittavuus oli 1371 (\pm 466) TRIMP-yksikköä. Neljännen ja kuudennen palvelusviikon kokonaiskuormitukset olivat merkitsevästi muita viikkoja

suurempia, kun taas matalimmat kokonaiskuormitukset mitattiin toisella ja kolmannella palvelusviikolla.



KUVA 6. Peruskoulutuskauden viikkokohtaisen kokonaiskuormittavuuden (TRIMP) vaihtelu kahdeksan viikon palveluksen aikana. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Keskimääräinen palveluspäiväkohtainen kokonaiskuormittavuus (TRIMP) kahdeksan viikkoa kestävä peruskoulutuskauden aikana oli 255 (± 71) TRIMP-yksikköä. Päiväkohtainen kokonaiskuormittavuus vaihteli 41 palveluspäivän aikana 143 ja 419 välillä (Kuva 7).



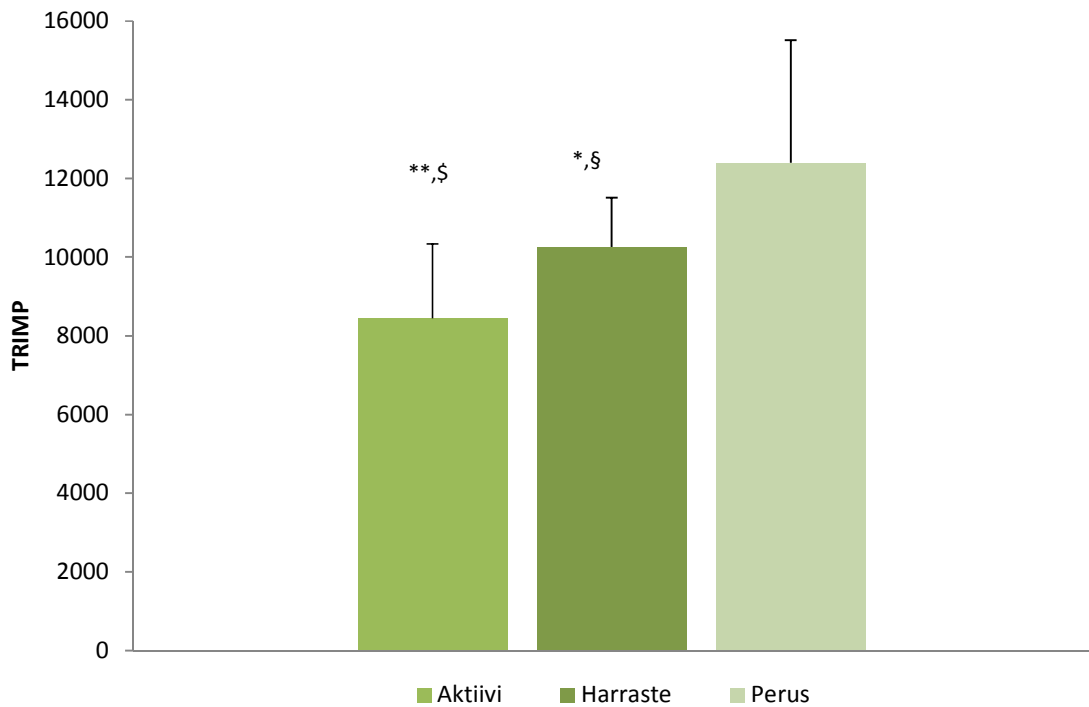
KUVA 7. Palveluspäiväkohtainen kokonaiskuormittavuus (TRIMP) peruskoulutuskauden 1.-41. palveluspäivän aikana.

7.1.2 Tasoryhmän ja kuntoluokan vaikutus kuormittavuuteen

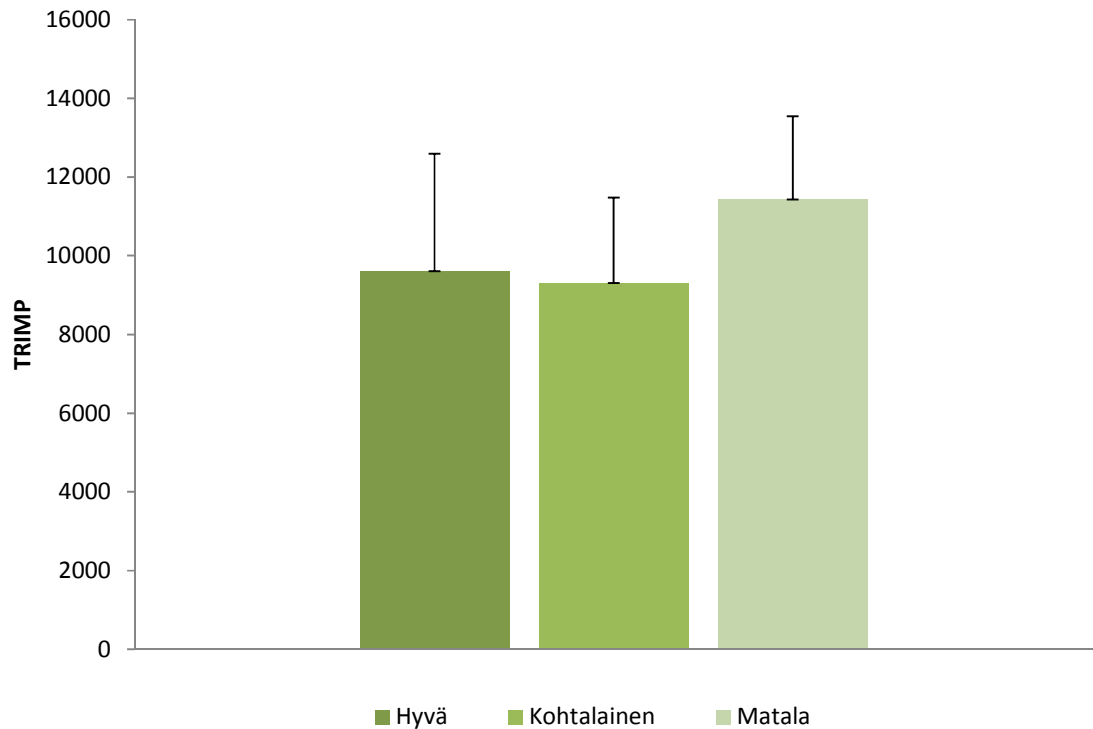
Kuormittavuuksia tarkasteltiin sekä aerobisen suorituskyvyn mukaan jaettuissa kuntoluokissa (hyvä, kohtalainen ja matala) että varusmiespalvelusta edeltävän liikunta-aktiivisuuden (aktiivi, harraste ja perus) mukaan. Tasoryhmät noudattelivat ainoastaan perusryhmän osalta kuntoluokan mukaista jaottelua (hyvä: 12.5%, kohtalainen: 12.5%, matala: 75%). Vastaava prosentuaaliset osuudet olivat aktiiviryhmässä 56%, 33% ja 11% ja harrasteryhmässä 40%, 20% ja 40%.

Tasoryhmäkohtainen kokonaiskuormittavuus oli 41 palveluspäivän aikana perusryhmässä (12393 TRIMP-yksikköä) harraste- ja aktiiviryhmiä suurempaa (10252 TRIMP-yksikköä, $p < 0.05$ ja 8444 TRIMP-yksikköä, $p < 0.01$) (Kuva 8). Aktiivi- ja harrasteryhmien välillä kokonaiskuormittavuudessa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa. Eri kuntoluokkiin

kuuluvien tutkittavien kokonaiskuormittavuudessa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa minkään kuntoluokan välillä (Kuva 9).

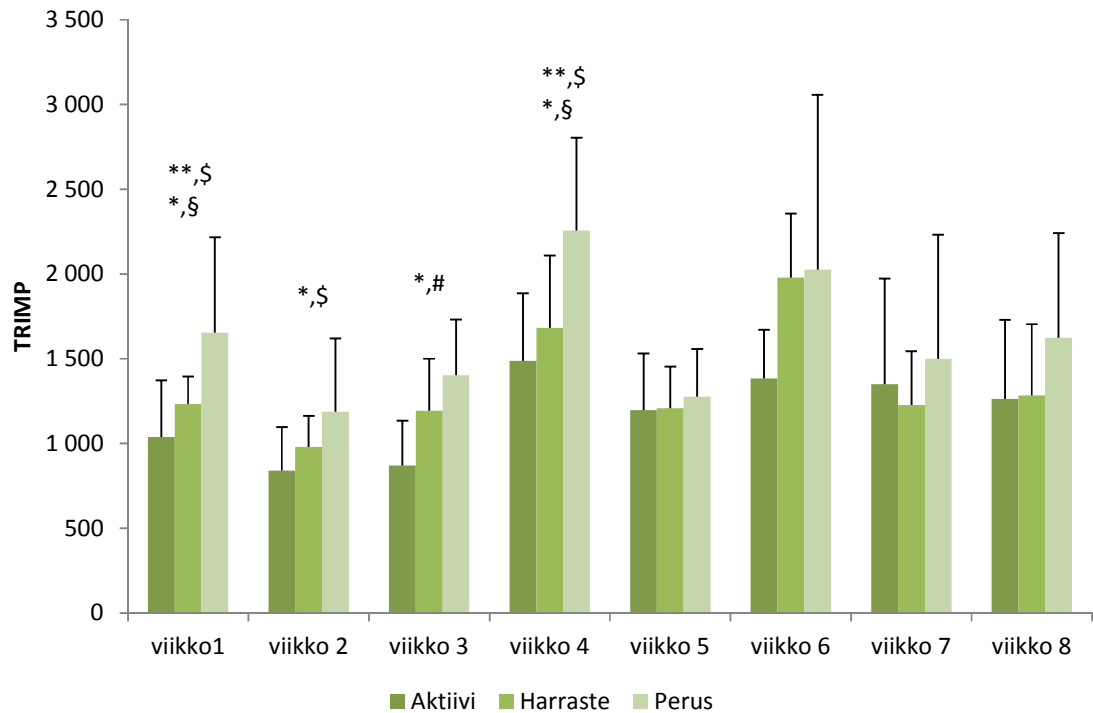


KUVA 8. Peruskoulutuskauden tasoryhmäkohtainen kokonaiskuormittavuus (TRIMP). Aktiiviryhmä (n=9); Harrasteryhmä (n=10); Perusryhmä (n=8). \$: ero ryhmien aktiivi ja perus välillä, §: ero ryhmien harraste ja perus välillä; *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.



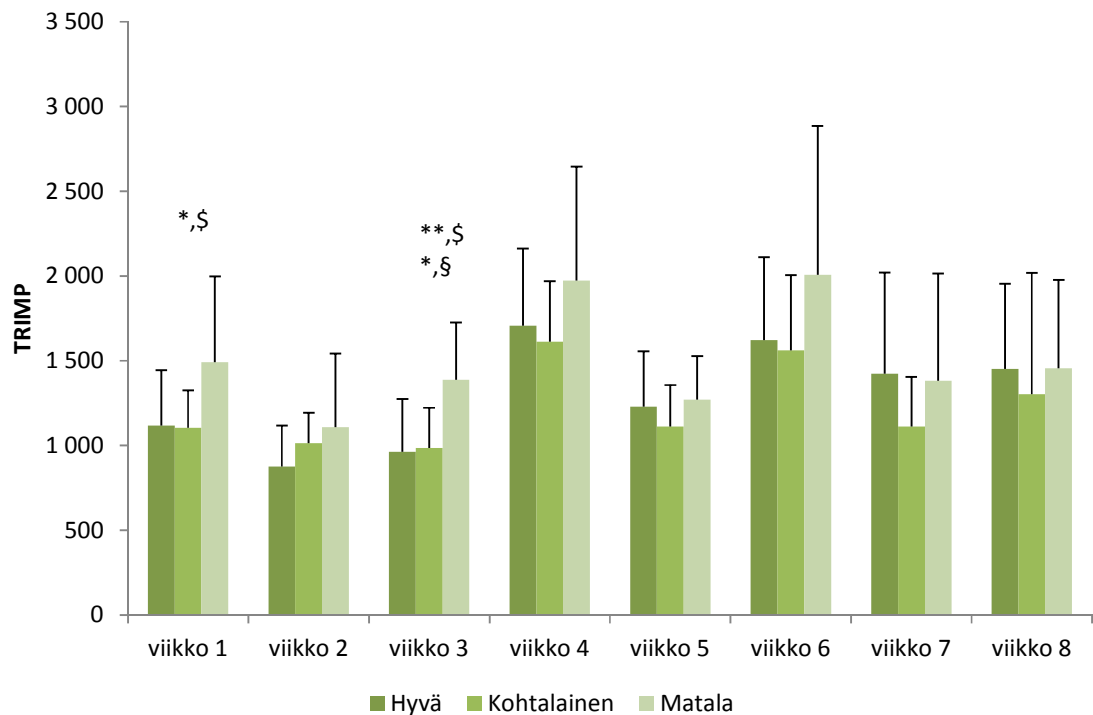
KUVA 9. Peruskoulutuskauden kuntoluokkakohtainen kokonaiskuormittavuus (TRIMP). Kuntoluokka hyvä (n=10); Kuntoluokka kohtalainen (n=6); Kuntoluokka matala (n=11). Kuntoluokkien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa.

Tasoryhmän (aktiivi, harraste ja perus) vaikutus viikkokohtaiseen kokonaiskuormittavuuteen on esitetty kuvassa 10. Tasoryhmien kokonaiskuormitusten välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero neljällä ensimmäisellä palveluviikolla, jolloin perusryhmän kokonaiskuormitus oli pääsääntöisesti aktiivi- ja harrasteryhmiä suurempaa. Ero aktiivi- ja harrasteryhmien kokonaiskuormittavuuksissa havaittiin ainoastaan viikolla 3. Peruskoulutuskauden edetessä tasoryhmien väliset erot kokonaiskuormittavuudessa tasaantuivat.



