

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**MAKSIMIVOIMAHARJOITTELUN VAIKUTUKSET MAKSIMIVOIMAAN JA
MAKSIMAALISEEN VOIMANTUOTTOON VARUSMIEHILLÄ**

Pro gradu -tutkielma

Yliluutnantti
Mikko Rastas

Sotatieteiden maisterikurssi 10
Ilmasotalinja

Maaliskuu 2022

Kurssi Sotatieteiden maisterikurssi 10	Linja Ilmasotalinja
Tekijä Yliluutnantti Mikko Rastas	
Opinnäytetyön nimi MAKSIMIVOIMAHARJOITTELUN VAIKUTUKSET MAKSIMIVOIMAAN JA MAKSIMAALISEEN VOIMANTUOTTOON VARUSMIEHILLÄ	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotilaspedagogiikka	Säilytyspaikka Maanpuolustuskorkeakoulun kirjasto
Aika Maaliskuu 2022	Tekstisivuja 83 Liitesivuja 12
TIIVISTELMÄ	
<p>Taistelukenttä ja sotilasympäristö ovat muuttuneet viime vuosikymmeninä paljon, muun muassa teknologian kehityksen johdosta. Yksittäisen taistelijan fyysisen toimintakyvyn vaatimukset ovat nousseet varustuksen lisääntyneen painon takia. Tästä johtuen fyysisen toimintakyvyn harjoittelu on tärkeässä roolissa valmistautuessa taistelukentän muuttuneisiin haasteisiin. Näihin voidaan valmistautua painottamalla voimaominaisuuksien ja anaerobisen kestävyuden harjoittelua.</p> <p>Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella maksimivoimaharjoittelua ja sen vaikutuksia maksimivoimaominaisuuksiin, maksimaaliseen voimantuottoon, anaerobiseen suorituskykyyn ja voimatasojen säilymiseen varusmiehillä 12 viikon ajanjaksolla. Tutkimukseen osallistuivat Satakunnan lennoston suojusjoukkueen vapaaehtoiset varusmiehet (n = 40). Varusmiehet jaettiin maksimivoimaharjoittelua (lineaarinen jakso) tehneeseen koeryhmään (n = 21, ikä 20 ± 1 vuotta, pituus 178 ± 4 cm, paino 70 ± 8 kg) ja monipuolisesti eri fyysisen toimintakyvyn harjoitteita tehneeseen kontrolliryhmään (n = 19, 20 ± 1 vuotta, 183 ± 4 cm, 77 ± 8 kg). Varsinainen harjoittelu koostui <i>harjoitusjaksosta 1, ylläpitojaksosta ja harjoitusjaksosta 2</i> (3 + 4 + 3 viikkoa). Fyysisten ominaisuuksien muutoksia mitattiin ennen harjoitusjaksoa 1 (PRE), sen päätteeksi (MID1), ylläpitojakson päätteeksi (MID2) sekä harjoitusjakson 2 päätyttyä (POST). Niissä mitattiin <i>kehon koostumus, vauhditon pituushyppy, kuntopallon työntö, ala- ja ylävartalon isometrinen voima, 3 RM maastaveto hex-tangolla, 3 RM penkkipunnerrus sekä evakuointirata</i>.</p> <p>Koeryhmä paransi suorituksiaan merkitsevästi kuntopallon työnnössä (PRE-MID1 6,4 ± 6,3 %, p < 0,05; PRE-POST 9,1 ± 7,1 %, p < 0,01), ylävartalon isometrisessä voimassa (PRE-MID1 6,3 ± 5,6 %, p < 0,01), maastavedossa (PRE-MID 10,3 ± 6,9 %, p < 0,00; PRE-POST 14,9 ± 9,2 %, p < 0,01), penkkipunnerruksessa (PRE-MID1 11,8 ± 6,2 %, p < 0,00; PRE-POST 14,7 ± 11,0 %, p < 0,01) ja evakuointiradassa (PRE-MID1 -17,4 ± 12,9 %, p < 0,01). Koeryhmällä havaittiin merkitsevä yhteys rasvattoman massan (MID2 -0,80, p < 0,01), lihasmassan MID2 -0,80, p < 0,01), maastavedon (MID2 -0,66, p < 0,05), penkkipunnerruksen (PRE -0,71, p < 0,05; MID2 -0,86, p < 0,01; POST -0,69, p < 0,05), alavartalon isometrisen voiman (PRE -0,64, p < 0,05; POST -0,72, p < 0,05) ja ylävartalon isometrisen voiman (PRE -0,61, p < 0,05; POST -0,62, p < 0,05) suhteessa evakuointirataan.</p> <p>Koeryhmä kykeni kasvattamaan voimaominaisuuksiaan kahdessa lyhyessä harjoitusjaksossa. Alhaisella lähtötasolla oli myös merkitystä voimatasojen nopeaan kasvuun. Voimatasojen ylläpitoon riitti fyysisesti aktiivinen sotilaskoulutus ja yksi voimaharjoittelukerta korkealla intensiteetillä 4 viikon ajanjaksolla. Sotilaskoulutuksesta johtuva kokonaiskuormitus esti kehityksen alavartalon maksimaalisessa voimantuotossa, ylävartalon voimantuottoon ja voimaan sillä ei havaittu olevan vaikutusta. Maksimivoimaominaisuudet, korkeampi rasvaton massa ja lihasmassa edesauttoivat anaerobisen suorituskyvyn testissä.</p> <p>Maksimivoiman harjoittelu on oltava yhtenä tärkeänä osa-alueena varusmiesten fyysisen toimintakyvyn koulutuksessa. Tiiviin varusmieskoulutuksen ja pitkien sotilaallisten harjoitusten ohessa riittää yksittäiset voimaharjoituskerrat, joissa harjoitteiden intensiteetti on korkea. Varusmiespalvelus saattaa asettaa maksimivoimaharjoittelulle haasteita, mutta harjoittelun laatua voidaan parantaa yksityiskohtaisella suunnittelulla ja toteutuksella, joka sisältää nousujohteisen kuormituksen, säännöllisesti tehtävät spesifit harjoitukset sekä kokonaisvaltaisen palautumisen.</p>	
AVAINSANAT	
varusmies, toimintakyky, voimaharjoittelu, maksimivoima, voimantuotto, fyysinen harjoittelu	

SISÄLLYS

1.	JOHDANTO	1
2.	FYSIOLOGISET PERUSTEET	5
2.1.	Hermolihasjärjestelmä	5
2.2.	Energia-aineenvaihdunta	6
3.	VOIMA JA VOIMAHARJOITTELU	8
3.1.	Voimaharjoittelun vaikutukset hermolihasjärjestelmään	8
3.2.	Voiman lajit	10
3.3.	Maksimivoimaharjoittelu	12
3.4.	Voimaharjoitteluohjelma ja ohjelmointi	12
3.4.1.	Perusteet ja suunnittelu	12
3.4.2.	Ohjelmointi	16
3.4.3.	Jaksotus	17
3.4.4.	Jaksotuksen eri mallit	18
4.	SOTILAAN FYYSISET VAATIMUKSET	22
4.1.	Varusmiesten fyysinen toimintakyky	22
4.2.	Taisteluväriustus	23
4.3.	Kuormittuminen taistelukentällä	24
4.4.	Lihaskohtainen ja anaerobinen suorituskyky	26
4.5.	Sotilaan voimaharjoittelu	27
5.	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITE	31
6.	TUTKIMUSMENETELMÄT	32
6.1.	Tutkimusasetelma	32
6.2.	Koehenkilöt	34
6.3.	Mittaukset	36
6.4.	Koeryhmän voimaharjoitteluohjelma	42
6.5.	Kontrolliryhmän fyysisen toimintakyvyn harjoittelu	44
6.6.	Tilastolliset menetelmät	46
7.	TUTKIMUSTULOKSET	47
7.1.	Aikaisemmat liikuntatottumukset	47
7.2.	Koe- ja kontrolliryhmän harjoittelu	47
7.3.	Kehon koostumus	48
7.4.	Maksimaalinen voimantuotto	51
7.5.	Maksimaalinen isometrinen voima	54
7.6.	Maksimivoima	57
7.7.	Anaerobinen suorituskyky	60
7.8.	Kuorma, volyyymi, RPE ja uni	62
7.9.	Muuttujien väliset yhteydet	64
7.10.	Muutosten väliset yhteydet	68

8.	POHDINTA.....	71
8.1.	Lisätyn fyysisen ja maksimivoimaharjoittelun vaikutukset	71
8.2.	Tutkimukseen vaikuttaneet tekijät	79
9.	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	81
10.	TOIMENPIDESUOSITUKSET JA JATKOTUTKIMUSTARPEET	82
	LÄHTEET.....	84
	LIITTEET	90

MAKSIMIVOIMAHARJOITTELUN VAIKUTUKSET MAKSIMIVOIMAAN JA MAKSIMAALISEEN VOIMANTUOTTOON VARUSMIEHILLÄ

1. JOHDANTO

Taistelukenttä on teknologian ja sen kehittymisen myötä muuttunut vaativammaksi kuin aikaisemmin. Sotilaat ja sotilasjohtajat ovat haastavassa toimintaympäristössä ja kuormitustekijöinä ovat erilaiset fyysiset, henkiset, sosiaaliset ja eettiset tapahtumat. Kaikkiin tekijöihin ei ole mahdollista vaikuttaa, mutta helpoimmin sotilaan kuormittavuuden kokonaistaakkaa voidaan vähentää kehittämällä fyysistä toimintakykyä. (Kyröläinen ym., 2021.)