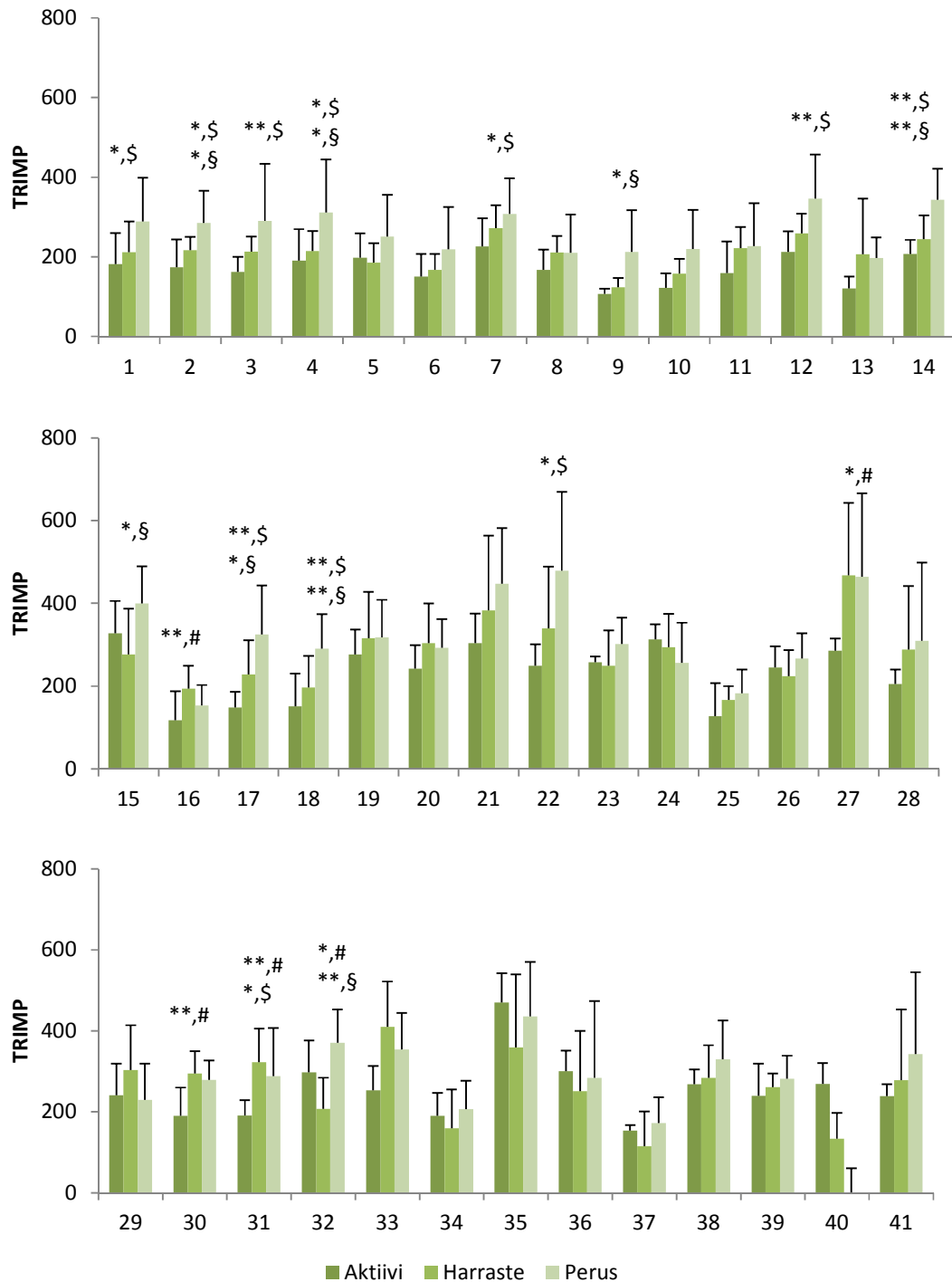
KUVA 10. Tasoryhmäkohtainen viikottainen kokonaiskuormittavuus (TRIMP). # ero aktiivi- ja harrasteryhmän välillä, \$ ero aktiivi- ja perusryhmän välillä, § ero harraste – ja perusryhmän välillä; * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Kuntoluokan (hyvä, kohtalainen ja matala) vaikutus viikkokohtaiseen kokonaiskuormitukseen on esitetty kuvassa 11. Kuntoluokakohtaisissa kokonaiskuormituksissa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero ainoastaan ensimmäisellä ja kolmannella palvelusviikolla hyvän ja kohtalaisen kuntoluokan välillä. Kohtalaisen ja matalan kuntoluokan välillä tilastollisesti merkitsevä ero havaittiin palvelusviikolla 3.

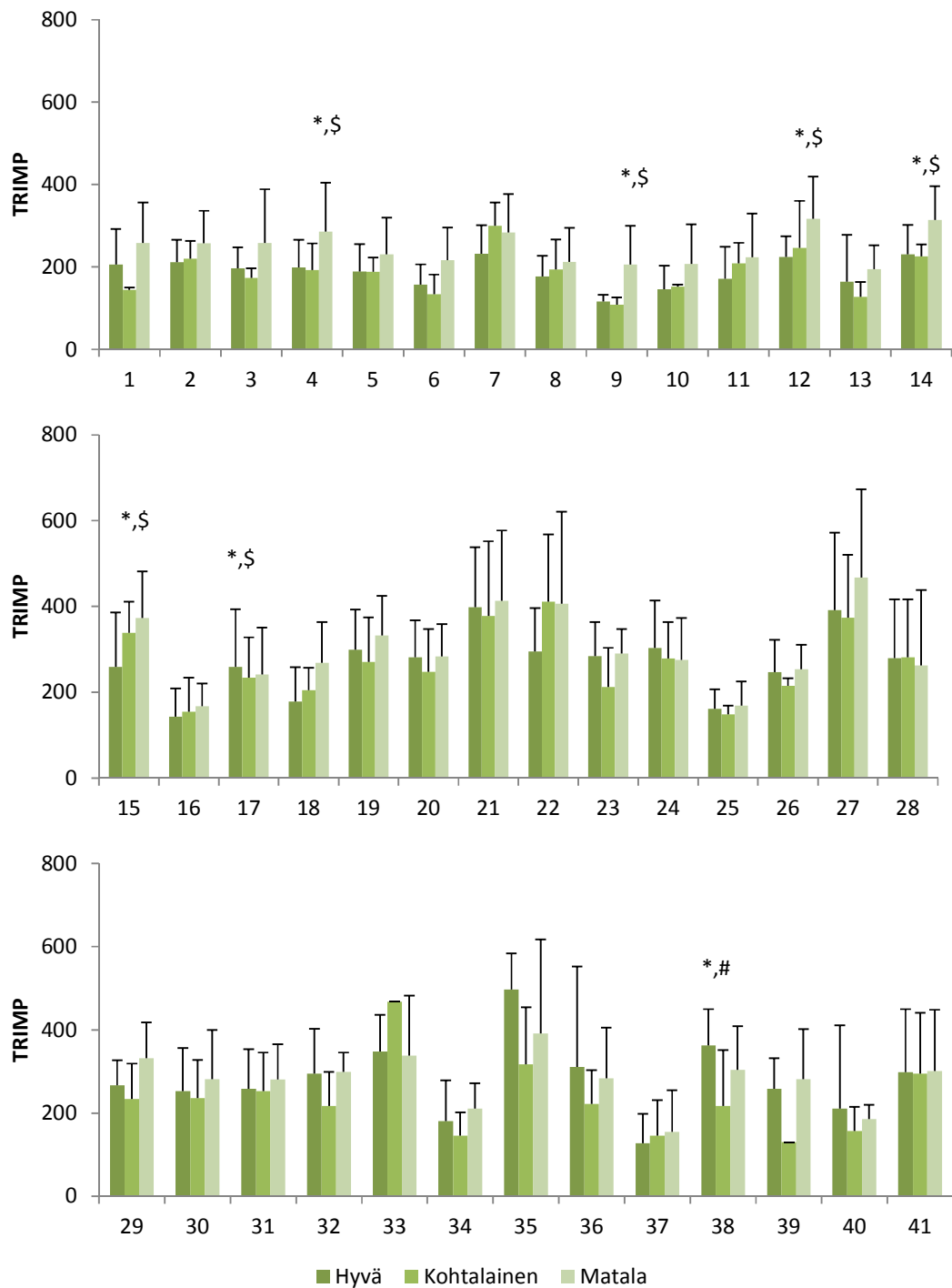


KUVA 11. Kuntoluokkakohtainen viikottainen kokonaiskuormittavuus (TRIMP). #: ero luokkien hyvä ja kohtalainen välillä, \$: ero luokkien hyvä ja matala välillä, §: ero luokkien kohtalainen ja matala välillä; *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

Tasoryhmän vaikutus päiväkohtaiseen energiankulutukseen oli havaittavissa erityisesti neljän ensimmäisen viikon aikana. Tilastollisesti merkitsevä ero tasoryhmien välillä havaittiin 17 palveluspäivänä ($p < 0.05$ - $p < 0.01$). Perusryhmän kokonaiskuormittavuus oli pääsääntöisesti harraste- ja aktiiviryhmää suurempaa. Peruskoulutuskauden aikana tasoryhmien palveluspäiväkohtainen kokonaiskuormittavuus tasottui tasoryhmien välillä. Tasoryhmien päiväkohtaiset kokonaiskuormituksen keskiarvot ja niiden poikkeavuudet on esitetty kuviossa 12 päiville 1-49. Kuntoluokkiin perustuvassa tarkastelussa hyvään ja kohtalaiseen luokkaan kuuluvien palveluspäiväkohtaisessa kokonaiskuormituksessa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0.05$) peruskoulutuskauden aikana ainoastaan yhtenä palveluspäivänä (Kuva 13). Hyvän ja matalan luokan välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0.5$) päiväkohtaisessa kuormittavuudessa kuutena mittauspäivänä.



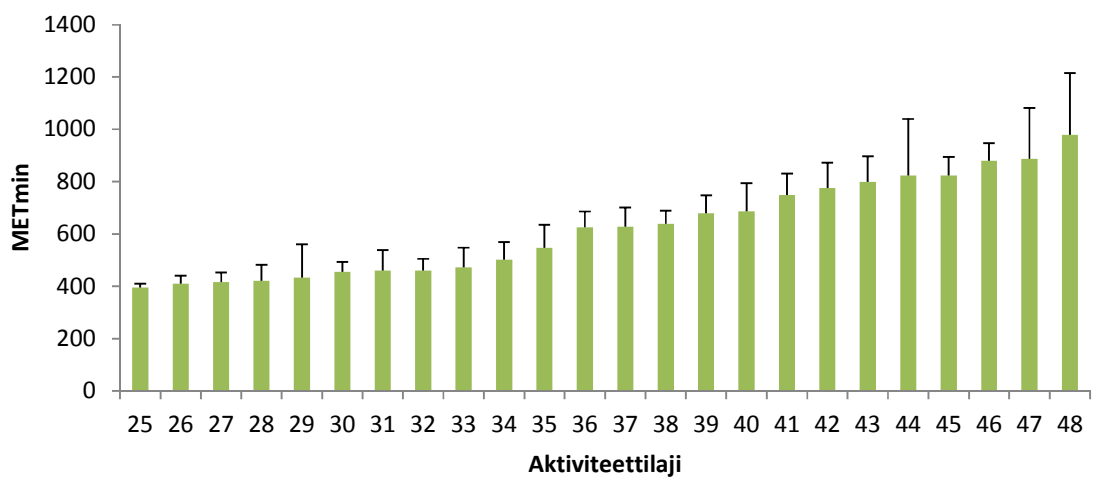
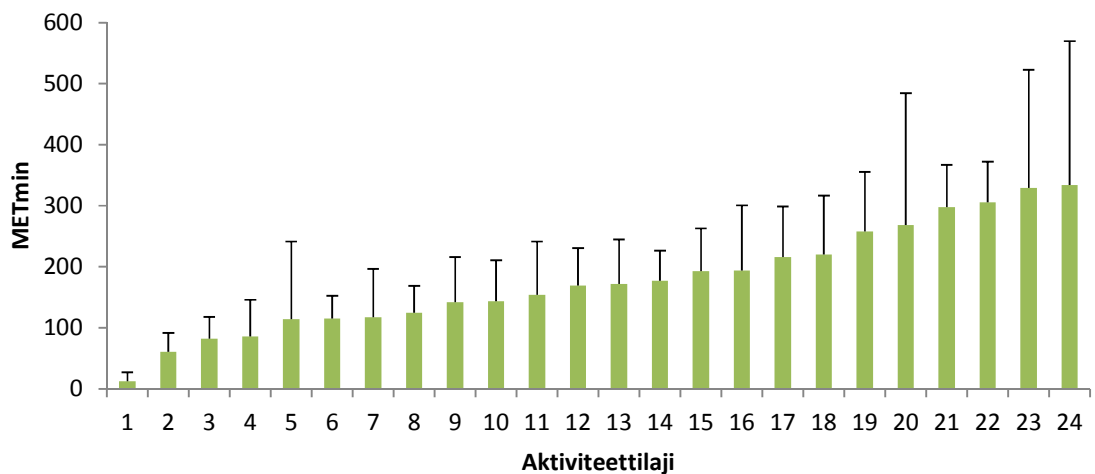
KUVA 12. Tasoryhmäkohtainen päivittäinen kokonaiskuormittavuus (TRIMP) peruskoulutuskauden 1.-41. palveluspäivänä. # ero aktiivi- ja harrasteryhmän välillä, \$ ero aktiivi- ja perusryhmän välillä, § ero harraste- ja perusryhmän välillä; *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$.

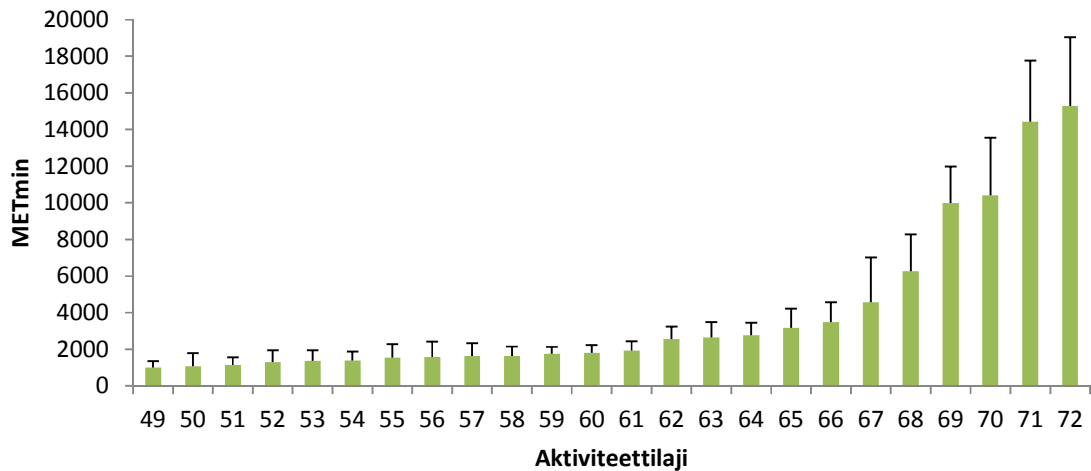


KUVA 13. Kuntoluokkakohtainen päivittäinen kokonaiskuormittavuus (TRIMP) peruskoulutuskauden 1.-41. palveluspäivänä. #: ero luokkien hyvä ja kohtalainen välillä, \$: ero luokkien hyvä ja matala välillä, \$: ero luokkien kohtalainen ja matala välillä; *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$.

7.2 Lajikohtainen kokonaiskuormittavuus peruskoulutuskaudella

Peruskoulutuskauden aikana jokaisen aktiviteettilajin kokonaiskuormittavuus (Laji-TRIMP) määritettiin lajin kuormittavuuden ja lajin kokonaisajan avulla. Kuvassa 14 on esitetty sykkeen perusteella määritetty peruskoulutuskauden lajikohtainen kokonaiskuormitus 72 aktiviteettilajissa. Kokonaiskuormitukseltaan eniten kuluttavia lajeja peruskoulutuskaudella olivat p-kauden ampumaleiri, sekä yleisiin toimintoihin kuuluvat aktiviteettilajit, kuten ruokailu, vapaa-aika ja siirtymiset.





Kuva 14. Lajikohtainen kokonaiskuormittavuus (METminuuttia) peruskoulutuskauden kahdeksan ensimmäisen viikon aikana. Energiankulutukset laskettu sykkeen perusteella.