Aseet, asejärjestelmät, taisteluvälineet ja muu kannettava kuorma ovat teknologian kehityksen myötä muuttuneet kokonaisuudeltaan painavammiksi yksittäisen sotilaan näkökulmasta. Tämä tarkoittaa myös erilaisten ominaisuuksien kuormittumista fyysisen toimintakyvyn näkökulmasta. Nykyajan sotilas ei suoriudu tehtävistään pelkällä hyvällä aerobisella kestävyyskunnolla tai sen harjoittelulla. Tarvitaan myös muiden fyysisten ominaisuuksien harjoittelua. (Kyröläinen ym., 2021; Mala ym., 2015.)

Sotilaiden kyky suorittaa raskaita ja yhtäjaksoisia taistelutehtäviä paranee, kun fyysistä toimintakykyä kehitetään monipuolisesti voima- ja kestävyysharjoittelulla. Hyvällä fyysisellä toimintakyvyllä on myös suuri merkitys tuki- ja liikuntaelinvammojen ennaltaehkäisyssä. Tämä on välttämätöntä, jotta varusmiespalvelus koulutuksineen sekä sotilaallisine harjoituksineen voidaan suorittaa tehokkaasti ja turvallisesti. (Kyröläinen ym., 2021; Ojanen, 2022.)

Taistelukentän fyysiset vaatimukset ovat kasvaneet vaativammiksi ja tästä johtuen maksimaalinen voima ja voimantuotto ovat korostuneet ja niistä on tullut elintärkeitä ominaisuuksia. Voimaharjoittelu ei luonnollisesti yksinään riitä, vaan fyysistä kuntoa pitää harjoittaa sen kaikilla eri osa-alueilla. Hyvä fyysinen kunto ja harjoittelu, joka sisältää muun muassa lihasvoiman, voimantuoton sekä kestävyuden eri osa-alueet, auttavat sotilaita ylläpitämään toimintakykynsä. (Kyröläinen ym., 2018; Santtila ym., 2012.)

Sotilaan suorittamat raskaat taakan kannot, haavoittuneen evakuoinnit, erilaiset materiaalin nostot ja siirrot sekä partiointi vaihtelevassa maastossa ovat fyysisesti rasittavia suorituksia. Niihin voidaan valmistautua harjoittelemalla monipuolisesti fyysisen toimintakyvyn eri ominaisuuksia. Voiman ja voiman tuoton harjoittaminen ovat nousseet sotilaan harjoitteluohjelmassa ja koulutuksessa erittäin tärkeiksi. Sotilaat ja varusmiehet suoriutuvat paremmin raskeista taakankannoista ja nopeista anaerobisista suorituksista lisätyn voimaharjoittelun ansiosta. (Kyröläinen ym., 2018; Mala ym., 2015; Santtila ym., 2012.)

Muutokset lasten ja nuorten liikuntatottumuksissa ja aktiivisuudessa ovat muuttuneet viime vuosikymmeninä passiivisempaan suuntaan. Lisäksi nykynuoriso on jakaantunut liikuntatottumuksiltaan polaaraisesti kahteen ääripäähän. On paljon passiivisia nuoria, jotka karttavat liikuntaa. Toisessa ääripäässä on myös runsaasti paljon liikkuvia nuoria. Tämä aiheuttaa haasteita varusmiesten fyysisen toimintakyvyn harjoittamiselle ja ylläpidolle Puolustusvoimissa. (Kyröläinen ym., 2021, s. 11–33.)

Nämä muutokset eivät palvele Puolustusvoimien tehtäviä taikka suorituskykyä. Puolustusvoimien kaikki toiminta ja koulutus tähtäävät poikkeusolojen kokoonpanojen toimintaan, jolloin kaikki potentiaali mitataan. Valitettavasti nämä edellä mainitut haasteet eivät mahdollista poikkeusolojen suorituskykyisintä kokoonpanoa. (Päeesikunta, 2021, s. 5.)

Vaikka lähtökohdat ovat fyysisen toimintakyvyn näkökulmasta Puolustusvoimille haastavat, panostetaan silti varusmieskoulutukseen sekä fyysisen toimintakyvyn harjoittelun laatuun. Fyysisen koulutuksen ansiosta varusmiehille mahdollistetaan osallistuminen vaativiin taistelukoulutuksiin ja sotilaallisiin harjoituksiin toimintakykyisinä. Toinen tärkeä näkökanta on varusmiesten oman fyysisen toimintakyvyn kehittyminen, joka suunnitellaan ja tehdään progressiivisesti. Fyysisen koulutuksen ja toimintakyvyn kehittämisen ohella varusmiehet saavat tietoa liikunnallisen ja aktiivisen elämäntavan jatkamiseen aikanaan myös reservissä. (Kyröläinen ym., 2021, s. 12–25.)

Fyysistä toimintakykyä ja sen eri osa-alueita voidaan harjoittaa lukemattomilla tavoilla. Kuitenkin nykyajan taistelukenttä vaatii yksittäiseltä sotilaalta monipuolisesti erilaisia fyysisen toimintakyvyn ominaisuuksia. Nykyään sotilastyötehtäviltä vaaditaan huomattavasti enemmän voimaominaisuuksia sekä anaerobista kestävyyttä kuin ennen. (Kyröläinen ym., 2021; Mala ym., 2015.) Taistelijan fyysinen toimintakyky 2020 –tieteellisessä katsauksessa mainitaan muun muassa voimaharjoittelun parantavan sotilaan fyysistä toimintakykyä ja kykyä suoriutua sotilastyötehtävistä. Useat tutkimukset sekä ulkomailla että kotimaassa tukevat tätä

väitettä. (Kyröläinen ym., 2021; Ojanen 2022; Heilbronn ym., 2019; Vantarakis ym., 2017; Mala ym., 2015; Santtila ym., 2012.)

Sotilaille ja varusmiehille on suunniteltava sopiva fyysinen harjoitteluohjelma, joka huomioi myös sotilaskoulutuksesta tulevan muun kuormituksen. Lisäksi ohjelman tulisi sisältää sekä voima- että kestävyysharjoittelua monipuolisesti. Voimaharjoittelun tulisi sisältää lihasvoiman, tehon sekä lihaskestävyyden eri harjoitteita. Kestävyysharjoittelussa on huomioitava sotilaskoulutuksesta tuleva matalatehoinen kestävyysharjoittelu, jolloin itse kestävyysharjoittelussa voitaisiin keskittyä intensiivisiin ja tehokkaisiin anaerobisiin sekä aerobisiin harjoitteisiin. Kaikki nämä edellä mainitut seikat ovat välttämättömiä yksittäisen sotilaan fyysisen toimintakyvyn sekä joukon suorituskyvyn kannalta. (Heilbronn ym., 2019; Ojanen, 2022.)

Harjoitusohjelmat, jotka sisältävät maksimivoiman ja maksimaalisen voiman tuoton harjoittelua ovat tärkeitä sotilaan fyysisen toimintakyvyn optimioinnissa (Kraemer & Szivak, 2012). Maksimivoimaharjoittelu on intensiteetiltään ja kuormiltaan pääosin erittäin raskasta, se saattaa asettaa haasteita harjoitteluohjelman luomiseen, kokonaiskuormituksen kasvamiseen tai yksilön kehitykseen. On kuitenkin pidettävä mielessä tavoiteltava loppuasetelma, jossa sotilaan on yksinkertaisesti oltava riittävän vahva taistelukentän vaatimiin olosuhteisiin. (Orr ym., 2021.)

Liiallinen voimaharjoittelu ei ole kuitenkaan ratkaisu ongelmaan. Tutkimukset ja kirjallisuus todistavat, että liiallinen tai yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu voivat estää optimaalisten harjoitusvaikutusten saamista voimaominaisuuksissa. (Kokko, 2014; Sporis ym., 2014.; Vaara ym., 2015; Kyröläinen ym., 2021; Ojanen, 2022.) Sotilaille suunnitelluissa harjoitusohjelmissä pitää olla tavoitteena fyysisten ominaisuuksien kehittäminen riittävän hyvälle tasolle. Suunnittelussa tulee huomioida riittävä aika palautumiselle, ettei ylikuormitustiloja synny. Tämä on haastavaa, sillä sotilasympäristössä palautumisajat saattavat olla lyhyitä tai kokonaan keskeytyä. (Kyröläinen ym., 2021; Ojanen, 2022.)

Sotilaille ja varusmiehille tehtyjen harjoitteluohjelmien tulee olla siis huolellisesti suunniteltuja ja systemaattisesti jaksotettuja. Fyysisen harjoittelun tulee olla monipuolista sisältäen annettavan taistelukoulutuksen lisäksi voima- ja kestävyysharjoittelua. Ohjattu ja jaksotettu harjoitteluohjelma lisää taistelijan fyysistä toimintakykyä, jotta suorituskyvystä saada mahdollisimman paljon irti ilman, että syntyy yllirasitustiloja. Yllirasitustiloja tai ylikuntoa on pyrittävä välttämään oikeanlaisella palautumisella, jossa huomioidaan sotilaskoulutus, fyysinen harjoittelu sekä muut toimintakyvyn osa-alueet. Yllirasitustilat johtavat hyvin herkästi loukkaantumisi-

siin, jolloin joukon suorituskyky ei ole paras mahdollinen. (Ojanen, 2022; Santtila ym., 2012; Sporis ym., 2014.)

2. FYSIOLOGISET PERUSTEET

2.1. Hermolihasjärjestelmä

Hermosto voidaan jakaa anatomisesti keskus- ja ääreishermostoon. Aivot ja selkäydin kuuluvat keskushermostoon, aivohermot ja selkäydinhermot kuuluvat ääreishermostoon. Hermosto voidaan jakaa myös toiminnallisesti somaattiseen ja autonomiseen hermostoon. Esimerkiksi ihmisen liike tulee somaattisen hermoston kautta. Sisäelinten toiminta, verenkierto tai rauhas-ten erity tapahtuu puolestaan autonomisen hermoston toimesta. Autonominen hermosto jaetaan edelleen sympaattiseen ja parasympaattiseen osaan. (Coburn ym., 2019, s. 52.)