1	Yleiset toim.	Vahvuuslaskenta
2	Yleiset toim.	Voimatestit
3	Yleiset toim.	Päivänavaus
4	Yleissot. k.	sotilaskotitoiminnan esittely
5	Yleissot. k.	pelastautumisharjoitus
6	Taisteluk.	taisteluvälineiden pakkaaminen ja taisteluvälineiden sovittaminen
7	Huoltokoul.	Oppitunti
8	Yleissot. k.	sulkeiset suksin
9	Yleissot. k.	Tulojuhla
10	Yleiset toim.	Maksimitesti
11	Yleiset toim.	Rokotukset
12	Yleissot. k.	valalaulun harjoittelu
13	Ase- ja ampumak.	rastikoulutus; asehuolto, lipastaminen, lataaminen, varmistaminen, kolmiotähtäys
14	Yleissot. k.	RK62 käsittely, lukon irrottaminen ja kiinnittäminen, ampuma-asento maaten
15	Liikuntak.	kävelylenkki, hölkkälenkki, lihahuolto
16	Taisteluk.	oppitunti (taistelu- ja marssikoulutus)
17	Järjestelyt	V3-materiaalin nouto ja kuittaus
18	Yleissot. k.	valaharjoittelu, vala
19	Valmiusk.	toiminta valmiutta kohottaessa
20	Taisteluk.	oppitunti (taistelukoulutus)
21	Huoltok.	kenttävarustuksen, suksien, ryhmä- ja joukkuekohtaisen materiaalin pakkaaminen
22	Huoltok.	asehuolto ja taisteluvälineiden tarkastus
23	Liikuntak.	Suunnistus
24	Järjestelyt	peruskoe 1, peruskoe 2
25	Ase- ja ampumak.	rynnäkkökivääriammunta 7.n harjoittelu
26	Liikuntak.	Oppitunti
27	Ase- ja ampumak.	Oppitunti
28	Liikuntak.	Uimataitotesti
29	Liikuntak.	kuntopiiri, lihahuolto
30	Ase- ja ampumak.	ampuma-asento maaten, tähtääminen ja laukaisu, lipastaminen, lataaminen
31	Huoltok.	Kokovarustarkastus

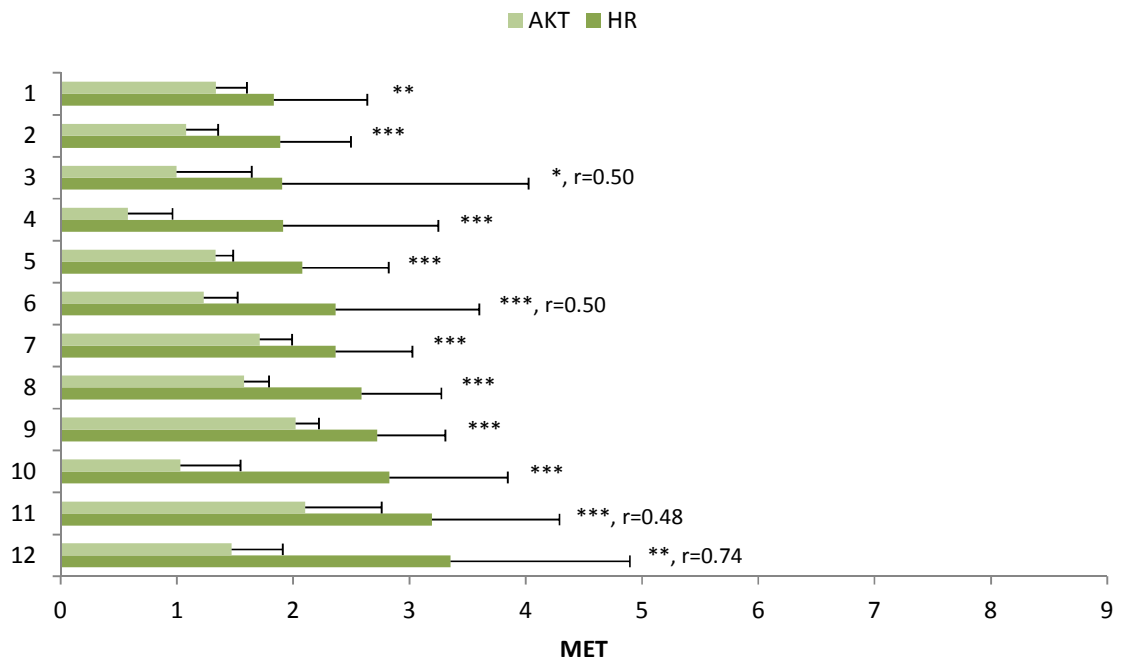
32	Liikuntak.	Cooperin testi (12min juoksutesti), jalkapallo
33	Järjestelyt	Lääkärintarkastus
34	Suojelukoul.	Polttoaisteluharjoitus
35	Yleiset toim.	omaistenpäivän ohjelma
36	Taisteluk.	sov. asekäsitteily- ja taisteluharjoitukset; kevyt kertasinko, telamiina, käsikranaatti
37	Taisteluk.	taistelijan eteneminen vihollisen tulen alla
38	Liikuntak.	rastikoulutus; lihahuolto, rentoutuminen, tervehtiminen, toimistokäyttäytyminen
39	Järjestelyt	tväl-materiaalin ja suksien kuittaus
40	Ase- ja ampumak.	rynnäkökivääriammunta 7.n harjoittelu, telamiina, kertasinko, käsikranaatti
41	Järjestelyt	Oppitunti
42	Liikuntak.	Hiihtoharjoitus
43	Taisteluk.	varustuksen pakkaaminen, tuliaseaman vaatimukset käytännössä, tuliaseaman linnoittaminen
44	Huoltok.	varustarkastus, majoitustupien ja yksikön siivous, kaapin järjestely
45	Ase- ja ampumak.	ampuma-asento maaten, ammunta paukkupatruunoin, noptel-ammunta, asehuolto
46	Huoltok.	Ensiapukoulutus
47	Taisteluk.	Taistelukoulutusrata
48	Taisteluk.	taistelijan etenemistavat; asean kantotavat ja tähyttäminen, suojautuminen; telam., kertas., käsikr.
49	Yleissot. k.	pyykinvaihto ja saunominen
50	Muu opetus	siivousoppitunti, kirkollinen työ, kansalaiskasvatus, lääkintäkoulutus, oikeudenhoito
51	Ase- ja ampumak.	Asekäsitteilyrata
52	Järjestelyt	VMTK-teemapäivä
53	Ase- ja ampumak.	ampumataitotestin harjoittelu, ampumataitotesti
54	Taisteluk.	taistelijaparin hyökkäys ja puolustus, käsikranaatin käyttö, kertasingon käyttö
55	Yleissot. k.	Johtajatehtävärata
56	Liikuntak.	kuormittumistutkimuksen submax-testi pallohallilla, lihaskuntotesti
57	Liikuntak.	CISM DAY RUN
58	Järjestelyt	varustarkastus, siivous
59	Yleissot. k.	ohjatut aamutoimet
60	Yleiset toim.	Aamumittaukset
61	Ase- ja ampumak.	A-ratapäivä: rynnäkökivääriammunta, telamiina, kertasinko, käsikranaatti
62	Yleissot. koulutus	sulkeiset jalan; askelsiirrot, aseotteet, käännökset, tervehteminen liikkeestä
63	Yleissot. k.	Oppitunti
64	Yleiset toiminnot	Odottelu
65	Taistelukoulutus	Hiihtomarssi
66	Ase- ja ampumak.	ampumaradan valmistelut, toiminta ampumaradalla, rynnäkökivääriammunta, asehuolto
67	Yleiset toiminnot	Iltatoimet
68	Taistelukoulutus	Maastoleiri
69	Yleiset toiminnot	Siirtyminen
70	Yleiset toiminnot	vapaa-aika
71	Yleiset toiminnot	Ruokailu
72	Ase- ja ampumak.	p-kauden ampumaleiri

7.3 Lajikohtainen energiankulutus sykkeen ja aktiivisuuden mittauksen perusteella

Lajikohtainen energiankulutuksen (PAEE) mittaus suoritettiin sykkeen ja aktiivisuuden mittauksella. Tutkimusjakson aikana mitattiin 77 aktiivisuuslajin energiankulutusta. Analysointiin otettiin mukaan vain sellaiset aktiiviteettilajit, joissa edustavaa energiankulutusdataa oli saatavissa molemmista mittausmenetelmistä. Lopullisessa tarkastelussa oli mukana 72 peruskoulutuskauden aktiiviteettilajia. Aktiiviteettilajien energiankulutuksien tarkastelussa yksittäiset aktiviteetit jaettiin viiteen koulutuslajiin, joita olivat yleissotilaallinen koulutus, huoltokoulutus, liikuntakoulutus, ase- ja ampumakoulutus sekä taistelukoulutus. Lisäksi energiankulutuksia tarkasteltiin yleisiin toimintoihin ja järjestelyihin kuuluvissa aktiviteeteissa. Aktiiviteettilajien menetelmäkohtaiset energiankulutukset (MET-yksikössä) on esitetty liitteessä 2.

7.3.1 Yleissotilaallinen koulutus

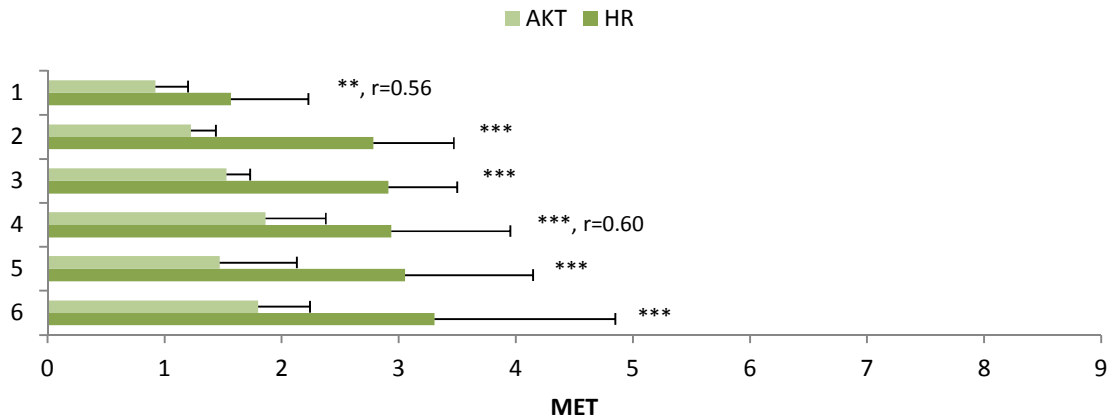
Sykkeen ja aktiivisuuden mittauksen perusteella arvioidut keskimääräiset energiankulutukset MET-yksikössä peruskoulutuskauden yleissotilaallisen koulutuksen aktiiviteettilajeissa on esitetty kuvassa 15. Sykkeen perusteella laskettu energiankulutus oli merkitsevästi suurempi ($p < 0.001-0.05$) kaikissa yleissotilaallisen koulutuksen aktiiviteettilajeissa. Energiankulutusarvot yleissotilaallisessa koulutuksessa vaihtelivat sykkeestä mitattuna 1.8 ja 3.4 MET:n välillä. Aktiivisuuden perusteella laskettu energiankulutus vaihteli 0.6 ja 2.1 MET:n välillä. Tilastollisesti merkitsevä positiivinen korrelaatio mittausmenetelmien välillä havaittiin neljässä aktiiviteettilajissa.



KUVA 15. Yleissotilaalliseen koulutukseen kuuluvien aktiviteettilajien keskimääräiset energiankulutukset. Perusaineenvaihdunnan osuus on vähennetty intensiteettiärvosta. Aktiviteettilajit: ¹valaharjoittelu ja vala (n=30), ²oppitunti (n=34), ³pelastautumisharjoitus (n=24), ⁴sotilaskotitoiminnan esittely (n=18), ⁵sulkeiset suksin (n=25), ⁶tulojuhla (n=22), ⁷RK62 käsittely (n=25), ⁸sulkeiset jalan (askelsiirrot, aseotteet, käännökset, tervehteminen liikkeestä) (n=34), ⁹ohjatut aamutoimet (n=34), ¹⁰valalaulun harjoittelu (n=28), ¹¹pyykinvaihto ja saunominen (n=34), ¹²johtajatehtävärata (n=8). (tilastollisesti merkitsevä ero: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, r = tilastollisesti merkitsevä korrelaatio p<0.05)

7.3.2 Huoltokoulutus

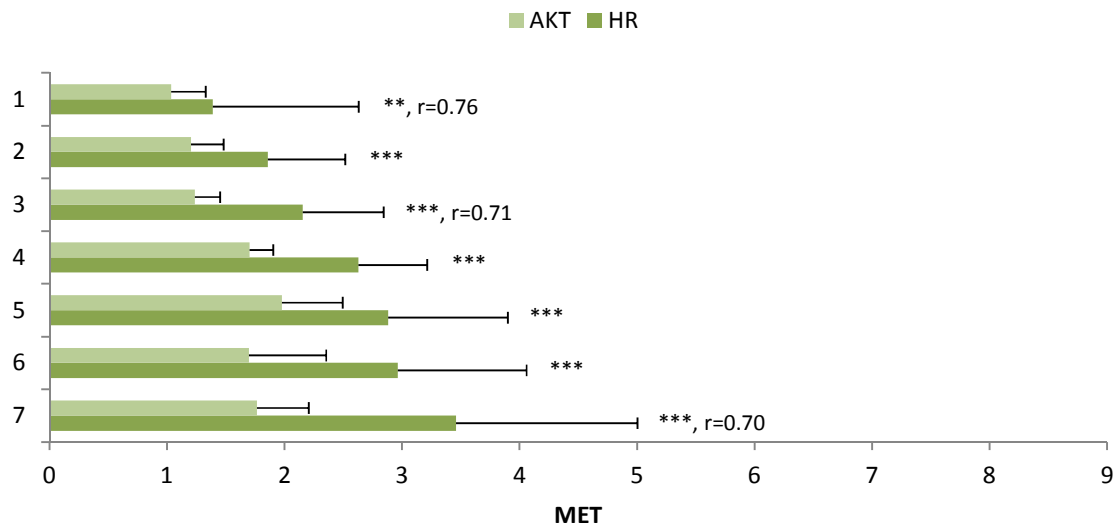
Sykkeen avulla laskettu energiankulutus oli tilastollisesti suurempaa kaikissa huoltokoulutukseen kuuluvissa aktiviteettilajeissa (Kuva 16). Sykkeestä lasketun energiankulutuksen vaihteluväli MET -yksikössä oli 1.6-3.3. Vastaavat arvot aktiivisuudesta laskettuna olivat 0.9-1.9. Tilastollisesti merkitsevä positiivinen korrelaatio mittausten välillä havaittiin oppitunnin ja ensiapukoulutuksen energiankulutuksissa.



Kuva 16. Huoltokoulutukseen kuuluvien aktiviteettilajien keskimääräiset energiankulutukset. Perusaineenvaihdunnan osuus on vähennetty intensiteettiä arvosta. Aktiviteettilajit: ¹oppitunti (n=24), ²kokovarustarkastus (n=15), ³asehuolto ja taistelumateriaalin tarkastus (n=17), ⁴ensiapukoulutus (n=32), ⁵varustarkastus ja siivous (n=20), ⁶varustusten pakkaaminen (n=13). (tilastollisesti merkitsevä ero: **p<0.01,***p>0.001, r = tilastollisesti merkitsevä korrelaatio p<0.05-0.001)

7.3.3 Järjestelyt

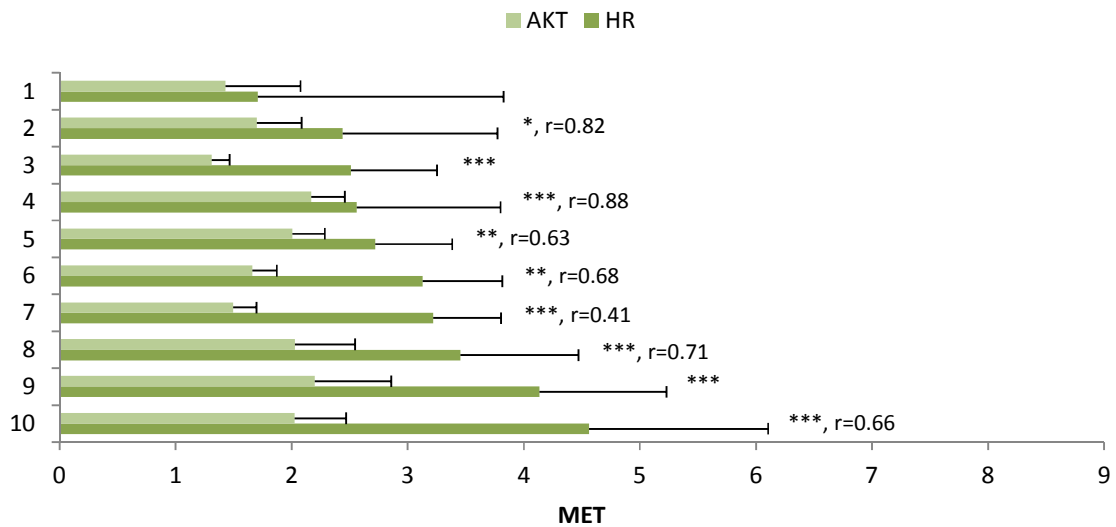
Järjestelyihin laskettavien aktiviteettilajien energiankulutukset vaihtelivat sykkeestä laskettuna 1.4 ja 3.5 MET:n ja aktiivisuudesta laskettuna 1.0 ja 2.0 MET:n välillä (Kuva 17). Mittausmenetelmien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevää ero ($MET_{syke} > MET_{akt}$) kaikissa aktiviteettilajeissa (**p<0.001, **p<0.01). Tilastollisesti merkitsevä positiivinen korrelaatio mittausmenetelmien välillä havaittiin kolmessa aktiviteettilajissa.



Kuva 17. Järjestelyihin kuuluvien aktiviteettilajien energiankulutukset. Perusaineenvaihdunnan osuus on vähennetty intensiteettiä arvosta. Aktiviteettilajit: ¹peruskokeet (n=32), ²lääkärintarkastus (n=25), ³tväl- materiaalin ja suksien kuittaus (n=28), ⁴oppitunti (n=34), ⁵V3 -materiaalin nouto ja kuittaus (n=27), ⁶varustarkastus ja siivous (n=33), ⁷VMTK-teemapäivä (n=21). (tilastollisesti merkitsevä ero: **p<0.01, ***p<0.001, r = tilastollisesti merkitsevä korrelaatio p<0.05-0.001)

7.3.4 Liikuntakoulutus

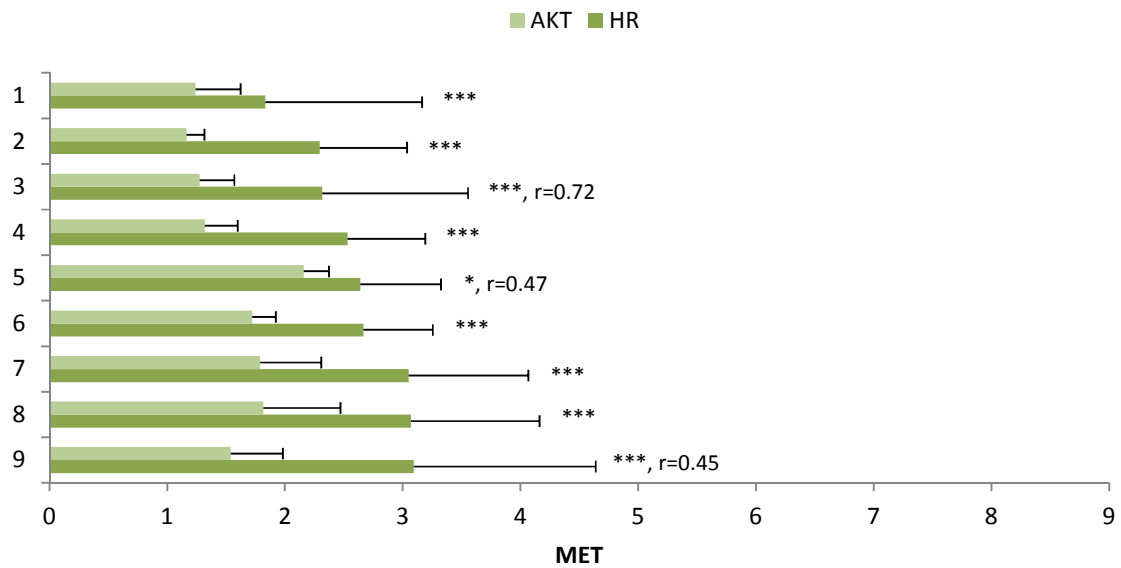
Liikuntakoulutuksen aktiviteettilajien energiankulutukset vaihtelivat sykkeestä mitattuna 1.7 ja 4.6 MET:n välillä (Kuva 18). Aktiivisuudesta lasketun energiankulutuksen vaihtelu oli 1.3 ja 2.2 MET:n välillä. Aktiviteettilajeista oppitunnilla eri mittausmenetelmillä mitatut energiankulutukset eivät eronneet tilastollisesti toisistaan. Seitsemässä aktiviteettilajissa havaittiin tilastollisesti merkitsevä positiivinen korrelaatio mittausmenetelmien välillä.



KUVA 18. Liikuntakoulutukseen kuuluvien aktiviteettilajien energiankulutukset. Perusaineenvaihdunnan osuus on vähennetty intensiteettiärvosta. Aktiviteettilajit: ¹oppitunti (n=32), ²suunnistus (n=27), ³rastikoulutus (lihashuolto, rentoutuminen, tervehtiminen, toimistokäyttäytyminen) (n=27), ⁴Cooperin testi ja jalkapallo (n=32), ⁵marssi- ja lihaskuntotesti (n=34), ⁶uimataitotesti (n=11), ⁷kävely- tai hölkkälänkki (n=25), ⁸hiihtoharjoitus (n=27), ⁹kuntopiiri ja lihashuolto (n=23), ¹⁰CISM DAY RUN (n=25). (tilastollisesti merkitsevä ero: *p<0.05, **p>0.01, ***p>0.001, r = tilastollisesti merkitsevä korrelaatio p<0.05-0.001)

7.3.5 Ase- ja ampumakoulutus

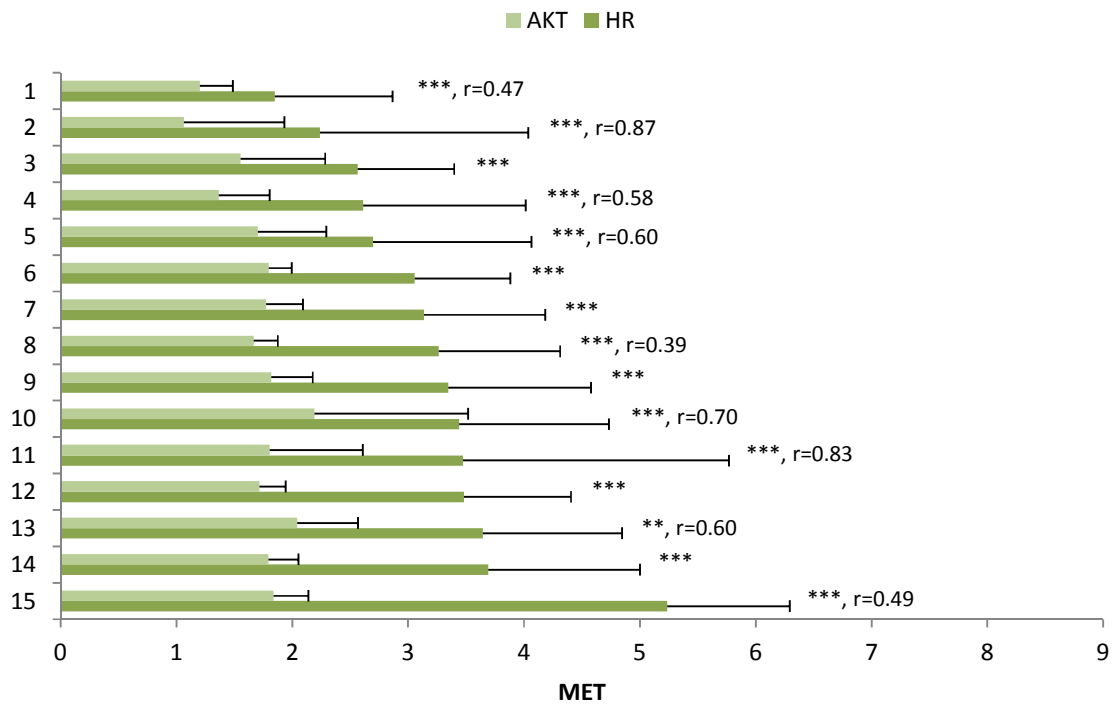
Ase- ja ampumakoulutuksen aktiviteettilajeissa mitatut energiankulutukset vaihtelivat sykkeestä mitattuna 1.8 ja 3.1 MET:n välillä (Kuva 19). Vastaava vaihteluväli aktiivisuudesta mitattuna oli 1.2 - 2.2 MET. Sykkeestä mitattu energiankulutus oli kaikissa ase- ja ampumakoulutuksen aktiviteettilajeissa tilastollisesti suurempaa. Mittausmenetelmien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä positiivinen korrelaatio kolmessa aktiviteettilajissa.



KUVA 19. Ase- ja ampumakoulutukseen kuuluvien aktiviteettilajien energiankulutukset. Perusaineenvaihdunnan osuus on vähennetty intensiteettiä arvosta. Aktiviteettilajit: ¹ampumaharjoitus (ampuma-asento maaten, ammunta paukkupatruunoin ja noptel-ammunta) (n=33), ²rastikoulutus (asehuolto, lipastaminen, lataaminen, varmistaminen, kolmiotähtäys) (n=27), ³oppitunti (n=28), ⁴ampumaharjoitus (ampuma-asento maaten, tähtääminen ja laukaisu, lipastaminen, lataaminen ja patruunoiden poistaminen) (n=27), ⁵rynnäkökivääriammunta (n=19), ⁶ampumataitotestin harjoittelu ja ampumataitotesti (n=31), ⁷asekäsittelyrata (n=28), ⁸ampumaharjoitus (valmistelut, toiminta ampumaradalla, rynnäkökivääriammunta, asehuolto) (n=34), ⁹P-kauden ampumaleiri (n=27). (tilastollisesti merkitsevä ero: *p<0.05, ***p>0.001, r = tilastollisesti merkitsevä korrelaatio p<0.05-0.001)

7.3.6 Taistelukoulutus

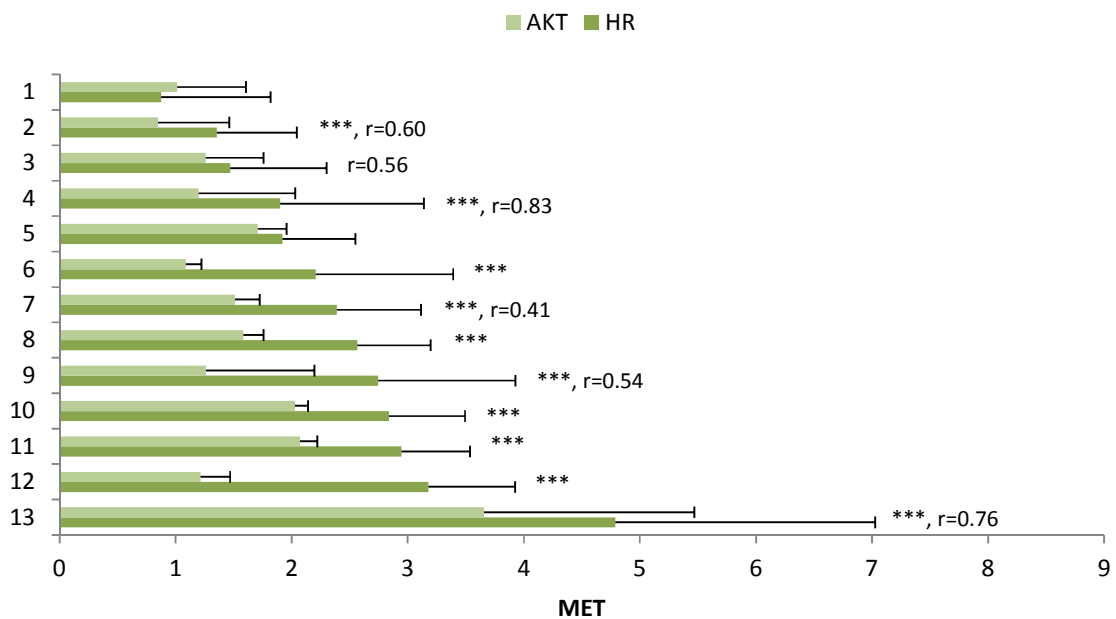
Taistelukoulutuksen aktiviteettilajeissa energiankulutukset vaihtelivat sykkeestä mitattuna 1.9 ja 5.2 MET:n välillä (Kuva 20). Vaihteluväli aktiivisuudesta mitattuna oli 1.1-2.2 MET. Sykkeestä mitattu energiankulutus oli kaikissa taistelu- sekä ase- ja taistelukoulutuksen aktiviteettilajeissa tilastollisesti aktiivisuudesta mitattua suurempaa. Mittausmenetelmien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä positiivinen korrelaatio yhdeksässä aktiviteettilajissa.



KUVA 20. Taistelukoulutukseen kuuluvien aktiviteettilajien energiankulutukset. Perusaineenvaihdunnan osuus on vähennetty intensiteettiarvosta. Aktiviteettilajit: ¹oppitunti (taistelu- ja marssikoulutus) (n=31), ²oppitunti (taistelukoulutus) (n=32), ³taisteluvarustuksen pakkaaminen ja taisteluvyön sovittaminen (n=28), ⁴taistelukoulutusrata (n=27), ⁵ase- ja taistelukoulutus (rynnäkökivääriammunta, telamiinan asentaminen, kertasinko, käsikranaatti (n=26), ⁶ampumaratapäivä (rynnäkökivääriammunta, telamiina, kertasinko, käsikranaatti (n=31), ⁷taisteluharjoitus (kenttävarustuksen pakkaaminen, tuliaseman vaatimukset käytännössä, tuliaseman linnoittaminen lumeen) (n=20), ⁸maastoleiri (n=33), ⁹polttotaisteluharjoitus (n=21), ¹⁰toiminta valmiutta kohotettaessa (n=31), ¹¹soveltavat ase käsittely- ja taisteluharjoitukset (kevyt kertasinko, telamiinan asentaminen, käsikranaatin käyttö), ¹²taisteluharjoitus (taistelijan etenemistavat, aseiden kantotavat ja tähystäminen, suojautuminen) (n=25), ¹³taisteluparin hyökkäys ja puolustus (n=16), ¹⁴hiihtomarssi (n=32), ¹⁵taistelijan eteneminen vihollisen tulen alla (n=21). (tilastollisesti merkitsevä ero: **p<0.01, ***p>0.001, r = tilastollisesti merkitsevä korrelaatio p<0.05-0.001).

7.3.7 Yleiset toiminnot

Peruskoulutuskauden aikana mitatuissa muissa aktiviteettilajeissa sykkeen perusteella lasketut energiankulutukset vaihtelivat 0.9-4.8 MET:n välillä (Kuva 21). Vastaavat arvot aktiivisuuden avulla lasketuille energiankulutuksille olivat 0.9 ja 3.7 MET. Vahvuuslaskennan, rokotuksen ja omaisten ohjelman aikana sykkeen ja aktiivisuuden perusteella lasketuissa energiankulutuksissa ei havaittu merkitsevää eroa energiankulutuksissa. Sykkeen perusteella laskettu energiankulutus oli muissa yleisiin toimintoihin kuuluvissa lajeissa aktiivisuudesta laskettua energiankulutusta suurempaa. Mittausmenetelmien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä positiivinen korrelaatio kuudessa aktiviteettilajissa.



KUVA 21. Yleisiin toimintoihin kuuluvien aktiviteettilajien energiankulutukset. Perusaineenvaihdunnan osuus on vähennetty intensiteettiarvosta. Aktiviteettilajit: ¹vahvuuslaskenta (n=26), ²voimatesti (n=33), ³rokotukset (n=23), ⁴siivousoppitunti (n=34), ⁵omaisten ohjelma (n=30), ⁶iltatoimet (n=30), ⁷vapaa-aika (n=34), ⁸odottelu (n=34), ⁹päivänavaus (n=31), ¹⁰ruokailu (n=34), ¹¹siirtymiset (n=34), ¹²aamumittaukset (n=34), ¹³maksimitesti (n=33). (tilastollisesti merkitsevä ero: ***p>0.001, r = tilastollisesti merkitsevä korrelaatio p<0.05-0.001).