Hermosolut, jotka vievät viestejä ääreishermostosta keskushermostoon ovat tuntohermoja. Keskushermostosta ääreishermostoon viestejä vievät hermosolut ovat puolestaan liikehermoja. (Coburn ym., 2019, s. 52.)

Lihassolun toiminnallinen yksikkö on sarkomeeri, keskimäärin niitä on yhdessä lihasolussa noin 4500 kappaletta. Proteiinit, jotka supistuvat sarkomeerissä ovat nimeltään aktiineja ja myosiineja. Lihassupistuminen perustuu aktiini- ja myosiinifilamenttien liukumiseen toisiinsa nähden. Tätä kutsutaan filamenttien liukumisteoriaksi. (McArdle ym., 2015, s. 356; Mero ym., 2004, s. 51–53.)

Luurankolihakset ovat yksi kolmesta eri lihastyypistä. Luurankolihakasia on yli 600 kappaletta ihmiskehossa ja ne toimivat tahdonalaisesti tuottaen voimaa ja liikettä. Kaikki nämä lihakset ovat erilaisten sidekudoskerrosten peitossa kiinnittyen jänteiden kanssa luihin. (Mero ym., 2004, s. 51–53.)

Lihaksen supistus tarkoittaa lihaksen lyhentymistä. Lihas kuitenkin kykenee tuottamaan voimaa lyhentyessä, pidentyessä tai pitäessään tietyn pituuden. Täten parempi ilmaus lihaksen toiminnalle on lihastyötapa tai -supistustapa. Konsentrisen, eksentrisen sekä näiden yhdistelmä, dynaaminen, isometrinen ja isokineettinen ovat erilaisia lihastyötapoja. (Coburn ym., 2019, s. 63.)

Konsentrisessa lihastyötavassa lihaksen pituus lyhenee. Tämä ilmenee esimerkiksi kaksipäisen hauislihaksen kohdalla hauiskäännössä, kun paino nostetaan ala-asennosta yläasentoon. Samassa harjoitteluliikkeessä yläasennosta ala-asentoon tapahtuvassa liikkeessä lihastyötapa-

na on eksentrisen, tällöin lihaksen pituus pitenee. Jos paino jätetään paikalleen käsi- ja kyynärvarren kulman ollessa 90 astetta, lihastyötapa on isometrinen ja voima tuotetaan näin lihaksen pituuden pysyessä samana. (Coburn ym., 2019, s. 63–65.)

Dynaamisessa lihastyötavassa kuorma pysyy samana, mutta liike ja voima tuotetaan nivelkulmien muuttuessa. Tämänlainen lihastyötapa on usein kyseessä, kun harjoitellaan niin sanotusti vapailla painoilla, esimerkiksi jalkakyykyssä. Isokineettinen lihastyötapa on dynaaminen ja tapahtuu samalla vakioidulla nopeudella. Tyypillisesti nämä liikkeet suoritetaan laitteissa tai dynamometreissä, joka antavat jatkuvan vastuksen liikkeelle tai vastaliikkeelle. (Coburn ym., 2019, s. 63–64.)

2.2. Energia-aineenvaihdunta

Ihmisen keho ja elimistö tuottavat energiaa kolmen eri järjestelmän kautta. Ne ovat välittömät, lyhytaikaiset sekä pitkäaikaiset energianlähteet. Nämä toimivat eri tavalla, vaikkakin ovat ihmisen elimistön toiminnassa yhteyksissä toisiinsa. Esimerkiksi fyysisen harjoituksen intensiteetti, kesto ja muoto vaikuttavat siihen, mitä energian tuottotapaa elimistö käyttää. Harjoituksen jatkuessa pidempään energiantuottotapa muuttuu edellisestä seuraavaan. Käytännössä elimistö siis käyttää kaikkia energiantuottotapoja, mutta niiden osuus muuttuu eri tekijöiden vaikutuksesta. (Chandler ym. 2019, s. 3–9.)

Välittömät energianlähteet ovat lihasten adenosinitrifosfaatti (ATP) sekä kreatiinifosfaatti (PCr). ATP on ensisijainen energianlähde ihmisen elimistössä ja sitä käytetään suoraan energiaksi. Käytön seurauksena ATP hajoaa kahteen osaan, adenosinidifosfaatiksi ja vetyioniksi. Elimistö muodostaa uudelleen ATP:ta joko kreatiinikinaasin tai adenylaattikinaasin avulla. Tämä energiantuottomuoto on käytössä lyhyissä, nopeissa ja maksimaalissa suorituksissa sekä toimii energianlähteenä kaikkien harjoittelumuotojen aloituksissa. Elimistö kykenee tuottamaan ATP:ta vain hetkellisesti, noin 10 ensimmäisen sekunnin ajan sekä vain rajatun määrän. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että voimaharjoittelussa tulee huolehtia riittävästä sarjapalautuksesta, jotta ATP:ta on jälleen riittävä määrä käytettäväksi seuraavassa sarjassa. (Chandler ym., 2019, s. 7–11.)

Lyhytaikaiset eli glykolyttiset energianlähteet tuottavat ATP:ta anaerobisesti eli ilman happea. Energia tuotetaan ainoastaan hiilihydraateista, ei lainkaan proteiineista tai rasvoista. Hii-

lihydraatit otetaan käyttöön joko veren glukoosista taikka lihasten ja maksan glykokeenista. Tätä koko monivaiheista prosessia, jossa elimistöön varastoitunut glykokeeni muutetaan energiaksi, kutsutaan glykolyysiksi. Tässä vapautuu ATP:ta ja lopputuotteena syntyy palorypälehappoa. (Chandler ym., 2019, s. 7–12; McArdle ym., 2015, s. 162–164.)

Energiantuottotavan ollessa anaerobinen palorypälehappo hajoaa laktaatiksi sekä vetyioniksi. Elimistö kuljettaa laktaatin maksaan, jossa se muutetaan palorypälehapoksi ja edelleen glukoosiksi sekä glykokeeniksi. Jäljelle jäänyt vetyioni laskee elimistön pH-tasoa, joka vaikuttaa heikentävästi suorituksiin. Lyhytaikaisten energialähteiden osuus kovissa suorituksissa on korkea, noin 60 sekunnin suorituksesta aina 180 sekuntiin saakka. (Chandler ym., 2019, s. 7–12; McArdle ym., 2015, s. 162–164.)

Pitkäaikaiset energianlähteet tuottavat ATP:ta aerobisesti eli hapen avulla. Energia tuotetaan pääasiallisesti hiilihydraateista ja rasvoista, mutta proteiineista on myös mahdollista sitä tuottaa. Hiilihydraateista saadaan nopeimmin tuotettua aerobisesti energiaa glykokeenivarastoista lihaksista ja maksasta. Palorypälehappo jatkaa tässä aerobisessa glykolyysissä sitruunahappokierto (Krebsin sykli), joka on monivaiheinen tapahtumaketju mitokondriossa. Sitruunahappokierrosta syntyvät elektronit vapauttavat energiaa elektroninsiirtoketjussa. (Chandler ym., 2019, s. 8–14; McArdle ym., 2015, s. 163–166.)

Ihmiskehon rasvasta ja rasvakudoksesta saadaan myös energiaa. Tämä on kuitenkin hitaampi prosessi, vaikka ihmisellä on suuret rasvavarastot. Rasvat hajotetaan ensiksi glyseroliksi ja rasvahapoiksi. Glyseroli muutetaan palorypälehapoksi, joka siirtyy jälleen sitruunahappokierto. Rasvahapot jatkavat puolestaan prosessiin nimeltä beetaoksidaatio ja aikanaan siitä muodostuvat tuotteet myös sitruunahappokierto. Aerobiset energiantuottotavat ovat kyseessä, kun harjoittelumuoto on pitkäkestoinen, esimerkiksi pitkän matkan juoksu suoritukset. Kuitenkin elimistö alkaa tuottaa energiaa aerobisesti jo noin kolmen minuutin suorituksen jälkeen. (Chandler ym., 2019, s. 8–14; McArdle ym., 2015, s. 163–166.)

3. VOIMA JA VOIMAHARJOITTELU

3.1. Voimaharjoittelun vaikutukset hermolihäsjärjestelmään

Lihakset ja hermosolut muodostavat hermolihäsjärjestelmän. Voimaharjoittelu aiheuttaa erilaisia vasteita tai muutoksia hermolihäsjärjestelmään. Jokainen erityyppinen harjoittelutapa tai -muoto aiheuttaa omanlaisensa muutoksen ihmisen elimistöön. Nämä muutokset ovat pääasiassa hermostollisia tai lihasvoimaan liittyviä (Coburn ym., 2019, s. 65; Deschenes & McCoy, 2017, s. 39.)

Voima kasvaa tyypillisesti voimaharjoittelun tuloksena. Voimaharjoittelua voidaan tehdä monella eri tavalla tai menetelmällä, jolloin voima kasvaa harjoittelutavan mukaisesti. Tämä on syytä pitää mielessä, kun mietitään harjoitustavoitteita lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. (Coburn ym., 2019, s. 65.)