8 POHDINTA

Tässä pro gradu -tutkielmassa tutkittiin varusmiespalveluksen kuormittavuutta sekä siihen sisältyvien yksittäisten aktiviteettilajien energiankulutusta varusmiespalveluksen peruskoulutuskaudella 41 päivän aikana. Peruskoulutuskauden kuormittavuuden arvioinnissa käytettiin harjoituksen raskautuskertymää (TRIMP, training impact). Aktiviteettilajien energiankulutusta arvioitiin kahden mittausmenetelmän, sykkeen- ja aktiivisuusmittauksen, avulla. Tutkimustulosten perusteella kokonaiskuormituksen optimointi ei ollut peruskoulutuskauden aikana riittävää huolimatta tasoryhmiin jakamisesta. Vähiten liikkuneet alokkeat kuormittuivat peruskoulutuskauden aikana eniten, mikä oli havaittavissa päivä- ja viikkokohtaisissa sekä koko tutkimusjakson aikaisessa kokonaiskuormituksessa. Intensiteetiltään peruskoulutuskauden aktiviteettilajit kuuluivat joko matalaan tai kohtalaiseen intensiteettiluokkaan. Merkittävä kokonaiskuormittavuus aiheutui siten intensiteetin sijaan kuormituksen pitkäkestoisuudesta.

Harjoitusvaikutuksen syntyminen ja ylläpitäminen edellyttävät riittävää fyysistä aktiivisuutta (Haskell ym. 2007). Fyysisen kuormituksen aiheuttama hetkellinen yllärasitus aiheuttaa palautumisen aikana superkompensaation, jolloin elimistön suorituskyky nousee edeltävää tasoa korkeammalle. Liiallinen ja pitkittynyt fyysinen kuormitus yhdistettynä lyhyeen palautumisaikaan kuormitusten välillä johtaa ylikuormitustilaan, josta seuraa suorituskyvyn heikkeneminen sekä muita fyysisiä ja psyykkisiä oireita (Howley 2001, Kaikkonen ym. 2006). Peruskoulutuskauden 41 päivän aikana mitattu raskautuskertymän arvo oli 10284 (± 2609) TRIMP-yksikköä. Aikaisemmat useita päiviä kestävät kokonaiskuormitustutkimukset on tehty pääasiassa huippu-urheilijoilla. Foster ym. (2005) vertailivat Espanjan ympäriajoon (Vuelta) osallistuvien pyöräilijöiden kokonaiskuormitusta kolmen viikon kilpailujakson aikana. Keskimääräinen kumulatiivinen raskautuskertymä 21 tutkimuspäivän aikana oli 6200-6600 TRIMP-yksikköä, ja viikottainen raskautuskertymä noin 2000 TRIMP-yksikköä (Foster ym. 2005). Harjoitteluvaiheessa viikottainen raskautuskertymä ammattipyöräilijöillä on keskimäärin 1000-1500 TRIMP-yksikköä (Lucia ym. 2003). Hiihdossa ja juoksulajeissa harjoitteluvaiheen viikottainen raskautuskertymä

huippu-urheilijoilla on noin 800 TRIMP-yksikköä (Manzi ym. 2009, Billat ym. 2003, Seiler ym. 2006). Kuntoilijoilla tehdyssä neljän viikon juoksuharjoittelututkimuksessa (harjoittelu: 6krt x 40 min/vko) viikottainen raskuskertymä oli noin 500 TRIMP-yksikköä (Kiviniemi ym. 2007). Varusmiespalveluksen viikkokohtaiset kokonaiskuormittavuudet vaihtelivat huomattavasti peruskoulutuskauden aikana. Muihin tutkimustuloksiin verrattuna keskimääräinen raskuskertymä (1371 ± 466 TRIMP-yksikköä) oli kuitenkin merkittävä siitäkin huolimatta, että päivittäinen mittausaika oli tässä tutkimuksessa pitkä (15h). Raskuskertymän laskennassa harjoituksen teholla on kestoä merkittävämpi vaikutus TRIMP-arvon kasvuun (Banister 1991). Peruskoulutuskauden aikana fyysinen kuormittavuus pyritään mitoittamaan siten, että ensimmäisten viikkojen kokonaiskuormittavuus on muita viikkoja kevyempää. Tutkimustulokset osoittivat viikkokohtaisen kokonaiskuormittavuuden olevan pääsääntöisesti nousujohteista ja sisältäen välissä palauttavia jaksoja. Suurimmat kokonaiskuormittavuudet mitattiin peruskoulutuskauden neljännellä ja kuudennella palvelusviikolla. Viimeisten viikkojen (viikot 7-8) kuormittavuus oli hieman ensimmäisiä peruskoulutuskauden viikkoja suurempaa. Poikkeuksellinen ensimmäisen viikon kohonnut kokonaiskuormittavuus voi aiheutua ainakin osittain fyysisestä aktiivisuudesta riippumattomista sydämen sykettä nostavista tekijöistä, kuten stressistä (Achten ym. 2003).

Päivittäiset raskuskertymäarvot vaihtelivat huomattavasti peruskoulutuskauden aikana (vaihteluväli: 143-419 TRIMP-yksikköä). Keskimääräinen päivittäinen raskuskertymäarvo oli 255 ± 71 TRIMP-yksikköä. Aikaisemmassa pitkänmatkan juoksijoilla tehdyssä tutkimuksessa (harjoittelu 5-6krt/vko) päivittäiset raskuskertymäarvot vaihtelivat 80-220 TRIMP-yksikön välillä (Manzi ym. 2009). Päivittäisen raskuskertymän arvo peruskoulutuskaudella oli suuri jopa verrattaessa huippu-urheilijoiden harjoitusmäärään, huolimatta siitä että päivittäinen mittausaika oli peruskoulutuskaudella huomattavasti pitempi. Matalalla sykealueella mitattua raskuskertymän arvoa voi tarkastella alla olevan esimerkin avulla. Esimerkkihenkilöllä ($HR_{max}=195\text{bpm}$, $HR_{lepo}=65\text{bpm}$), 250 TRIMP-yksikköä vastaa esimerkiksi päivittäistä 15 tunnin harjoitusjaksoa, jonka aikana henkilö istuu ($HR=75\text{bpm}$) kahdeksan tuntia ($TRIMP=27$), seisoo ($HR=100\text{bpm}$) viisi tuntia ($TRIMP=87$) ja liikkuu sykkeellä 140 kaksi tuntia ($TRIMP=134$).

Aerobisella kunnolla on merkittävä vaikutus suorituskykyyn ja yksilön kokemaan kuormitukseen. Sama työ voi tuntua hyväkuntoisesta kevyeltä ja vaatia huonompikuntoiselta maksimaalista suoritusta. Lisäksi samalla syketasolla tehty työmäärä voi vaihdella yksilöiden välillä. Alokkaiden kunnolla on siten vaikutusta siihen, kuinka kuormittavaa peruskoulutuskauden harjoittelu on yksittäiselle alokkaalle. Tutkimukseen osallistuneet varusmiehet jaettiin varusmiespalvelusta edeltävän liikunta-aktiivisuuden mukaan kolmeen eri tasoryhmään (aktiivi, harraste ja perus). Lisäksi tutkittavat jaettiin ensimmäisellä viikolla suoritettuna maksimaalisen hapenottokykytestin perusteella kuntoluokkiin (hyvä: $VO_2\max > 45 \text{ ml/kg/min}$; kohtalainen: $VO_2\max = 40\text{--}44.9 \text{ ml/kg/min}$; matala: $VO_2\max < 39.9 \text{ ml/kg/min}$). Tasoryhmiin jakamisen perustana on ajatus siitä, että aerobisen suorituskyvyn kehittämiseen ja ylläpitämiseen tarvittava aktiivisuuden määrä riippuu lähtökunnosta (Haskell ym. 2007). Lisäksi tasoryhmiin jakamisella pyritään vaikuttamaan yksilölliseen kokonaiskuormittavuuteen. Pitkäkestoisen työkuormituksen ei tulisi olla yksilölle liian kuormittavaa.

Tutkimustulosten valossa tasoryhmien kokonaiskuormituksen optimointi ei ollut peruskoulutuskauden aikana riittävää, sillä tasoryhmiin jakaminen ei tasannut eri tasoryhmien kokonaiskuormittavuutta. Perusryhmän kokonaiskuormitus (12393 TRIMP-yksikköä) oli merkitsevästi harraste- (10252 TRIMP-yksikköä, $p < 0.05$) ja aktiiviryhmää (8444 TRIMP-yksikköä, $p < 0.01$) suurempaa. Aikaisempien tutkimusten (Pirainen ym. 2008, Santtila ym. 2008, Dyrstad ym. 2006, Rosendal ym. 2003) mukaan aktiiviryhmän kuormitus on peruskoulutuskauden aikana liian kevyttä, eikä saa siten aikaan positiivista vastetta maksimaalisessa hapenottokyvyssä. Kokonaiskuormituksessa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa kuntoluokkien välillä. Tasoryhmät noudattelivat ainoastaan perusryhmän osalta kuntoluokan mukaista jaottelua (hyvä: 12.5%, kohtalainen: 12.5%, matala: 75%). Aktiiviryhmän varusmiehet jakaantuivat eri kuntoluokkiin seuraavasti: hyvä: 56%, kohtalainen: 33% ja matala: 11%. Vastaavat harrasteryhmän prosentuaaliset osuudet olivat 40%, 20% ja 40%. Aerobiselta kunnoltaan eri tasoisten varusmiesten sijoittuminen ”väärin” tasoryhmiin on saattanut tasoittaa eri tasoryhmien välisiä eroja mitatussa kokonaiskuormituksessa. Aerobisen kunnan lisäksi fyysisillä ominaisuuksilla on vaikutusta

koettuun kokonaiskuormitukseen erityisesti sellaisissa aktiviteeteissa, joissa kannetaan ylimääräistä kuormaa.

Tasoryhmän ja kuntoluokan vaikutusta peruskoulutuskauden eri vaiheissa mitattuun kokonaiskuormitukseen tarkasteltiin lisäksi sekä viikko- että palveluspäiväkohtaisesti. Tasoryhmien viikkokohtaisissa kokonaiskuormituksissa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero neljän ensimmäisen palveluviikon aikana, jolloin perusryhmän kokonaiskuormitus oli pääsääntöisesti aktiivi- ja harrasteryhmiä suurempaa. Ero aktiivi- ja harrasteryhmien kokonaiskuormittavuuksissa havaittiin ainoastaan viikolla 3. Peruskoulutuskauden edetessä tasoryhmien väliset erot kokonaiskuormittavuudessa tasaantuivat. Kuntoluokakohtaisessa tarkastelussa viikkokohtaiset kokonaiskuormitukset erosivat ainostaan ensimmäisellä ja kolmannella palveluviikolla hyvän ja kohtalaisen kuntoluokan välillä, sekä viikolla 3 kohtalaisen ja matalan kuntoluokan välillä. Päiväkohtainen kokonaiskuormittavuus oli aktiivi- ja harrasteryhmässä peruskoulutuskauden neljän ensimmäisen viikon aikana perusryhmän kokonaiskuormitusta pienempää. Peruskoulutuskauden aikana harraste- ja perusryhmän päiväkohtaiset kokonaiskuormittavuudet lähestyivät toisiansa, kun taas aktiivi- ja harrasteryhmien välille alkoi syntyä eroa. Tilastollisesti merkitsevä ero kokonaiskuormittavuudessa havaittiin kuitenkin ainoastaan hyvän ja matalan kuntoluokan välillä neljänä ensimmäisenä palveluviikkona.

Kokonaiskuormitusten tasoittuminen peruskoulutuskauden aikana johtuu todennäköisesti perustasoryhmän varusmiesten aerobisen suorituskyvyn ja voimaominaisuuksien parantumisesta. Varusmiesten aerobisen suorituskyvyn on osoitettu kasvavan peruskoulutuskauden aikana erityisesti matalan aerobisen kunnan omaavilla varusmiehillä (Tanskanen ym. 2011, Santtila ym. 2012, Rosendal 2003, Dyrstadt 2006). Vähiten aktiiviset yksilöt parantavat suorituskykyä matalammalla intensiteetillä ja määrällä kuin paljon liikkuvat ihmiset, sillä aerobisen kunnan ja fyysisen harjoittelun kokonaisuuden välillä on vahva progressiivinen annosvastesuhde (Oja 2003).

Tasoryhmiin jakamisen taustalla on ajatus varusmiesten fyysisen harjoittelun yksilöllistämistä. Tämän tutkimuksen perusteella tasoryhmien fyysisen harjoittelun

eriyttäminen ei ole vielä riittävää. Optimaalisemman harjoitusvasteen saavuttamiseksi tasoryhmien harjoittelua tulisi vieläkin voimakkaammin eriyttää. Perusryhmän harjoitusohjelman keventämisen lisäksi huomiota tulisi kiinnittää aktiiviryhmän harjoitteluun. Fyysisen kuormituksen lisääminen mahdollisesti parantaisi aktiiviryhmän harjoitusvastetta.

Peruskoulutuskauden aikana 72 aktiviteettilajin energiankulutusta (PAEE) tarkasteltiin sydämen sykkeen ja aktiivisuuden mittauksen avulla. Eri koulutuslajeissa aktiviteettilajien intensiteetit vaihtelivat mittausten menetelmästä riippuen 0.9-5.2 MET:n (sykkeen mittaus) ja ja 0.6-3.7 MET:n (aktiivisuuden mittaus) välillä. Yleissotilaalliseen koulutukseen kuuluvien aktiviteettilajien energiankulutus vaihteli sykkeen avulla mitattuna 1.8-3.4 MET:n välillä ja aktiivisuudesta mitattuna 0.6-2.1 MET:n välillä. Huoltokoulutuksen, järjestelyiden, liikuntakoulutuksen, ase- ja ampumakoulutuksen, taistelukoulutuksen ja yleisien toimintojen vastaavat arvot olivat 1.1-3.3 ja 0.9-1.9 MET, 1.4-3.5 ja 1.0-2.0 MET, 1.7-4.6 ja 1.3-2.2 MET, 1.8-3.1 ja 1.2-1.8 MET, 1.8-5.2 ja 1.1-2.2 MET, 0.9-4.8 ja 0.9-3.7 MET. Sykkeen perusteella arvioidun energiankulutuksen mukaan 65% peruskoulutuskauden aikana mitatuista aktiviteeteista kuului kevyen intensiteetin lajeihin (< 3 MET). Kohtalaisen intensiteetin (3 - 6 MET) lajeihin kuului loput (35%) mitatuista aktiviteettilajeista. Yhdenkään aktiviteettilajin energiankulutus ei yltänyt kovaan intensiteettiin (> 6 MET). Suurimmat energiankulutusarvot mitattiin taistelukoulutusharjoituksessa (eteneminen vihollisen tulen alla, 5.2 MET), yleisiin toimintoihin luokitellussa maksimaalisen hapenottokyvyn testissä (4.8 MET) ja liikuntakoulutuksen CISM DAY RUN -aktiviteetissa (4.6 MET).

Pääsääntöisesti sykkeen mittauksen perusteella arvioitu energiankulutus oli aktiivisuuden avulla mitattua energiankulutusta suurempaa kaikissa aktiviteettilajeissa. Tilastollisesti merkitsevä ero energiankulutuksissa havaittiin 68 aktiviteettilajissa (94%). Aktiivisuuden perusteella laskettu energiankulutus ei ollut missään aktiviteettilajissa tilastollisesti suurempaa kuin sykkeen perusteella laskettu energiankulutus. Energiankulutusmenetelmien välillä havaittiin kuitenkin tilastollisesti merkitsevä korrelaatio 47%:ssa aktiviteettilajeista. Korrelaatioarvot vaihtelivat 0.39 ja 0.88 välillä. Yli 0.80 olevat korrelaatioarvot

energiankulutusmenetelmien välillä havaittiin liikuntakoulutuksen suunnistuksessa (0.82) ja Cooperin testissä (0.88), taistelukoulutuksen oppitunnilla (0.87) ja soveltavan ase- ja taistelukoulutusharjoituksen aikana (0.83) sekä yleisiin toimintoihin luokitelluilla oppitunneilla.

Energiankulutusmenetelmien poikkeavat arvot johtuvat mahdollisesti usean erillisen tekijän vaikutuksesta. Aktiivisuusmittauksella saadut alhaisemmat energiankulutusarvot johtuvat ainakin osittain siitä, että aktiivisuusmittari ei kykene mittaamaan sellaisia energiankulutuksessa tapahtuvia muutoksia, jotka ovat liikkeestä riippumattomia. Lisäksi kiihtyvyyssanturi ei havaitse isometrisen lihassupistuksen aiheuttamaan energiankulutusta. Varusmiespalveluksen peruskoulutuskauden aktiviteeteista osa sisältää lisäpainon kantamista (Santtila 2010), jota aktiivisuusmittaus ei huomioi lainkaan. Muita vastaavia energiankulutukseen vaikuttavia asioita, joita aktiivisuuden mittaus ei havaitse ovat pinnan kaltevuuden ja korkeuden muutokset sekä ympäristön lämpötila (Schutz ym. 2001, Hendelman ym. 2000). Tyypillisesti edellä mainitut asiat aliarvioivat todellista energiankulutusta. Aktiivisuuden energiankulutusyhtälö luotiin peruskoulutuskauden aikaisen DLW:n mittauksen ja aktiivisuusmittauksen avulla, mikä parantaa aktiivisuuden avulla mitattujen energiankulutusarvojen luotettavuutta tässä tutkimuksessa. Myös sykkeen mittauksen perusteella arvioidussa energiankulutuksessa on omat virhelähteensä. Sykkeen mittaus on altis ympäristötekijöiden vaikutuksille. Muunmuuassa tunnetilat, sykkeen päivittäisvaihtelu, nesteytys ja ravitsemus, tupakointi, kehon asento, käytetty lihasryhmä, lämpötila ja korkeus meren pinnasta voivat vaikuttaa sydämen sykkeeseen muuttamatta hapenkulutusta (Achten ym. 2003). Sydämen sykkeen ja energiankulutuksen välillä on lineaarinen yhteys kohtalaisella ja kovalla intensiteetillä (>30–100% VO₂max). Peruskoulutuskaudella huomattava osa aktiviteeteista tehdään matalammalla energiankulutustasolla, jolloin energiankulutus ei kasva yhtä jyrkästi kuin syke. Erityisesti asentomuutoksissa ja paikallaan puuhastelussa isot lihakset eivät tee työtä, jolloin veren laskimopaluu on pienempää. Tämä voi osaltaan aiheuttaa virhettä sykkeestä arvioituun energiankulutukseen (Ainslie ym. 2003). Varusmiespalvelus tapahtuu lisäksi suurelta osin kenttäolosuhteissa, jolloin myöskään ympäröivät olosuhteet eivät ole stabiilit. Tyypillisesti nämä edellä mainitut tekijät pyrkivät yliarvioimaan todellista energiankulutuksen tasoa.

Yksittäisten aktiviteettien energiankulutuksen arvioinnissa tulee huomioida sykkeen mittauksessa näkyvä rasituksen kumuloituminen. Edellisen aktiviteetin rasitus heijastuu myös seuraaviin aktiviteettilajeihin. Kun kuormittuminen on jatkuvaa, perustasolle ei välttämättä palata missään vaiheessa. Lisäksi aktiivisuusmittauksella tarkastellaan juuri sillä hetkellä tapahtuvaa energiankulutusta, kun taas syke reagoi aktiivisuuden muutokseen viiveellä. Kuormituksen lisääntyessä syke ei nouse heti rasitusta vastaavalle tasolle ja vastaavasti kuormituksen vähentyessä syke ei laske välittömästi (EPOC) (Borsheim & Bahr 2003).

Aktiviteettilajin kokonaiskestolla oli erittäin merkittävä vaikutus lajikohtaiseen kokonaiskuormittavuuteen (Laji-TRIMP, METminuutti). Suurimmat lajikohtaiset kokonaiskuormittavuusarvot mitattiin maastoleiriaktiviteeteissa (P-kauden ampumaleiri ja taistelukoulutuksen maastoleiri) sekä yleisiin toimintoihin laskettavissa aktiviteeteissa (siirtymiset, vapaa-aika ja ruokailu). Yleisiin toimintoihin kuuluvien aktiviteettien esiintyminen kokonaiskuormitusta eniten aiheuttavien aktiviteettien joukossa on huomionarvoista. Kokonaiskuormittavuudeltaan 10 suurinta aktiviteettilajia muodostivat 64% prosenttia kaikkien lajien kokonaiskuormittavuudesta.

Tämän tutkimuksen rajoitukset liittyvät mittausmenetelmien heikkouksiin. Sykeaineistossa havaittiin puutteita, eikä kaikkea puuttuvaa tai virheellistä sykedataa ollut mahdollista korjata tai korvata. Mittausdatan analysoinnin yhteydessä havaittiin lisäksi kahden tutkittavan kohdalla epätarkkuutta aktiivisuus- ja sykedatan aikasynkronisoinnissa. Tutkimuksen vahvuutena oli tutkimusaineiston suuri koehenkilömäärä, datan jatkuva-aikainen keräys joko vuorokauden ympäri (aktiivisuusdata) tai koko valveillaolon ajan (sykedata) ja tutkimusjakson keston pituus (kahdeksan viikkoa). Edellä mainituista syistä johtuen tutkimusaineisto oli laaja. Virheellisen datan osuus koko aineistosta oli marginaalinen ja pääosa virheistä saatiin korjattua.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Fyysinen kuormittavuus varusmiespalveluksen peruskoulutuskauden aikana oli tämän tutkimuksen perusteella verrattavissa huippu-urheilijoiden harjoitus- ja kilpailukauden päivittäisiin ja viikottaisiin kokonaiskuormituksiin. Intensiteetiltään peruskoulutuskauden aktiviteettilajit kuuluivat joko matalaan tai kohtalaiseen intensiteettiiluokkaan (<6MET). Tutkimuksessa havaittu merkittävä kokonaiskuormittavuus aiheutui intensiteetin sijaan kuormituksen pitkästä kokonaiskestosta.

Varusmiespalveluksen peruskoulutuskauden alussa alokkaat jaetaan tasoryhmiin palvelusta edeltävän liikunta-aktiivisuuden perusteella. Tasoryhmiin jakamisessa huomioidaan yksilön liikunta-aktiivisuus ennen varusmiespalveluksen alkamista. Aerobisen suorituskyvyn kehittyminen ja ylläpitäminen edellyttää riittävää fyysistä aktiivisuutta. Liiallinen ja pitkittynyt fyysinen kuormitus yhdistettynä lyhyeen palautumisaikaan kuormitusten välillä johtaa ylikuormitustilaan, josta seuraa suorituskyvyn heikkeneminen sekä muita fyysisiä ja psyykkisiä oireita. Tutkimustulosten valossa tasoryhmien kokonaiskuormituksen optimointi ei ollut peruskoulutuskauden aikana riittävää, sillä tasoryhmiin jakaminen ei tasannut eri tasoryhmiin kuuluvien tutkittavien kokonaiskuormittavuutta. Tasoryhmiin jakamisen lisäksi varusmiespalveluksen kuormittavuutta olisi jatkossa tarpeellista mitata myös palveluksen aikana, jotta fyysinen harjoittelu voitaisiin yksilöidä paremmin erikuntoisille alokkaille. Saatuja kuormittavuustietoja voitaisiin lisäksi hyödyntää varusmiespalveluksen ravinto- ja nesteytysvaatimuksia arvioitaessa.

Fyysisen kuormittavuuden arviointi kenttäolosuhteissa on haastavaa. Sekä sykkeen että aktiivisuuden mittaukset soveltuvat hyvin kenttäolosuhteissa tapahtuvaan energiankulutuksen mittaukseen, sillä mittalaitteet ovat pieniä ja eivät häiritse normaalia liikettä. Mittausmenetelmien yhdistäminen voisi tuottaa luotettavamman kuvan todellisesta energiankulutuksesta, sillä aktiivisuusmittauksella on taipumus aliarvioida ja sykkeen mittauksella on taipumus yliarvioida energiankulutusta,

10 LÄHTEET

ACSM. American College of Sports Medicine. 2001. Guidelines for exercise testing and prescription. 6th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins: 5-6, 57, 68, 84-85, 117, 303.

Achten, J. & Jeukendrup, A.E. 2003. Heart rate monitoring: Application and limitations. *Sport Medicine* 33, 517-38.

Ainslie, P.N., Reilly T. & Westerterp, K.R. 2003. Estimating human energy expenditure, *Sport Medicine* 33, 683-98.

Ainsworth, B.E., Haskell, W.E., Whitt, M.C., Irwin, M.L., Swartz, A.M., Strath, S.J., O'Brien, W.L., Bassett, D.R. Jr, Schmitz, K.H., Emplaincourt, P.O., Jacobs, D.R. Jr & Leon, A.S 2000. Compendium of physical activities: un update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 32, 498-516.

Banister, E. 1991. Modeling elite athletic performance. In: Gree H.J., McDougal J.D., Wenger H. (ed) *Physiological Testing of Elite Athletes*. Champaign, IL, USA, Human Kinetics, 403-424.

Billat, V.L., A. Demarle, J., Slawinski M. Paiva & Koralsztein, J-P. 2003. Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. *Med Sci Sports Exerc* 35, 297-304.

Bouten, C.V., Koekkoek, K.T., Verdum, M., Kodde & R. Janssen, J.D. 1997. A triaxial accelerometer and portable data processing unit for the assessment of daily physical activity. *IEEE. Trans Biomed Eng* 44, 136-147.

- Brosheim, E., & Bahr, R. 2003. Effect of Exercise Intensity, Duration and Mode on Post-Ex Post-Exercise Oxygen Consumption. *Med Sports* 33, 1037-60.
- Brage, S., Brage, N., Franks, P. W., Ekelund, U., Man-Yu, W., Andersen, L.B., Froberg, K. & Wareham N. 2004. Branched equation modeling of simultaneous accelerometry and heart rate monitoring improves estimate of directly measured physical activity energy expenditure. *J Appl Physiol* 96, 343-51.
- Braun, W.A., Hawthorne, W.E., & Markofski, M.M. 2005. Acute EPOC response in women to circuit training and treadmill exercise of matched oxygen consumption. *Eur J Appl Physiol* 94, 500-4.
- Caspersen C.J., Powell K.E. & Christenson G.M. 1985. Physical activity, exercise, and physical fitness, definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports* 100, 126-31.
- Chad, K.E., & Quigley, B.M. (1991). Exercise intensity: Effect of postexercise O₂ uptake in trained and untrained women. *J Appl Physiol* 70, 1713-9.
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjostrom, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J. F. & Oja, P. 2003. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc* 35, 1381-95.
- Dyrstad, S.M., Soltvedt, R. & Halle, J. 2006. Physical fitness and physical training during Norwegian military service. *Milit Med* 171, 736-41.
- Ekelund U., Åman J. & Westerterp K. 2003. Is the ArteACC Index a Valid Indicator of Free-Living Physical Activity in Adolescents? *Obes Res* 11, 793-801.
- Foster, C., Hoyos, J., Earnest, C. & Lucia, A. 2005. Regulation of energy expenditure during prolonged athletic competition. *Med Sci Sports Exerc* 37, 670-75.

- Fukuba, Y., Yano, Y., Murakami, H., Kan, A., & Miura, A. 2000. The effect of dietary restriction and menstrual cycle on excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) in young women. *Clin Physiol* 20, 165-9.
- Haapalainen, E., Laurinen, P., Siirtola, P., Roning, J., Kinnunen, H. & Jurvelin, H. 2008. Exercise energy expenditure estimation based on acceleration data using the linear mixed model. *Information Reuse and Integration, 2008. IRI 2008. IEEE International Conference*
- Haskell, W.L., Lee, I-Min., Pate, R.R., Powell, K.E., Blair, S.N., Macera, C.A., Gregory, W., Thompson, P.D. & Bauman, A. 2007. Physical activity and public health. Updated recommendation for adults from the American college of sports medicine and the American hearth association. *Circulation* 116, 1081-93.
- Hendelman, D., Miller, K., Bagget, C., Debold, E. & Freedson, P. 2000. Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. *Med Sci Sports Exerc* 32, S442-9.
- Howley, E.T. 2001. Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 33,S364-S9.
- Jones, B.H. & Knapik, J.J. 1999. Physical training and exercise-related injuries: surveillance, research and injury prevention in military populations. *Sports Med.* 27, 111-25.
- Kaikkonen, P., Nummela, A., Hynynen, E., Merikari, J., Rusko, H., Teljo, M. & Vääntinen, S. 2006. Kuormittuminen ja palautuminen yksittäisissä sekä kahdeksan viikon harjoittelujakson aikana harjoittelemattomilla. *KIHUn julkaisusarja nro 5*, 1-71.
- Kinnunen, H. & Nissilä, S. 2000. Estimation of exercise energy expenditure from heart rate and aerobic capacity. *Proceeding of 5th Annual Congresss of the ECSS, Jyväskylä, Finland.* 19-23, 395.

- Kiviniemi, A., Hautala, A., Kinnunen, H. & Tulppo, M. 2007. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *Eur J Appl Physiol*. 101, 743-51.
- Kumahara, H., Schutz, Y., Ayabe, M., Yoshioka, M., Yoshitake, Y., Shindo, M., Ishii, K. & Tanaka, H. 2004. The use of uniaxial accelerometry for the assessment of physical-activity-related energy expenditure: a validation study against whole-body indirect calorimetry. *Br J Nutr*. 91, 235-43.
- Kyröläinen, H., Karinkanta, J., Pullinen, T., Santtila, M., Koski, H. & Mäntysaari, M. 2008. Physiological responses during prolonged military operationaö stress. *Eur J Appl Physiol* 102, 539-46.
- Levine J.A. 2005. Measurement of energy expenditure. *Public Health Nutrition*. 8, 1123-32.
- Lindholm, H., Ilmarinen, R., Santtila, M., Oksa, J., Rissanen, S., Hirvonen, A., Mälkiä, E., Rusko H., Mäntysaari M. & Kyröläinen H. 2009. Sotilastyön tehtäväkohtainen energiankulutus, eri tehtävien edellyttämä fyysinen minimisuorituskyky ja kuormituksen sekä kuormittumisen arviointi kenttäoloissa. MATINEN loppuraportti hankkeesta 672.
- Litmanen, H. 1999. Liikunta kylmässä. Teoksessa Vuori, I. & Taimela, S. (toim.) *Liikuntalääketiede*. Vammalan Kirjapaino Oy. Kustannus Oy Duodecim, 113-23.
- Lucia, A., Hoyos, J., Carvajal A. & Chicharro J.L. Heart rate response to professional road cycling: the Tour de France. *Int J Sport Med* 20, 167-72.
- Lyons, S., Richardson, M., Bishop, P., Smith, J., Heath, H. & Giesen, J. 2006. Excess post-exercise oxygen consumption in untrained males: Effects of intermittent durations of arm ergometry. *Appl Physiol Nutr Metab* 31, 196-201.

- Manzi, V., Iellamo, F., Impellizzeri F., D'Ottavio, S. & Castagna, C. 2009. Relation between individualized training impulses and performance in distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 41, 2090-6.
- Matthews, C.E. 2005. Calibration of Accelerometer Output for Adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37, S512–S522.
- McArdle, W.D., Katch, F.I. & Katch, V.L. 2010. *Exercise physiology, Nutrition, Energy, and Human Performance*. Seventh edition. Lippincott, Williams & Wilkins, 193.
- Montoye, H.J. 2000. Introduction: evaluation of some measurements of physical activity and energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc* 32, S439-441.
- Montoye, H.J., Kemper, H.C.G., Saris, W.H.M. & Washburn, R.A. 1996. *Measuring physical activity and energy expenditure*. Human Kinetics, Champaign, USA, 191
- Montoye, H.J, Washburn, R., Servais, S., Ertl, A., Webster, J.G. & Nagle, F.J. 1983. Estimation of energy expenditure by a portable accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 15, 403-7.
- Oja P. 2001. Dose response between total volume of physical activity and health and fitness. *Med Sci Sports Exerc.* 33, S428-37.
- Pate, R.R, Pratt, M., Blair S.N., Haskell, W., Macera, C., Bouchart, C., Buchner, D., Ettinger, W., Heath, G. & King, A.C. 1995. Physical activity and public health. A recommendation from the centers for disease control and prevention and the American college of sports medicine. *JAMA.* 273, 402-7.
- Pugh, L.G.C.E. 1971. The influence of wind in running and walking and the mechanical efficiency of work against horizontal or vertical forces. *J Physiol* 213, 255-76.