Esimerkinomaisesti harjoitellaan hauiskääntöä, jolloin konsentrista lihastyötä tehdään pääasiassa kaksipäisellä olkalihaksella. Kun kyynärniveltä koukistetaan (tuodaan paino alasennoista ylös), lihastyö on konsentrinen lihaksessa ja se supistuu. Vastaavasti kyynärnivelen ojennuksessa (paino lasketaan rauhassa ylhäältä alas), tehdään eksentristä lihastyötä eli lihas pitenee. Harjoittelutavassa tapahtui sekä konsentrista että eksentristä lihastyötä, jolloin näiden voimaa saatettiin kasvattaa. On muistettava, että tässä tapauksessa esimerkiksi isometristä voimaa ei harjoiteltu, joten isometrinen voima ei myöskään kasvanut. (Coburn ym., 2019, s. 65.)

Lihasten koon kasvu on ilmeisin vaikutus voimaharjoittelusta ja harjoitetuista lihaksista. Tämä voi ilmetä olemassa olevien lihasten solujen kasvulla (hypertrofia) tai lihassolujen määrän lisääntymisellä (hyperplasia). Näistä kahdesta tyypillisin mekanismi lihasten koon kasvuun on hypertrofia. Tämä johtuu pääasiassa aktiinien ja myosiinien määrän sekä koon kasvulla. (Coburn ym., 2019, s. 65–67.)

Voimaharjoittelun vaikutukset voivat ilmetä myös hermostollisesti. Jos lihasten koon kasvussa ei tapahdu muutosta voimaharjoittelun seurauksena, on mahdollista, että vaikutus on ollut hermostollinen. Tämä on yleensä lopputuloksena, kun voimaharjoittelu aloitetaan eikä lihasten koossa tapahdu kasvua. Yksi syy saattaa olla harjoittelemattomien henkilöiden vaikeudessa aktivoida kaikkia motorisia yksikköjään käyttöön harjoittelussa. Näin ollen ensimmäiset

kerrat voimaharjoittelussa kehittävät näiden motoristen yksiköiden aktivointia. (Coburn ym., 2019, s. 68.)

Mikäli voimaharjoitus on ollut intensiteetiltään ja kestoaltaan tarpeeksi riittävä, välitön vaikutus ihmisen kehossa on hetkellinen väsymys. Tämän jälkeen ihmiskeho alkaa palautua väsymyksestä tai ärsykkeestä. Kun palautuminen on tapahtunut eikä uutta räsitusta ole tullut, suorituskyky on noussut hieman lähtötason yläpuolelle. Tätä kutsutaan superkompensaatioksi. Harjoitukset ja harjoitusohjelmat tulisi aina suunnitella siten, että uuden ärsykkeen (voimaharjoitus) jälkeen olisi aina riittävä aika palautumiselle ja näin superkompensaatiolle. (Serrano & Galpin, 2019, s. 358.)

Voimaharjoitus aiheuttaa aina hermolihaskäytännön kuormittumista ja väsymistä, näin ollen hermo-lihaskäytännön voimantuotto-ominaisuudet hetkellisesti heikkenevät. Ihmisen yksilöllinen senhetkinen suoritustaso sekä yksittäisen voimaharjoituksen määrä, intensiteetti, kokonaiskesto ja palautukset ovat jokaisella yksilöllisesti yhteydessä edellä mainittuihin akuutteihin vaikutuksiin. Näin kukin ihminen reagoi kuormitukseen yksilöllisesti, mikä on aina huomioitava harjoitusohjelmaa ja kokonaiskuormittavuutta suunniteltaessa. (Häkkinen, 1990, s. 43; Serrano & Galpin, 2019, s. 358.)

Suurella intensiteetillä suoritettuna maksimivoimaharjoituksen vaikutus ilmenee siten, että harjoittelijan hermostollinen kapasiteetti lihasten tahdonalaiseen aktivointiin laskee. Tämä johtuu harjoittelun tai harjoituksen väsymysvaikutuksesta. Tämän tyylinen väsyminen on hermostollista. Lihaksissa tapahtuva väsyminen puolestaan kuluttaa niiden energiavarastoja ja palamistuotteiden kasautumisesta johtuvia muutoksia. (Häkkinen, 1990, s. 45.)

Esimerkiksi nopeusvoimaharjoituksessa välittömät väsymisvaikutukset kohdistuvat pääasiassa hermostoon ja maksimivoimaharjoituksessa kuormitettujen lihaksien voimatasoon. Lihasmassavoimaharjoituksessa, jota kehonrakentajat käyttävät, ja jossa toistojen määrä on suurempi ja palautusten kesto lyhyempi, välittömät väsymisvaikutukset ilmenevät nopeammin. Tämä väsyminen tapahtuu enimmäkseen lihastasolla, koska suurella jännityksellä tapahtuva pitkäkestoinen lihaskäytännön jännitys hetkellisesti estää verenkiertoa poistamasta maitohappoa lihaksesta (Häkkinen, 1990, s. 46.)

Yksittäisen voimaharjoituksen väsymisvaikutus voi ilmetä myös muulla tavalla kuin maksimivoiman heikkenemisenä. Voimantuottoajat tiettyjen voimatasojen tuottamiseen voivat kasvaa eli aikaisemmin nopeasti suoritettu tietty voimataso pystytään nyt suorittamaan huomattavasti hitaammin. Häkkinen (1990) kuvaa tätä kuormitetun lihaksiston voima-aika –käyrän loiventumiseksi. Tämä saattaa johtua siitä, että henkilö ei kykene rekrytoimaan enää niin

monta motorista yksikköä käyttöön kertaponnistuksessa keskushermostollisen väsymisvaikutuksen takia (Häkkinen, 1990, s. 47–48).

Yksi selittävä tekijä voimaharjoittelun vaikutuksista saattaa löytyä henkilön lihaksen solujakaumasta. Toisella henkilöllä saattaa olla solurakenne, joka sisältää nopeita lihassoluja enemmän kuin taas toisella. Täten tämä henkilö saattaa kuormittua helpommin harjoituksessa. Harjoittelijan lihaksiston solujakauman selvittäminen on tarkoituksenmukaista kokonaiskuormituksen suunnittelussa. Tämä tulee esille, kun harjoitustavoitteissa määritellään joko kesto-, maksimi- tai nopeusvoiman harjoittelu. Lisäksi käytettävä lihastyötapä, kuormitustapa sekä palautumisajat vaikuttavat kaikki omalla tavallaan hermolihasjärjestelmän kuormittumiseen. (Coburn ym., 2019, s. 65–67.; Häkkinen, 1990, s. 47–50.)

3.2. Voiman lajit

Hermolihasjärjestelmän voimantuotto tapahtuu aikaisemmin mainituilla monella eri lihassupistustavalla. Näissä kaikissa lihassupistustavoissa tuotettava voima voidaan jaotella. Jaottelu tapahtuu hermolihasjärjestelmän motoristen yksiköiden rekrytoinnin tavan ja määrän sekä energiatuottovaatimusten perusteella kolmeen voiman lajiin. Nämä ovat maksimi-, nopeus- ja kestovoima. Jokainen näistä voidaan edelleen jakaa pääpiirteittäin kahteen osa-alueeseen. (Coburn ym., 2019, s. 63–65; Häkkinen, 1990, s. 41.)

Kestovoiman harjoittelussa pyritään tiettyä voimatasoa ylläpitämään suhteellisen pitkään tai vaihtoehtoisesti tiettyä submaksimaalista voimatasoa toistetaan peräkkäin useasti suhteellisen lyhyillä palautusajoilla. Kuormituksen aikana tuotettu voimataso on matala ja voiman tuottaminen pitkäkestoista. Kestovoimaharjoittelulla parannetaan yleisesti kestävyuden edellytyksiä. Elimistö tuottaa joko aerobisesti tai anaerobisesti tarvittavan energian. (Häkkinen, 1990, s. 41.)

Kestovoiman osa-alueet ovat lihas- ja voimakestävyys. Lihaskestävyuden tuottotapa on aerobinen ja sen tavoitteena on yleisen harjoituskestävyyden kehittäminen. Voimakestävyudessa tavoitteena on voimaharjoittelun edellytysten kehittäminen ja anaerobisen kapasiteetin kehittäminen. Lihaskestävyysharjoitteissa käytetään hieman pienempiä kuormia ja suurempia toistomääriä (yli 15) kuin voimakestävyysharjoitteissa (12–15 toiston alueella). Kuormat molemmissa noin 30–50 % alueella yhden toiston maksimisuorituksesta. (Häkkinen, 1990, s. 41.)

Maksimivoimasta on yleisesti kyse, kun lihasjännitystaso nousee maksimaaliseksi ja voimantuottoaika on suhteellisen lyhyt. Toisin sanoen maksimivoima kuvaa kuinka suuren maksimaalisen voimatason lihas tai lihasryhmä kykenee tuottamaan tahdonalaisen kertasupistuksen aikana. Tämä tarkoittaa selkokielellä suurinta mahdollista voimatasoa, joka pystytään tuottamaan. Ihmisen keho ei kykene ylläpitämään näin suurta voimatasoa pitkiä aikoja, joten yhden maksimivoimasuorituksen pituus on lyhyt. (Häkkinen, 1990, s. 41.)

Maksimivoima jaetaan edelleen hermostolliseen ja hypertrofiseen maksimivoimaan. Hermostollisessa maksimivoimaharjoittelussa lihasmassa ei juurikaan kasva, koska siinä maksimaalisen voimantuoton kehittäminen tapahtuu tahdonalaisen hermotuksen kehittymisen kautta. Hypertrofisessa maksimivoimassa puolestaan maksimaalisen voimantuoton kehittäminen tapahtuu lisäämällä lihaksen poikkipinta-alaa ja lihasmassaa. Tämä kehittää lihasmassan lisäksi myös lihasvoimaa. (Häkkinen, 1990, s. 41.)

Maksimivoimaharjoitteissa toistot ovat 1–3 alueella, kuorma 90–100 % yhden toiston maksimisuorituksesta ja sarjapalautuksen ollessa pitkä 3–5 minuuttia. Hypertrofisessa harjoittelussa toistoja on 6–12, kuorma 60–80 % ja sarjapalautus 1–3 minuuttia. Tässä toistot voidaan tehdä myös uupumukseen saakka. (Häkkinen, 1990, s. 41.)

Nopeusvoimaa harjoitettaessa on kyse hyvin lyhyestä voimantuottoajasta. Tällöin lihasten voimantuottonopeus on yksityiskohta, johon nopeusvoimaharjoittelussa keskitytään. Kuormat eivät ole suuria, jolloin lihakset kykenevät tuottamaan voiman nopeammin. Käytännössä tämä tarkoittaa kykyä tuottaa lyhyessä ajassa mahdollisimman suuri submaksimaalinen voimataso. (Häkkinen, 1990, s. 41.)

Nopeusvoiman osa-alueet ovat pikavoima ja räjähtävä voima. Pikavoimassa pyritään harjoittamaan nopeiden lihassolujen hermotusta jatkuvissa ja syklistä suorituksissa, räjähtävässä voimassa puolestaan kertaluonteisissa suorituksissa. Pikavoimaharjoittelussa kuormat ovat pienempiä kuin räjähtävän voiman harjoitteissa, molemmissa ne ovat kuitenkin 30–60 % yhden toiston maksimisuorituksesta. Toistomäärät ovat pikavoimassa 6–10 alueella ja räjähtävässä voimassa 1–5 alueella. (Häkkinen, 1990, s. 41.)

3.3. Maksimivoimaharjoittelu

Voimaharjoittelussa aloittelijoiden on suhteellisen helppoa kehittää omaa maksimivoimaa. Peruseriaatteena tässä harjoittelussa on se, että käytettävä kuorma eli lihasjännitys ylittää normaalin kuormitustason, jota se käyttää päivittäisissä toiminnoissa. Tätä kuormitustason ylitystä kutsutaan tavanomaisemmin ylikuormitusperiaatteeksi. Tästä johtuen aloittelijat saavat lisättyä voimaan jo varsin pienillä kuormilla. (Häkkinen, 1990, s. 101–102.)

Harjoittelun edetessä henkilölle tulee enemmän voimaharjoittelutaustaa ja hänen pitää käyttää suurempia kuormitusjännitystasoja, jotta maksimivoima kehittyisi edelleen. Tämä voi olla esimerkiksi 60–80 % maksimikuormasta. Maksimivoiman kehittymistä ei voi saada aikaan harjoitusmäärän lisäämisellä, jos henkilö käyttää liian alhaisia kuormitustasoja. Voimaharjoittelutaustan lisääntyessä monivuotisen voimaharjoittelukokemuksen omaavan henkilön on ylläpidettävä lähes jatkuvasti 80–100 % maksimikuormaa, jos haluaa kehittää maksimivoimakomponenttia. (Häkkinen, 1990, s. 101–102.)

Voiman lähtötasot ovat merkittäviä, kun tutkitaan ja verrataan voimaharjoittelun eri menetelmiä ja vaikutuksia voiman kehittymiseen. Pitää muistaa, että voiman kehittyminen on yksilöllistä. Aloittelijan voimaharjoittelun ohjelmointi on paljon yksinkertaisempaa kuin vaikkapa huipputasolla olevan painonnostajan. (Häkkinen, 1990, s. 102–103.)

3.4. Voimaharjoitteluohjelma ja ohjelmointi

3.4.1. Perusteet ja suunnittelu

Voimaharjoitteluohjelmaa suunniteltaessa ja rakentaessa tulee ottaa useita asiakokonaisuuksia huomioon. Näitä ovat muun muassa harjoitteluun liittyvät muuttujat volyyymi, intensiteetti ja toistuminen. Henkilön yksilölliset tarpeet ovat toinen huomioon otettava seikka. Näistä muuttujista johtuvat ihmiskehon ja harjoittelun adaptaatiot on syytä ymmärtää perusteellisesti ennen harjoitteluohjelman luomista. Jokainen harjoittelusta johtuva fyysinen muutos (mm. no-

peus, voima, hypertrofia tai kestävyys) luovat jokainen omanlaisensa haasteen. (Serrano & Galpin, 2019, s. 357–361; Zourdos ym., 2019, s. 417–418.)

Perusteellinen tietämys harjoitusohjelman suunnittelusta sekä ihmiskehon anatomiasta ja fysiologiasta antavat tehokkaan menetelmän yksilöidyn harjoitusohjelman luomiselle. Tämä auttaa saavuttamaan harjoitteluun liittyvät tavoitteet samalla vähentäen riskiä loukkaantumisille. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon eri muuttujia, joita tarpeen tulleen muokataan edelleen ohjelman edetessä. Näitä ovat harjoitusten tyyppi, järjestys, toistuvuus, intensiteetti, volyymi, lepo ja progressio. Lisäksi on tiedostettava muuttujat, joihin ei voi vaikuttaa, esimerkiksi ikä, sukupuoli ja raajojen pituudet. (Serrano & Galpin, 2019, s. 357–358.)

Taulukko 1 *Harjoitusmuuttujien esimerkit ja valinta (mukailten Zourdos ym., 2019)*

Harjoitetyypin valinta	Pääpaino moninivelliikkeissä ja voimantuottoon tärkeitävissä liikkeissä
Harjoitteiden järjestys	1. voimantuotto, 2. pääliikkeet, 3. apuliikkeet
Intensiteetti	Voimantuotto 30–50 % 1 RM Voima 70–80 % 1 RM
Volyymi	Voimantuotto 2–3 sarjaa x 2–4 toistoa Voima 4–5 sarjaa x 4–6 toistoa
Lepoajat	Pääliikkeet 2–3 minuuttia Apuliikkeet 1–2 minuuttia
Harjoitustiheys	4 harjoitusta viikossa
Lihastyötavat	Konsentrinen ja eksentrinen
Liikkeiden toistonopeus	Voimantuotto: maksimaalinen Voima: rauhallinen

Voimaharjoitteluun ja sen ohjelmointiin liittyy monia erilaisia termejä tai suureita (taulukko 1). Kolme tärkeintä vaihtuvaa suuretta ovat *volyymi*, *intensiteetti* ja *kuorma*. Volyymi (eng. volume) saadaan kun harjoitteen sarjamäärät ja toistomäärät kerrotaan keskenään (sarjat x toistot, esimerkiksi 4 x 6). Tällä laskukaavalla saadaan yksittäiselle harjoitteelle tai viikolle volyymi. (Serrano & Galpin, 2019, s. 360–361; Zourdos ym., 2019, s. 417–424.)

Intensiteetillä (eng. intensity) tarkoitetaan kilogrammamäärää tai tiettyä prosenttiosuutta yhden toiston maksimisuorituksesta. Esimerkkihenkilön ennätys yhden toiston maksimisuorituksessa jalkakyykyssä on 120 kg. Tälle henkilölle voidaan täten ohjelmoida prosentuaaliset

kuormamäärät jalkakyykyn harjoitteluun. 85 % 1 RM tarkoittaisi 102 kg kuormaa. Mitä suurempi prosenttimäärä sen kovempi harjoitteen intensiteetti on. (Serrano & Galpin, 2019, s. 360; Zourdos ym., 2019, s. 422–428.)

Volyymi ja intensiteetti ovat käänteisesti suhteessa toisiinsa. Jos harjoitteen intensiteetin määrää halutaan nostaa, volyymin määrää tarvitsee laskea. Korkeammalla sarjapainolla (intensiteetillä) tehty suorite vähentää jäljelle jäävää energiaa suorittaa useampi toisto. Tätä käänteistä suhdetta ei pidä sekoittaa progressiiviseen ylikuormitukseen ja ohjelmointiin, jossa intensiteetin määrää voidaan suunnitellusti nostaa volyymin määrän pysyessä samana. (Serrano & Galpin, 2019, s. 360; Zourdos ym., 2019, s. 417–424.)

Kuorma tai kokonaiskuorma (eng. load tai volume load) saadaan kertomalla volyymi ja intensiteetti. Jalkakyykkyesimerkissä voidaan tehdä maksimivoiman kehitykseen tähtäävä harjoite $3 \times 3 \times 90 \% 1 \text{ RM}$. Tästä saadaan laskukaavalla $3 \times 3 \times 108 \text{ kg} = 972 \text{ kg}$ kokonaiskuorma harjoitteelle. (Serrano & Galpin, 2019, s. 360; Zourdos ym., 2019, s. 417–424.)

Volyymien, intensiteetin ja kuorman lisäksi harjoitustiheys, lepoaika sekä liikejärjestys ovat tärkeitä muuttujia suunniteltaessa harjoitusohjelmaa (taulukko 1). Harjoitustiheydellä tarkoitetaan harjoituskertojen määrää viikossa. Se voidaan vielä jakaa tietyn lihasryhmän tai harjoitteen harjoituskerroille. Lepoaika on aika sarjamäärien välillä ja se on suuressa roolissa välitömissä ja pitkäaikaisissa harjoittelun vaikutuksissa. (Zourdos ym., 2019, s. 422–427.)

Yksittäisen harjoituksen harjoitteiden tai liikkeiden järjestys on suositeltu tehtäväksi suurimmasta pienimpään. Tämä tarkoittaa, että moninivelharjoitteet tai koko kehon harjoitteet (maastaveto, jalkakyykyn variaatiot, eri punnerrukset levytangolla) suoritetaan ensimmäisenä. Näitä kutsutaan yleisesti pääliikkeiksi. Nopeaan voimantuottoon (olympianostot ja niiden variaatiot, esimerkiksi rinnalleveto, työntö tai tempaus) tähtäävät harjoitteet on myös hyvä suorittaa ensimmäisten joukossa niistä koituvan suuren rasituksen ja väsymyksen vuoksi. (Zourdos ym., 2019, s. 422–427.)