Puolustusvoimat 2004. Training Division, Finnish Defence Forces. Standard Direction of Conscripts' Physical Training [in Finnish]

Puolustusvoimat 2010, <http://www.puolustusvoimat.fi/portal/puolustusvoimat.fi>

Piirainen, J.M., Salmi, J.A., Avela, J. & Linnamo, V. 2008. Effect of body composition on the neuromuscular function of Finnish conscripts during an 8-week basic training period. *J Strength Cond Res* 22, 1916-25.

Rocha, E.E.M., Girard, V., Alves, F. & Fonseca, B.R.V. 2006. Indirect calorimetry: methodology, instruments and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 9, 247-56.

Rosendal, L., Langberg, H., Skov-Jensen, A. & Kjær, M. 2003. Incidence of injury and physical performance adaptations during military training. *Clin J Sport Med* 13, 157-63.

Rothney, M.P., Neumann, M. Beziat, A. & Chen K.Y. 2007. An artificial neural network modelling of energy expenditure using non-integrated acceleration signals. *J Appl Physiol* 103, 1419-27.

Rowlands, A.V., Eston, R.G. & Ingledeu, D.K. 1997. Measurement of physical activity in children with particular reference to the use of heart rate and pedometry. *Sports Med* 24, 258-72.

Santtila M. 2004. Varusmiesten fyysinen koulutus, Puolustusvoimat

Santtila M., Kyröläinen H., Vasankari T., Tiainen S., Palvalin K., Häkkinen A. & Häkkinen K. 2006. Physical Fitness Profiles in Young Finnish Men during the Years 1975-2004. *Med Sci Sports Exerc* 38, 1990-4.

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. *Milit Med* 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. C. & Kyröläinen, H. 2012. Cardiovascular and neuromuscular performance responses induced by 8 weeks of basic training followed by 8 weeks of specialized military training. *J Strength Cond Res* 26, 745-51.

Sedlock, D.A., Lee, M.G., Flynn, M.G., Park, K.S. & Kamimori, G.H. 2010. Excess postexercise oxygen consumption after aerobic exercise training. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 20, 336-49.

Schofield, W.N, Schofield, C. & James, W.P.T. 1985. Basal metabolic rate review and prediction together with an annotated bibliography of source material. *Human Nutrition: Clinical Nutrition* 39C(Suppl 1), 1-96.

Schutz Y., Weinsier R.N. & Hunter G.R 2001. Assessment of Free-Living Physical Activity in Humans: An Overview of Currently Available and Proposed New Measures. *Obes Res* 9, 368–79.

Seiler, K.S. & Kjerland G.O. 2006. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an ‘optimal’ distribution? *Scand J Med Sci Sports*. 16, 49-56.

Sirard J.R. & Pate R.R. 2001. Physical Activity Assessment in Children and Adolescents. *Sports Med* 31, 439-54.

- Swain, D. P. & Leutholtz B.C. 1997. Heart rate reserve is equivalent to % VO₂reserve, not to %. *Med Sci Sports Exerc* 29, 410-4.
- Swain, D. P., Leutholtz B.C., King, M.E., Haas, L.A. & Branch J.D. 1998. Relationship between % heart rate reserve and % VO₂ reserve in treadmill exercise. *Med Sci Sports Exerc* 30, 318-21.
- Swartz A.M, Strath S.J, Bassett D.R., JR., O'Brien W.L., King G.A & Ainsworth B.E. 2000. *Med Sci Sports Exerc* 32, S450-6
- 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.
- Tanskanen, M. M., Kyröläinen, H., Uusitalo, A. L., Huovinen, J., Nissila, J., Kinnunen, H., Atalay, M. & Häkkinen, K. 2011. Serum Sex Hormone-Binding Globulin and Cortisol Concentrations are Associated With Overreaching During Strenuous Military Training. *J Strength Cond Res* 25, 787-97.
- Wanta, D.M, Nagle F.J. & Webb, P., 1993. Metabolic response to graded downhill walking. *Med Sci Sports Exerc* 25, 25-35.
- Welk, G.J. 2002. Physical activity assessment for health-related research. First Edition. Human Kinetics, 280.
- Westerterp K.R. & Plasqui G. 2004. Physical activity and human energy expenditure. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 7, 607-13.
- Zhang S, Rowlands, A.V, Murray, P & Hurst, T.L. 2012. Physical activity classification using the GENEActiv wrist-worn accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 44, 742-8.

11 LIITTEET

Liite 1: Varusmiespalveluksen palveluskalenteri peruskoulutuskauden 41 ensimmäisen päivän aikana (Viikot 1-8)

Liite 2: Fyysisen aktiivisuuden intensiteetit (MET) yleissotilaalliseen koulutukseen, huoltokoulutukseen, järjestelyihin, liikuntakoulutukseen, ase- ja ampumakoulutukseen, taistelukoulutukseen ja yleisin toimintoihin kuuluvissa aktiviteettilajeissa.

LIITE 1

Viikko 1

PALVELUSPÄIVÄ 1	PALVELUSPÄIVÄ 2	PALVELUSPÄIVÄ 3	PALVELUSPÄIVÄ 4	PALVELUSPÄIVÄ 5	PALVELUSPÄIVÄ 6
05.45 Aamumittaukset 06.00-06.15 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> ohjatut aamutoimet 06.45 <i>Järjestelyt</i> Lääkärintarkastus 12.15-14.45 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> Oppitunti 15.00-16.15 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> Oppitunti 18.00-18.40 yleissotilaallinen koulutus sotilaskotitoiminnan esittely 19.00-20.00 yleissotilaallinen koulutus Tulojuhla 20.15-21.00 vapaa-aika	05.45 Aamumittaukset 06.00-06.15 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> ohjatut aamutoimet 07.45-08.45 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> sulkeiset jalan 09.00-11.00 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> Oppitunti 12.15-14.00 <i>Järjestelyt</i> tvål-materiaalin ja suksien kuittaus 14.15-15.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> Oppitunti 15.45-16.30 Siivousoppitunti 18.00-20.30 <i>Liikuntakoulutus</i> Uimataitotesti 20.15-21.00 vapaa-aika	05.45 aamumittaukset 06.00-06.15 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> ohjatut aamutoimet 07.45-08.45 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> sulkeiset jalan 09.15-11.00 rokotukset 12.15-16.30 <i>liikuntakoulutus</i> <i>yleissotilaallinen koulutus</i> rastikoulutus tervehtiminen toimistokäyttäytyminen 18.00-21.00 vapaa-aika	05.45 Aamumittaukset 06.00-06.15 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> ohjatut aamutoimet 07.45-09.45 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> Oppitunti 10.00-11.00 12.15-13.30 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> Rastikoulutus 14.00-15.15 <i>Järjestelyt</i> V3-materiaalin nouto ja kuittaus 15.30-16.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> RK62:n käsittely 18.00-21.00 vapaa-aika	05.45 aamumittaukset 06.00-06.15 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> ohjatut aamutoimet 07.45-08.45 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> oppitunti 09.00-09.45 kirkollinen työ jumalanpalvelus 10.00-11.00 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> pelastautumisharjoitus 12.15-13.15 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> oppitunti 14.15-15.00 <i>järjestelyt</i> oppitunti 15.15-16.15 <i>liikuntakoulutus</i> kävelylenkki, hölkkälenkki lihashuolto 18.00-21.00 vapaa-aika	05.45 aamumittaukset 06.00-06.15 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> ohjatut aamutoimet 08.00-10.00 <i>järjestelyt</i> siivous 10.00-14.00 omaistenpäivän ohjelma 14.15 vahvuuslaskenta 17.00-21.00 vapaa-aika

Aamupala: 06.28; Lounas: 11.08; Päivällinen: 16.40; Vahvuuslaskenta: 21.10-21.20; Hiljaisuus: 22.00

Viikko 2

PALVELUSPÄIVÄ 7	PALVELUSPÄIVÄ 8	PALVELUSPÄIVÄ 9	PALVELUSPÄIVÄ 10	PALVELUSPÄIVÄ 11
05.35 Aamumittaukset 05.50-06.10 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> ohjatut aamutoimet 08.00-11.00 <i>Liikuntakoulutus</i> submax- ja lihaskuntotesti 12.15-13.15 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> Oppitunti 13.30-16.30 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> ampuma-asento maaten tähtääminen ja laukaisu lipastaminen, lataaminen patruunoiden poistaminen 18.00-19.00 <i>Järjestelyt</i> Oppitunti 18.00-21.00 vapaa-aika	05.35 Aamumittaukset 05.50-06.10 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> ohjatut aamutoimet 07.45-11.00 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> ampuma-asento maaten ammunta paukkupatruunoin noptel-ammunta, asehuolto 12.15-13.00 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> sulkeiset jalan 13.15-16.30 <i>Liikuntakoulutus</i> oppitunti: suunnistus 18.00-21.00 vapaa-aika	05.35 Aamumittaukset 05.50-06.10 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> ohjatut aamutoimet 07.45-08.45 <i>Taistelukoulutus</i> Oppitunti 09.00-10.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> sulkeiset jalan 12.15-16.30 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> ampuma-asento maaten ammunta paukkupatruunoin noptel-ammunta, asehuolto 19.00-20.00 <i>Järjestelyt</i> Oppitunti 20.00-21.00 vapaa-aika 21.00-21.15 kirkollinen työ Iltahartaus	05.35 Aamumittaukset 05.50-06.10 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> ohjatut aamutoimet 08.15-10.00 <i>Järjestelyt</i> peruskoe 1 10.15-11.00 sulkeiset jalan 12.15-14.15 Kansalaiskasvatus Oppitunti 14.30-15.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> Oppitunti 15.30-16.15 <i>Liikuntakoulutus</i> Oppitunti 18.00-19.30 vapaa-aika 19.30-20.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> pyykinvaihto ja saunominen	05.35 aamumittaukset 05.50-06.10 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> ohjatut aamutoimet 08.00-11.00 <i>liikuntakoulutus</i> 12 min juoksutesti jalkapallo 12.15-13.30 valmiuskoulutus 13.45-17.30 <i>järjestelyt</i> varustarkastus ja siivous

Aamupala: 06.28; Lounas: 11.08; Päivällinen: 16.40; Vahvuuslaskenta: 21.10-21.20; Hiljaisuus: 22.00

Viikko 3

PALVELUSPÄIVÄ 12	PALVELUSPÄIVÄ 13	PALVELUSPÄIVÄ 14	PALVELUSPÄIVÄ 15	PALVELUSPÄIVÄ 16
05.50 Aamumittaukset	05.50 aamumittaukset	05.50 aamumittaukset	05.50 Aamumittaukset	05.50 aamumittaukset
06.00 Aamutoimet	06.00 Aamutoimet	06.00 aamutoimet	06.00 Aamutoimet	06.00 aamutoimet
07.30-20.30 <i>ase- ja ampumakoulutus</i>	07.45-08.00 Päivänavaus	07.45-08.30 <i>taistelukoulutus</i>	07.45-08.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i>	07.45-08.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i>
<i>Taistelukoulutus</i>	08.00-08.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i>	taisteluvarustuksen pakkaus	sulkeiset jalan	sulkeiset jalan
A-ratapäivä	Askelsiirrot	taisteluvyön sovittaminen	08.45-09.45 <i>yleissotilaallinen koulutus</i>	08.45-11.00 <i>liikuntakoulutus</i>
Rynnäkökivääriammunta	08.45-11.00 <i>Järjestelyt</i>	08.45-11.00 <i>liikuntakoulutus</i>	sulkeiset suksin	suunnistus
telamiina, kertasinko	peruskoe 2b	suunnistus	10.00-16.30 <i>taistelu- ja marssikoulutus</i>	<i>ase- ja ampumakoulutus</i>
Käsikranaatti	12.15-16.30 <i>ase- ja ampumakoulutus</i>	rynnäkökivääriammunta	Oppitunti	rynnäkökivääriammunta
	rynnäkökivääriammunta	12.15-16.30 <i>taistelukoulutus</i>	Hiihtomarssi	12.15-14.00 <i>huoltokoulutus</i>
	<i>taistelukoulutus</i>	taistelijan etenemistavat	18.00-21.00 vapaa-aika	asehuolto
	telamiina, kertasinko	aseen kantotavat		taisteluvälinemateriaalin tarkastus
	Käsikranaatti	tähystäminen, suojautuminen		14.15-17.30 <i>järjestelyt</i>
	18.00-21.00 vapaa-aika	telamiina, kertasinko		siivous ja tarkastus
		käsikranaatti		
		18.00-21.00 vapaa-aika		

Aamupala: 06.28; Lounas: 11.08; Päivällinen: 16.40; Vahvuuslaskenta: 21.10-21.20; Hiljaisuus: 22.00

Viikko 4

PALVELUSPÄIVÄ 17	PALVELUSPÄIVÄ 18	PALVELUSPÄIVÄ 19	PALVELUSPÄIVÄ 20	PALVELUSPÄIVÄ 21	PALVELUSPÄIVÄ 22
05.15 Aamutoimet 06.00 Aamupala 07.00-15.00 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> rynnäkökivääriammunta 15.30-16.30 <i>Taistelukoulutus</i> Oppitunti 18.00-21.00 vapaa-aika	05.15 Aamutoimet 06.00 Aamupala 07.45-14.00 <i>Huoltokoulutus</i> Ensiapukoulutus 07.45-13.30 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> rynnäkökivääriammunta 14.00-15.00 <i>Huoltokoulutus</i> Ensiapukoulutus 14.30-20.00 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> rynnäkökivääriammunta	05.50 aamumittaukset 06.00 aamutoimet 07.45-08.45 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> sulkeiset jalan 09.00-11.00 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> oppitunti 12.15-14.00 14.30-16.30 <i>liikuntakoulutus</i> kuntopiiri ja lihashuolto 12.15-14.00 14.30-16.30 <i>taistelukoulutus</i> taistelijan eteneminen vihollisen tulen alla 18.15-19.15 <i>huoltokoulutus</i> pyykinvaihto ja saunominen 19.15-21.00 vapaa-aika	05.50 Aamumittaukset 06.00 Aamutoimet 07.45-11.00 <i>Liikuntakoulutus</i> submax-testi 12.15-16.30 <i>Taistelukoulutus</i> kenttävarustuksen pakkaaminen tuliaseman vaatimukset käytännössä tuliaseman linnoittaminen lumen 18.00-21.00 vapaa-aika	05.15 aamumittaukset aamutoimet 06.00 aamupala 07.00-24.00 <i>taistelukoulutus</i> maastoleiri	00.00-18.00 <i>taistelukoulutus</i> maastoleiri

Aamupala: 06.28; Lounas: 11.08; Päivällinen: 16.40; Vahvuuslaskenta: 21.10-21.20; Hiljaisuus: 22.00

Viikko 5

PALVELUSPÄIVÄ 23	PALVELUSPÄIVÄ 24	PALVELUSPÄIVÄ 25	PALVELUSPÄIVÄ 26
05.50 Aamumittaukset	05.50 Aamumittaukset	05.50 aamumittaukset	05.50 Aamumittaukset
06.00 Aamutoimet	06.00 Aamutoimet	06.00 aamutoimet	06.00 Aamutoimet
07.45-08.45 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> sulkeiset jalan	07.45-08.45 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> sulkeiset jalan	07.45-09.00 <i>huoltokoulutus</i> oppitunti	07.45-09.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> sulkeiset jalan
09.00-11.00 12.15-16.30 <i>Taistelukoulutus</i> Taistelukoulutusrata	09.00-11.00 12.15-16.30 <i>Taistelukoulutus</i> Taistelukoulutusrata	08.45-10.30 kirkollinen työ oppitunti	10.00-12.20 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> sulkeiset jalan
09.00-11.00 12.15-16.30 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> Asekäsittelyrata	09.00-11.00 12.15-16.30 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> Asekäsittelyrata	12.15-15.15 lääkintäkoulutus oppitunti	10.30-11.00 <i>Järjestelyt</i> Oppitunti
18.00-19.00 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> valalaulun harjoittelu	18.00-21.00 vapaa-aika	15.30-16.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> sulkeiset jalan	12.15-13.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> Oppitunti
19.00-21.00 vapaa-aika		18.00-21.00 vapaa-aika	14.00-18.00 Valaharjoittelu 18.15-19.15 <i>Huoltokoulutus</i> pyykinvaihto ja saunominen 19.15-21.00 vapaa-aika