Tämän jälkeen on järkevä siirtyä harjoitteisiin, joiden liike tapahtuu vain yhden nivelen yli (jalkojen sekä käsien ojennukset ja koukistukset). Nämä ovat niin sanottuja apuliikkeitä. Lisäksi näillä pystytään keskittymään ongelmiin tai epätasapainoihin, joita henkilöllä saattaa olla. Tämän järjestyksen on todistettu olevan parempi hypertrofian, voiman sekä voimantuoton kasvun osalta. Moninivelharjoitteissa saadaan liikuteltua isompia painomääriä, joka vaikuttaa suoraan tehtyyn volyymiin. Lisäksi niissä harjoitetaan samanaikaisesti monia lihasryhmiä. (Zourdos ym., 2019, s. 422–427.)

Jokaisen harjoitteluohjelman kulmakivinä ovat *nousujohteinen ylikuormitus* (eng. progressive overload), *vaihtelu* (eng. variation) sekä *spesifisyys* (eng. specificity). Tämä pätee kaikkiin harjoitteluohjelmiin, oli kyseessä sitten voimaharjoittelu tai kestävyysharjoittelu. Nämä kolme tekijää mahdollistavat onnistuneen harjoitteluohjelman. (Serrano & Galpin, 2019, s. 358; Zourdos ym., 2019, s. 418.)

Nousujohteinen ylikuormitus käsittää kokonaiskuorman asteittaista sekä johdonmukaista kasvua ohjelman edetessä. Ihmiskeho pystyy hyvin mukautumaan erilaisiin tilanteisiin, mutta fyysisten muutosten aikaansaamiseksi sen tila pitää järkkyyä tai kuormittua tarpeeksi paljon. Yksi tapa on ylikuormitus. Tämä on harjoitusärsyke, joka ruokkii ihmiskehon fyysistä muutosta. (Serrano & Galpin, 2019, s. 357–358.)

Kuormituksen on kasvettava jatkuvasti ja vastattava henkilön kykyä harjoitella. *Harjoite- tai harjoitusvaihtelulla* saadaan pienennettyä riskiä liialliselta ylikuormitukselta. Se auttaa jakamaan ja muokkaamaan kuormaa keholle eri tavoin. Ylikuormitusta on tapahduttava nousujohteisesti ja sen tarvitsee sisältää vaihtelua. Nämä molemmat tapahtuvat, kun harjoitusohjelmassa volyymia, intensiteettiä ja kuormaa nostetaan sekä samalla lepoaikoja muutetaan viikkojen edetessä. Kuukausien edetessä ylikuormitusta säädetään nostamalla harjoitteiden harjoitustiheyttä. (Serrano & Galpin, 2019, s. 358; Zourdos ym., 2019, s. 418.)

Spesifisyys on kolmas tekijä, joka tarvitsee ottaa huomioon harjoitteluohjelmassa. Tämä tarkoittaa tietynlaisesta harjoittelutavasta ja harjoitteista syntyvää kehon tietynlaista adaptaatiota. Käytännössä se kehittyy, mitä harjoitellaan. Esimerkiksi pystypunnerruksesta ei kehity juoksuvoima tai kestävyysharjoittelusta kehity juoksunopeus. On siis pidettävä mielessä haluttu tavoite, mikä halutaan saavuttaa harjoittelusta. (Serrano & Galpin, 2019, s. 358–359; Zourdos ym., 2019, s. 418.)

Spesifisyys edellyttää, että harjoitusadaptaatiot syntyvät spesifisestä lihastyötavasta, liikenopeudesta, liikelaajuudesta, harjoitetuista lihasryhmistä, käytetyistä energiantuottotavoista sekä volyymistä ja intensiteetistä. Näin harjoitusadaptaatio syntyy spesifisti. (Serrano & Galpin, 2019, s. 358–359; Zourdos ym., 2019, s. 418.)

On muistettava, että voimaharjoittelun ja lajiharjoittelun tavoitteet ovat kaksi eri asiaa. Spesifisyys välillä ymmärretään väärin, jolloin voimaharjoittelussa saatetaan matkia lajissa käytettäviä liikkeitä ja liikeratoja. Vaikka juoksemisessa on vain toinen jalka maassa, ei kaikkea voimaharjoittelua tarvitse tehdä yhdellä jalalla. Voimaharjoittelulla parannetaan henkilön urheilullisuutta, jotta esimerkiksi voima ja nopeus voidaan siirtää itse lajiharjoitteluun sekä aikanaan lajiin. (Serrano & Galpin, 2019, s. 358–359; Zourdos ym., 2019, s. 418.)

3.4.2. Ohjelmointi

Ilman voimaharjoitteluohjelman kunnollista ja huolellista suunnittelua voivat siitä saatavat tulokset saattavat jäädä vajaiksi tai olemattomiksi. Harjoitteluohjelman ohjelmointi ei liity pelkästään voimaharjoitteluun, vaan kaikkiin harjoitteluohjelmiin, joiden tarkoituksena on parantaa yksilön fyysistä suorituskykyä. Ohjelmoinnissa yhtenä tarkoituksena on tulosten optimointi mahdollisimman tehokkaasti. Kaikkien harjoitteluohjelmien ohjelmointi on syytä tehdä, vaikka se huomioisi vain yhden tai jonkin osa-alueen. Tämä koskee niin kuntoliikkujaa kuin ammattiuurheilijaa. Pienikin ohjelmointi on todettu toimivaksi. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 371–375.)

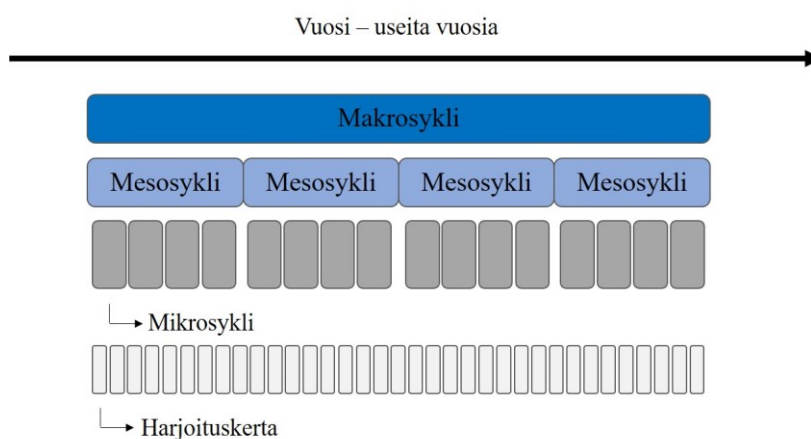
Voimaharjoitteluohjelman suunnitteluun sisältyy nousujohteisuus sekä muiden harjoitusohjelmien huomioon ottaminen. Nousujohteisuus eli progressiivisuus tarkoittaa volyymin, intensiteetin ja/tai kokonaiskuorman asteittaista kasvattamista ohjelman edetessä. Näitä kaikki edellä mainittuja ei kasvateta samanaikaisesti, vaan esimerkiksi vain intensiteettiä. Muiden harjoitusohjelmien huomioiminen tarkoittaa yksinkertaisuudessaan sitä, että muusta harjoittelusta tai päivittäisestä aktiivisuudesta tuleva fyysinen kuormitus otetaan huomioon. Monen eri harjoitustyypin harjoittelua yhtäaikaisesti tai samana päivänä ei ole todettu toimivaksi. Edellä mainitulla tavalla toteutettu yhtäaikainen kestävyysharjoittelu haittaa voiman sekä voiman tuoton kehitystä. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 375.)

Ottamalla huomioon kokonaisrasitus vältytään ylirasitustilalta tai ylikunnolta. Harjoitteluohjelmien ohjelmoinnissa on otettava huomioon kaikki mahdolliset elementit. Siihen kuuluvat luonnollisesti itse harjoittelu ja siihen liittyvät yksityiskohdat, muu kokonaisrasitus sekä palautuminen. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 375.)

Lisäksi harjoitteluohjelman pitäisi valmistaa henkilöä tietyn fyysisen ominaisuuden hankkimiseen. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi voimaharjoittelussa lihasmassan kasvattamista kuuden kuukauden ajalla tai pikajuoksijalla nopeuskestävyyden harjoittamista tietyllä ajanjaksolla. Harjoitteluohjelmassa yhden ajanjakson tai syklin sisällä pitäisi keskittyä maksimissaan vain muutaman ominaisuuden hankkimiseen. Jos syklissä keskitytään liian moneen eri ominaisuuteen, jää henkilö mitä todennäköisimmin ilman kehitystä. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 375.)

3.4.3. Jaksotus

Voimaharjoitteluohjelman ohjelmoinnissa yhtenä elintärkeänä tekijänä on ohjelman peridisäätiö eli jaksotus. Tämä tarkoittaa yksinkertaisesti sitä, että harjoitteluohjelman luonnissa otetaan huomioon harjoitusvasteiden vaihtelu ja kaikki suunnitellaan tarkasti harjoitteluohjelman ajanjaksolle. Siihen kuuluvat vaihtelut harjoitetyypissä sekä liikkeissä, suoritusten tempossa, nopeudessa, volyymissa, intensiteetissä, kuormassa ja tauoissa. Erittäin merkittävä huomioon otettava kokonaisuus on myös palautuminen ja lepo. Tämä sisältää harjoitteessa pidettävän sarjapalautumisen, lepopäivät ja aktiivisen palautumisen. Myös ruokailulla, ravinnolla ja unella on suuri merkitys palautumisessa. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 375–376.)