Aamupala: 06.28; Lounas: 11.08; Päivällinen: 16.40; Vahvuuslaskenta: 21.10-21.20; Hiljaisuus: 22.00

Viikko 6

PALVELUSPÄIVÄ 27	PALVELUSPÄIVÄ 28	PALVELUSPÄIVÄ 29	PALVELUSPÄIVÄ 30	PALVELUSPÄIVÄ 31	PALVELUSPÄIVÄ 32
05.50 Aamumittaukset 06.00 Aamutoimet 07.30-13.30 <i>Liikuntakoulutus</i> CISM DAY RUN 14.00-20.30 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> rynnäkkökivääriammunta 20.30-21.00 vapaa-aika	05.50 Aamumittaukset 06.00 Aamutoimet 07.45-08.15 <i>Järjestelyt</i> Oppitunti 08.45-16.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> Johtajatehtävärata 08.45-16.30 <i>Taistelukoulutus</i> taistelijaparin hyökkäys ja puolustus 18.00-19.30 <i>Huoltokoulutus</i> Varustarkastus 19.30-21.00 vapaa-aika	05.50 aamumittaukset 06.00 aamutoimet 08.00-10.00 <i>järjestelyt</i> oppitunti 10.15-16.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> johtajatehtävärata 10.15-16.30 <i>taistelukoulutus</i> taistelijaparin hyökkäys ja puolustus 18.00-19.30 <i>huoltokoulutus</i> kenttävarustuksen, suksien ryhmä- ja joukkuekohtaisen materiaalin pakkaaminen 20.30-21.00 vapaa-aika	05.50 Aamumittaukset 06.00 Aamutoimet 06.15 p-kauden ampumaleiri	00.00-24.00 p-kauden ampumaleiri	00.00-24.00 p-kauden ampumaleiri

Aamupala: 06.28; Lounas: 11.08; Päivällinen: 16.40; Vahvuuslaskenta: 21.10-21.20; Hiljaisuus: 22.00

Viikko 7

PALVELUSPÄIVÄ 33	PALVELUSPÄIVÄ 34	PALVELUSPÄIVÄ 35	PALVELUSPÄIVÄ 36	PALVELUSPÄIVÄ 37
00.00 p-kauden ampumaleiri	05.50 Aamumittaukset 06.00 Aamutoimet 07.45-08.00 Päivänavaus 08.15-09.00 Järjestelyt Vertaisarviointi 08.00-09.15 Johtajakoulutus 09.30-11.00 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> ampumataitotestin harjoittelu 12.15-15.15 <i>Taistelukoulutus</i> soveltavat ase käsittely- ja taisteluharjoitukset kevyt kertasinko telamiinan asentaminen käsikranaatin käyttö 15.45-16.30 <i>taistelu- ja marssikoulutus</i> Oppitunti	05.50 aamumittaukset 06.00 aamutoimet 07.35-16.30 <i>taistelu- ja marssikoulutus</i> hihtomarssi	05.50 Aamumittaukset 06.00 Aamutoimet 07.00-14.00 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> Ampumataitotesti 14.30-16.30 <i>Liikuntakoulutus</i> Hiihtoharjoitus 19.30-20.30 <i>Huoltokoulutus</i> pyykinvaihto ja saunominen	05.50 aamumittaukset 06.00 aamutoimet 07.00-14.30 <i>suojelukoulutus</i> polttaisteluharjoitus 14.30-17.30 asehuolto- ja tarkastus siivous

Aamupala: 06.28; Lounas: 11.08; Päivällinen: 16.40; Vahvuuslaskenta: 21.10-21.20; Hiljaisuus: 22.00

Viikko 8

PALVELUSPÄIVÄ 38	PALVELUSPÄIVÄ 39	PALVELUSPÄIVÄ 40	PALVELUSPÄIVÄ 41
05.50 aamumittaukset	05.50 Aamumittaukset	05.50 aamumittaukset	05.50 Aamumittaukset
06.00 aamutoimet	06.00 Aamutoimet	06.00 aamutoimet	06.00 aamutoimet
08.30-16.10 <i>Järjestelyt</i> VMTK -päivä	07.45-09.00 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> sulkeiset jalan	07.45-10.00 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> oppitunti	07.45-08.30 oikeudenhoito oppitunti
18.00-21.00 vapaa-aika	09.15-11.00 <i>Liikuntakoulutus</i> Hiihtolenkki 12.00-20.00 <i>ase- ja ampumakoulutus</i> Rynnäkkökivääriammunta Ampumataitotesti Asehuolto	12.15-15.00 <i>huoltokoulutus</i> kokovarustarkastus 15.15-16.15 häviämislmoitusten teko 18.30-20.45 vapaa-aika 21.00-21.15 iltahartaus	08.45-18.00 suojeluskoulutus 19.30-20.30 <i>yleissotilaallinen koulutus</i> pyykinvaihto ja saunominen 18.00-21.00 yksikkösiirrot

Aamupala: 06.28; Lounas: 11.08; Päivällinen: 16.40; Vahvuuslaskenta: 21.10-21.20; Hiljaisuus: 22.00

LIITE 2

Yleissotilaallinen koulutus

Sykkeestä ja aktiivisuudesta määritetyt intensiteetit (MET) aktiviteettilajeissa. Tilastollisesti merkitsevä ero: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

	¹ PAEE _{syke}	SD	¹ PAEE _{akt}	SD	N	P	r
Johtajatehtävärata	3.4	1.5	1.5	0.4	8	**	0.74
Pyykinvaihto ja saunominen	3.2	1.1	2.1	0.7	34	***	0.48
Valalaulun harjoittelu	2.8	1.0	1.0	0.5	28	***	
Ohjatut aamutoimet	2.7	0.6	2.0	0.2	34	***	
Sulkeisest jalan	2.6	0.7	1.6	0.2	34	***	
RK62 käsittely	2.4	0.7	1.7	0.3	25	***	
Tulojuhla	2.4	1.2	1.2	0.3	22	***	0.50
Sulkeiset suksin	2.1	0.7	1.3	0.2	25	***	
Sotilaskotitoiminnan esittely	1.9	1.3	0.6	0.4	18	***	
Pelastautumisharjoitus	1.9	2.1	1.0	0.6	24	*	0.50
Oppitunti	1.9	0.6	1.1	0.3	34	***	
Valaharjoittelu ja vala	1.8	0.8	1.3	0.3	30	**	

¹perusaineenvaihdunta (BMR=1MET) vähennetty intensiteettiarvosta

Huoltokoulutus

Sykkeestä ja aktiivisuudesta määritetyt intensiteetit (MET) aktiviteettilajeissa. Tilastollisesti merkitsevä ero: **p<0.01, ***p<0.001.

	¹ PAEE _{syke}	SD	¹ PAEE _{akt}	SD	N	p	r
Varustusten pakkaaminen	3.3	0.8	1.8	0.3	13	***	
Varustarkastus ja siivous	3.1	1.1	1.5	0.3	20	***	
Ensiapukoulutus	2.9	0.8	1.9	0.5	32	***	0.60
Asehuolto ja taistelun materiaalin tarkastus	2.9	0.6	1.5	0.2	17	***	
Kokovarustarkastus	2.8	1.1	1.2	0.3	15	***	
Oppitunti	1.6	1.1	0.9	0.5	24	**	0.56

¹perusaineenvaihdunta (BMR=1MET) vähennetty intensiteettiä arvosta

Järjestelyt

Sykkeestä ja aktiivisuudesta määritetyt intensiteetit (MET) aktiviteettilajeissa. Tilastollisesti merkitsevä ero: **p<0.01, ***p<0.001.

	¹ PAEE _{syke}	SD	¹ PAEE _{akt}	SD	N	p	r
VMTK-teemapäivä	3.5	1.7	1.8	0.4	21	***	0.70
Varustarkastus ja siivous	3.0	0.9	1.7	0.3	33	***	
V3-materiaalin nouto ja kuittaus	2.9	1.1	2.0	0.3	27	***	
Oppitunti	2.6	0.9	1.7	0.5	34	***	
Tvål-materiaalin ja suksien kuittaus	2.2	1.0	1.2	0.5	28	***	0.71
Lääkärintarkastus	1.9	0.7	1.2	0.3	25	***	
Peruskokeet 1 ja 2	1.4	1.0	1.0	0.5	32	**	0.76

¹perusaineenvaihdunta (BMR=1MET) vähennetty intensiteettiä arvosta

Liikuntakoulutus

Sykkeestä ja aktiivisuudesta määritetyt intensiteetit (MET) aktiviteettilajeissa. Tilastollisesti merkitsevä ero: **p<0.01, ***p<0.001.

	¹ PAEE _{syke}	SD	¹ PAEE _{akt}	SD	N	p	r
CISM DAY RUN	4.6	1.9	2.0	0.4	25	***	0.66
Kuntopiiri ja lihashuolto	4.1	1.1	2.2	0.2	23	***	
Hiihtoharjoitus	3.5	2.0	2.0	0.8	27	***	0.71
Lenkki ja lihashuolto	3.2	1.2	1.5	0.3	25	***	0.41
Uimataitotesti	3.1	1.5	1.7	0.4	11	**	0.68
Marssitesti	2.7	1.4	2.0	0.9	34	**	0.63
Cooperin testi ja jalkapallo	2.6	1.4	2.2	1.2	32	**	0.88
² Rastikoulutus	2.5	1.0	1.3	0.2	27	***	
Suunnistus	2.4	1.4	1.7	0.7	27	***	0.82
Oppitunti	1.7	0.9	1.4	0.4	32		

¹perusaineenvaihdunta (BMR=1MET) vähennetty intensiteettiä arvosta

²lihashuolto, rentoutuminen, tervehtiminen, toimistokäyttäytyminen

Ase- ja ampumakoulutus

Sykkeestä ja aktiivisuudesta määritetyt intensiteetit (MET) aktiviteettilajeissa. Tilastollisesti merkitsevä ero: * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$.

	¹ PAEE _{syke}	SD	¹ PAEE _{akt}	SD	N	p	r
P-kauden ampumaleiri	3.1	0.8	1.5	0.2	27	***	0.45
² Ampumaharjoitus	3.1	0.9	1.8	0.2	34	***	
Asekäsittelyrata	3.1	1.2	1.8	0.3	28	***	
Ampumataitotesti ja Harjoittelu	2.7	1.1	1.7	0.3	31	***	
Rynnäkökivääriammunta	2.6	1.0	2.2	0.7	19	*	0.47
³ Ampumaharjoitus	2.5	1.0	1.3	0.2	27	***	
Oppitunti	2.3	1.0	1.3	0.8	28	***	0.72
⁴ Ampumaharjoitus	2.3	1.0	1.2	0.5	27	***	
⁵ Ampumaharjoitus	1.8	0.6	1.2	0.2	33	***	

¹perusaineenvaihdunta (BMR=1MET) vähennetty intensiteettiarvosta

²ampumaradan valmistelut, toiminta ampumaradalla, rynnäkökivääriammunta, asehuolto

³ampuma-asento maaten, tähtääminen ja laukaisu, lipastaminen, lataaminen ja patruunoiden poistaminen

⁴rastikoulutus; asehuolto, lipastaminen, lataaminen, varmistaminen, kolmiotähtäys

⁵ampuma-asento maaten, ammunta paukkupatruunoin, noptel-ammunta, asehuolto

Taistelukoulutus

Sykkeestä ja aktiivisuudesta määritetyt intensiteetit (MET) aktiviteettilajeissa. Tilastollisesti merkitsevä ero: ***p<0.001.

	¹ PAEE _{syke}	SD	¹ PAEE _{akt}	SD	N	p	r
Eteneminen vihollisen tulen alla	5.2	1.1	1.8	0.3	21	***	0.49
Taistelijaparin hyökkäys ja puolustus	3.7	1.3	1.8	0.3	16	***	
Hiihtomarssi	3.7	1.2	2.0	0.5	32	***	0.60
² Taistelukoulutus	3.5	0.9	1.7	0.2	25	***	
³ Taistelukoulutus	3.5	2.3	1.8	0.8	29	***	0.83
Toiminta valmiutta Kohotettaessa	3.4	1.3	2.2	1.3	31	***	0.70
Polttotaisteluharjoitus	3.4	1.2	1.8	0.4	21	***	
Maastoleiri	3.3	1.0	1.7	0.2	33	***	0.39
⁴ Taistelukoulutus	3.1	1.0	1.8	0.3	20	***	
⁵ Ampumaratapäivä	3.1	0.8	1.8	0.2	31	***	
⁶ Taistelukoulutus	2.7	1.4	1.7	0.6	26	***	0.60
Taistelukoulutusrata	2.6	1.4	1.4	0.4	27	***	0.58
⁷ Taistelukoulutus	2.6	0.8	1.6	0.7	28	***	
⁸ Oppitunti	2.2	1.8	1.1	0.9	32	***	0.87
⁹ Oppitunti	1.9	1.0	1.2	0.3	31	***	0.47

¹perusaineenvaihdunta (BMR=1MET) vähennetty intensiteettiä arvosta

²taistelijan etenemistavat, aseiden kantotavat ja tähyttäminen, suojauminen, telamiina, kertasinko, käsikranaatti

³soveltavat asekäsitteily- ja taisteluharjoitukset; kevyt kertasinko, telamiinan asentaminen, käsikranaatin käyttö

⁴kenttävarustuksen pakkaaminen, tuliaseman vaatimukset käytännössä, tuliaseman linnoittaminen lumeen

⁵rynnäkkökivääriammunta, telamiina, kertasinko, käsikranaatti

⁶rynnäkkökivääriammunta, telamiinan asentaminen, kertasinko, käsikranaatti

⁷taisteluvälineiden pakkaaminen ja taisteluvälineiden sovittaminen

⁸taistelukoulutus

⁹ase- ja taistelukoulutus

Yleiset toiminnot

Sykkeestä ja aktiivisuudesta määritetyt intensiteetit (MET) aktiviteettilajeissa. Tilastollisesti merkitsevä ero: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

	¹ PAEE _{syke}	SD	¹ PAEE _{akt}	SD	N	p	r
Maksimitesti	4.8	2.2	3.7	1.8	33	***	0.76
Aamumittaukset	3.2	0.8	1.2	0.3	34	***	
Siirtymiset	3.0	0.6	2.1	0.1	34	***	
Ruokailu	2.8	0.7	2.3	0.1	34	***	
Päivänavaus	2.7	1.2	1.3	0.9	29	***	0.54
Odottelu	2.6	0.6	1.6	0.2	34	***	
Vapaa-aika	2.4	0.7	1.5	0.2	34	***	0.41
Iltatoimet	2.2	1.2	1.1	0.1	30	***	
Omaistenpäivän ohjelma	1.9	0.6	1.7	0.2	30	***	
² Oppitunti	1.9	1.2	1.2	0.8	34		0.83
Rokotukset	1.5	0.8	1.3	0.5	23	***	0.56
Voimatestit	1.4	0.7	0.9	0.6	33		0.60
Vahvuuslaskenta	0.9	0.9	1.0	0.6	24	***	

¹perusaineenvaihdunta (BMR=1MET) vähennetty intensiteettiärvosta

²Siivousoppitunti, kirkollinen toiminta, kansalaiskasvatus, lääkintäkoulutus, oikeudenhoito