Kuva 1 Jaksotuksen syklit (mukaillen Kraemer & Beeler, 2019)

Voimaharjoitteluohjelman jaksotukseen liittyy monia ajanjaksoja käsitteleviä termejä. Niistä puhutaan yleisesti eri sykleinä. Ajallisesti tai ajanjaksollisesti ne ovat pienimmästä suurimpaan: yksittäinen harjoituskerta, mikrosykli, mesosykli, makrosykli ja vuosia (kuva 1). (Kraemer & Beeler, 2019, s. 379.)

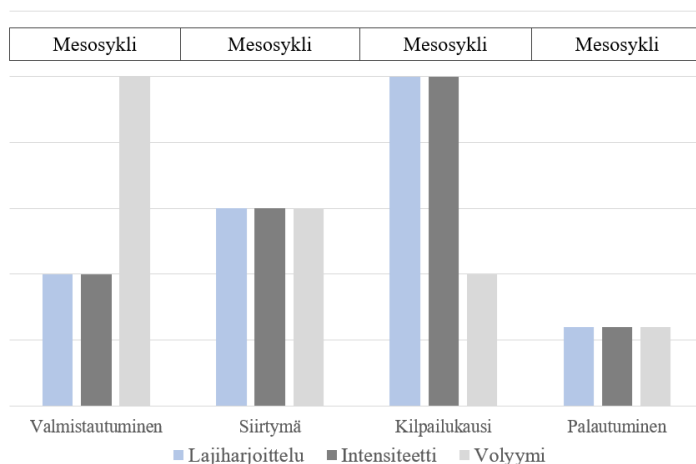
Edellä mainittujen syklien kesto saattaa vaihdella riippuen harjoitettavan yksilön lajista, tavoitteista ja harjoittelutaustasta. Kaikkia tasoja ei käytetä automaattisesti jokaisessa ohjelmoinnissa, vaan on tapauskohtainen. Esimerkiksi on tapauksia, joissa yksittäinen harjoituskerta luetaan mikrosykliksi. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 379.)

Yksittäinen harjoituskerta on pienin sykli. Seuraava taso mikrosykli, voi olla muutamien päivien tai yhden täyden viikon pituinen sisältäen tietyn määrän harjoituskertoja. Mesosykli pitää puolestaan sisällään useita mikrosyklejä ja näin sen kesto on viikoista muutama kuukausiin. Makrosykli voi olla kestoiltaan useista kuukausista vuoteen sisältäen useita mesosyklejä. Ylei-

simmin makrosykli on ajallisesti suurin taso, missä ohjelmointia tehdään, mutta esimerkiksi olympiaurheilijoilla voi olla vielä yksi taso lisää. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 375–376.)

3.4.4. Jaksotuksen eri mallit

Voimaharjoitteluohjelman ohjelmoinnin jaksotuksessa voidaan käyttää muutamia eri malleja tai vaihtoehtoja. Näitä ovat muun muassa lineaarinen, ei-lineaarinen tai blokkijaksotus. Lisäksi on olemassa muita malleja sekä näiden edellä mainittujen variaatioita. Näissä kaikissa harjoitettavat lajit, tavoitteet ja taustat määrittävät aina erikseen halutun jaksotuksen mallin käytön. Mallin tekijöistä tai julkaisusta riippuen malleissa käytettävät termit ja määrät saattavat poiketa hieman toisistaan. Peruseriaatteeltaan ne ovat kuitenkin samanlaisia. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 380–388.)



Kuva 2 Jaksotusmalli valmistautumisesta kilpailuun (mukaillen Kraemer & Beeler, 2019)

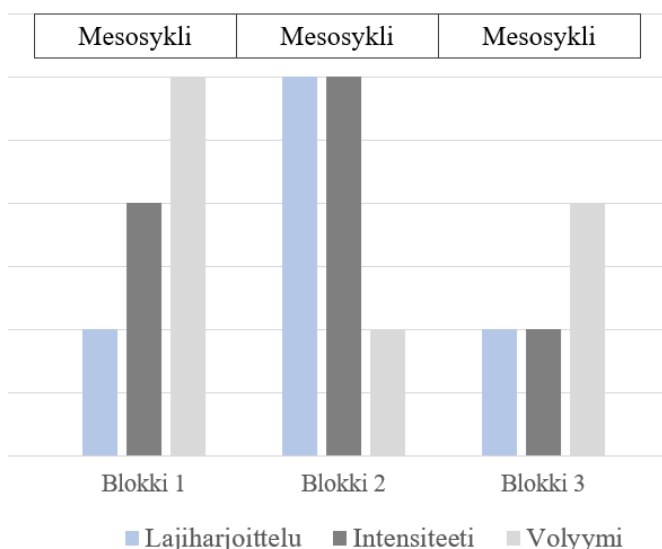
Linearisesta mallista (eng. linear periodization) käytetään myös nimitystä perinteinen jaksotus (kuva 2). Tässä mallissa peruseriaatteena on harjoitusohjelman volyymin, intensiteetin sekä spesifin lajiharjoittelun määrien keskinäisten suhteiden vaihtelu syklien edetessä. Tätä tehdään yleisesti peräkkäisen ohjelmoinnin periaatteella. Se tarkoittaa, että vain yhden ominaisuuden parantaminen on harjoitustavoitteena samassa mesosykliissä. Sykliä pituus vaihtelee harjoitettavan lajin ja muiden tavoitteiden mukaan, mutta kuvan 1 mukaan makrosykli voisi olla yksi kalenterivuosi ja mesosykli kolme kuukautta. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 380–381.)

Useimmiten ensimmäinen mesosykli on nimeltään valmistautumisvaihe, jolloin kokonaisvolyymin määrä on suuri. Samalla intensiteetti ja lajiharjoittelu ovat määrältään pieniä. Huomioitavaa on, että tässä mallissa volyymin kokonaismäärää nostavat myös aerobinen, lihaskestävyyden ja hypertrofian harjoittelu. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 380–381.)

Valmistautumisvaiheesta siirrytään nimensä mukaisesti ensimmäiseen siirtymävaiheeseen. Tässä mesosyklissä suurin muutos on volyymin määrän lasku. Samalla pystytään intensiteetin ja lajiharjoittelun määrää nostamaan. Tehoharjoittelu, nopeus- ja maksimivoiman harjoittelu ovat keskiössä. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 381.)

Tärkein vaihe on kolmantena tuleva huippukunnon tavoitteluvaihe, ajoitettuna kilpailun tai kilpailukauden ajankohtaan. Tässä mesosyklissä henkilön suorituskyky hiotaan maksimaaliseen huippuunsa. Volyymin määrää lasketaan edelleen, intensiteetin ja lajiharjoittelun määrää puolestaan nostetaan edelleen. Ne muodostavat valtaosan harjoittelusta. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 380–381.)

Viimeinen vaihe ja mesosykli on kilpailun tai kilpailukauden jälkeinen toinen siirtymävaihe. Tätä kutsutaan myös palautumisvaiheeksi. Tavoitteena aktiivisella lepovaiheella on palautua edellisestä mesosyklistä ja aikanaan valmistaa uuden koko kierron aloittamiseen. Harjoittelua ei täysin lopeteta, vaan kaikkien kolmen ominaisuuden määrää vähennetään tarkoituksen mukaisesti. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 380–381.)



Kuva 3 *Blokkijaksotus (mukaillen Kraemer & Beeler, 2019)*

Vaikka perinteistä mallia ei voida käyttää kaikissa lajeissa tai harjoitusmuodoissa, on se erittäin tehokas, toimiva ja yksinkertainen malli. Se saattaa olla pitkällä aikavälillä liian yksipuoleinen, koska samalla kuormalla ja volyyymilla saatetaan harjoitella kuukausiakin. Tähän saa-

daan tarvittaessa kuitenkin vaihtelua, ensin nousujohteisesti lisäämällä volyyymia ja sitten ohjelmoimalla lepoviikon. Lepoviikko ei tarkoita totaalilepoa harjoittelusta, vaan harjoitteluohjelman kokonaisvolyyymi laskee huomattavasti. Tämä volyymin lisäys viikko viikolta ja lopulta sen laskeminen muistuttaa portaittaista kuviota. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 380–382.)

Kuitenkaan perinteinen jaksotusmalli ei välttämättä sovi jokaiselle tai jokaiseen urheilulajiin. Yhden haasteen asettavat lajit ja urheilut, joissa saattaa olla monta kilpailua tai siihen rinnastettavaa tapahtumaa yhdessä makrosyklissä tai muutaman vuoden ajanjaksolla. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 382–384.)

Tähän vaihtoehtoisen ratkaisun voi tarjota blokkijaksotus (eng. block periodization). Tässä jaksotuksen mallissa yhdessä mesosyklissä on yksi blokki, joka on jaettu edelleen kolmeen pienempään vaiheeseen (kuva 3). Yleisesti tässä mesosyklin pituus voi olla kuudesta viikosta aina neljään kuukauteen. Perinteiseen jaksotuksen malliin verrattuna yhden mesosyklin pituus on lyhyempi ja sitä voidaan muokata tarpeiden mukaan. Se onkin tämän jaksotusmallin erikoisuus ja täten sopii lajiharjoitteluihin, joissa syklien pituuksia tarvitsee muokata makrosyklin sisällä. Blokit sisältävät samalla periaatteella toteutettua harjoittelua ja kuormitusta kuten perinteisessä jaksotusmallissa. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 382–384.)

Kolmas jaksotuksen malli poikkeaa huomattavasti kahdesta edellisestä. Se on aikanaan kehitetty luomaan laadukkaita yksittäisiä harjoituskertoja pitkillä harjoituskausilla tai henkilöiden tarpeesta mukauttaa harjoitusta. Malli on nimeltään ei-lineaarinen jaksotus (eng. non-linear tai undulating periodization). Sen ominaisuutena on aina erilaisen harjoituksen tekeminen eri viikonpäivinä. Tällä mahdollistetaan suuri vaihtelu volyyymiin ja intensiteettiin lyhyellä aikavälillä. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 386.)

Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai
TEHO	KEVYT	LEPO	RASKAS	KESKIRASKAS
4–8 sarjaa 2–4 toistoa 50–60 % Olympianostot, loikat, hyppyt	1–2 sarjaa 15–20 toistoa 60–65 %	Aktiivinen palautuminen Lihashuolto	3–5 sarjaa 3–6 toistoa 85–95 % Apuliikkeissä 3 x 8–10 80 %	3–6 sarjaa 8–10 toistoa 70–75 %

Kuva 4 Ei-lineaarisen jaksotusmallin esimerkkiviikko (mukaiillen Kraemer & Beeler, 2019)

Kuvasta 4 käy ilmi suunniteltu yhden viikon ei-lineaarinen jaksotus. Viikon sisällä voidaan siis tehdä harjoituksia, jotka keskittyvät maksimivoimaan, hypertrofiaan sekä voiman tuottoon. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 386.)

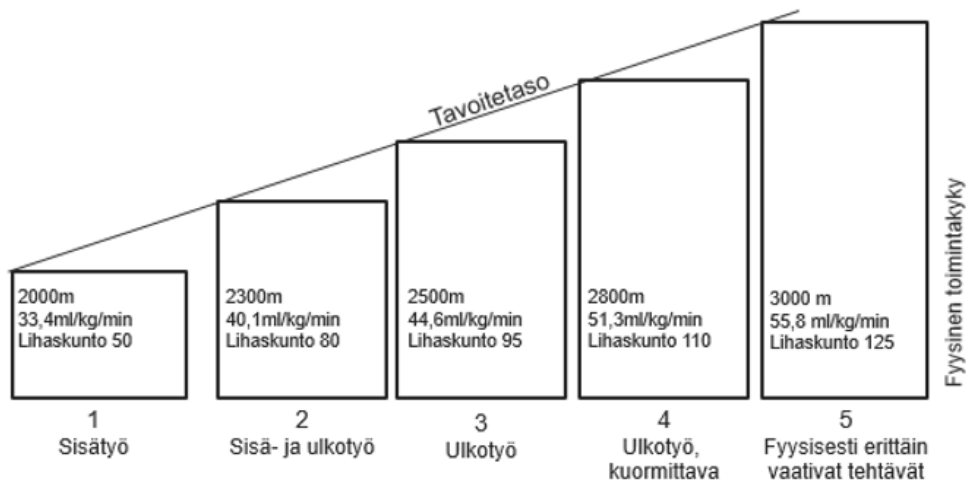
Jokainen harjoitus vastaa yhtä mikrosykliä ja mesosykli voi esimerkiksi olla kestoaltaan 8–12 viikkoa. Jokainen mesosykli saattaa sisältää eri harjoittelutyypin sekä kuormituksen vaihtelua. On olemassa vielä erikseen joustava malli kyseessä olevasta jaksotuksesta, jossa voidaan mesosyklin sisällä vaihtaa harjoitteita ja kuormitusta. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 386.)

Jokaisessa jaksotuksen mallissa on etunsa ja mahdolliset haittansa. Ei-lineaarissa mallissa etuna on monipuolinen joustavuus, sillä viikon sisällä voi vaihtaa harjoituspäiviä, jos esimerkiksi aikatauluja joudutaan muuttamaan. Kuitenkin kokonaiskuormitus tai –väsymys saattaa tulla haasteeksi. Tämä voi kasaantua monesta tekijästä. Ne voivat olla itse harjoittelu, lajiharjoittelu, kiire, univaikeudet tai sairastumiset. Tämä vaikuttaa harjoitteluun siinä vaiheessa, jos viikolla on suoritettu jo kevyemmät harjoitukset ja väsymyksen johdosta pitäisi edelleen suorittaa kevyempi harjoitus. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 386–387.)

4. SOTILAAN FYYSISET VAATIMUKSET

4.1. Varusmiesten fyysinen toimintakyky

Sotilas kykenee suoriutumaan taistelutilanteista ja tehtävissä vaadituista fyysisistä suoritteista fyysisen toimintakykynsä ansiosta. Se auttaa myös tehtävän loppuun saattamisessa uupumatta. Fyysinen toimintakyky koostuu erityisesti fyysisestä kunnosta. Se puolestaan koostuu nopeudesta, voimasta ja kestävyydestä. Erilaiset liikkumisen taidot eri olosuhteissa liittyvät myös yleisesti sotilaan fyysiseen toimintakykyyn. (Pääesikunta, 2020, liite 10, s. 6.)



Kuva 5 Varusmiesten tehtäväkohtaiset fyysisen toimintakyvyn tavoitteet (Pääesikunta, 2021)

Varusmiesten fyysisen toimintakyvyn tavoitetasot jaetaan viiteen eri tasoon, 1–5. Taso 1 on sisällöltään ja luonteeltaan kevyttä sisätyötä, joka on pääasiassa istumista. Tason noustessa ylöspäin aina tasolle 5 sisällön ja luonteen kuormitus sekä fyysisuus kasvavat. Taso 5 on korkein ja se on erikseen nimetyille tehtäville. Jokaisen puolustushaaran aselajille ja eri tehtäville on erikseen määritetty oma tavoitetasonsa. Poikkeusolojen tehtävä viime kädessä määrittelee kyseisen tavoitetason. (Kuva 5, Pääesikunta, 2021, liite 3, s. 1.)

Kussakin tasossa on oma tavoitetaso 12 minuutin juoksupuutestin ja lihaskuntotestin osalta. Juoksupuutestissä saatu tulos voidaan vielä muuntaa maksimaalisen hapenottokyvyn (mL/kg/min) arvoksi. Lihaskuntotestin pisteet muodostuvat minuutin istumaannousutestin ja etunojapunnerrustestin (1 toisto = 1 piste) sekä vauhdittoman pituushypyn (tulos metreinä x 20) yhteistuloksesta. (Pääesikunta, 2021, liite 3, s. 2.)

Puolustusvoimat päivitti varusmieskoulutusohjelmaansa virallisesti vuoden 2020 alusta. Yksi osa-alue tässä koulutuskokonaisuudessa oli Taistelijan keho –toimintakykyohjelma. Se sisältää fyysisen toimintakyvyn osa-alueet liikuntakoulutuksesta aina fyysisiin taistelukouluksiin. (Pääesikunta, 2021, liite 3, s. 1.)

Taistelijan keho –koulutusohjelman yhtenä päämääränä on kehittää fyysistä toimintakykyä. Yksi koulutusohjelman tavoite on antaa tietotaito muun muassa monipuolisen ja nousujohtaisen voimaharjoittelun omatoimiseksi toteuttamiselle. Toinen tärkeä tavoite fyysisessä harjoittelussa on sekä varusmiespalveluksessa että reservissä vähintään poikkeusolojen tehtävän edellyttämän fyysisen toimintakyvyn taso (Kuva 5) ylläpito. (Pääesikunta, 2021, liite 3, s. 1.)

4.2. Taisteluvälinevarustus

Nykyajan taistelijan kantama kokonaiskuorma aseineen ja varusteineen on pääosin 25–45 kilogrammaa. Kuitenkin se saattaa hetkellisesti nousta jopa 65 kilogrammaan. Tämän painavan kuorman lisäksi taistelijan suorittamat tehtävät voivat sisältää nostoja, kantoja, evakuoimieja sekä nopeita liikkeitä. Taistelijalla on kannossa suojavarustusta enemmän, koska taistelukenttä on siirtynyt metsistä kaupunkeihin. Taistelukenttä ja asejärjestelmät ovat kehittyneet nopeaa vauhtia teknisempään suuntaan 2000-luvulla. (Kyröläinen ym., 2021; Pihlainen, 2021.)

Tämä taakan kanto on itsessään jo haastavaa, näiden lisäksi taistelijan on pystyttävä osallistumaan koulutuksiin ja harjoituksiin. Yksittäiseltä sotilaalta vaaditaan edelleen hyvää toimintakykyä, oli tehtävä mikä tahansa. Hyvä fyysinen toimintakyky on tekijä, joka mahdollistaa näissä toimimisen, pysymisen terveenä ja suoriutumaan eri sotilastyötehtävistä. (Kyröläinen ym., 2021; Pihlainen, 2021.)

Taisteluvälinevarustuksen kuorman lisäksi sitä joudutaan kantamaan myös ajallisesti pitkiä aikoja. Tehtävän luonne ja olosuhteet sanelevat varustuksen määrän ja laadun, mutta usein sotilaat joutuvat kantamaan varustuksensa koko tehtävän ajan. Taistelijan kantamien välineiden määrä ja kuorma ovat myös lähtökohtaisesti suuremmat verrattuna muiden viranomaisten määriin ja kuormiin. Myös yksi olennainen asia, tauottaminen, puuttuu. Tukeutuminen paikalliseen infrastruktuuriin ja muihin apukeinoihin ei välttämättä ole sotilaille mahdollista. (Orr ym., 2021.)

Taisteluväriustus suojaliiveineen ja kantamuksineen heikentää sotilaan suorituskykyä. Tämä ilmenee liikkuvuuden ja voiman tuoton heikkenemisenä. Lisäksi juokseminen, kävely sekä kuormien nostot ovat yksinkertaisesti paljon hitaampia suorittaa kannettavan lisäkuorman takia. Sotilas joutuu työskentelemään enemmän, koska koko taisteluväriustus ei mahdollista niin hyvää liikkuvuutta, esimerkiksi kun kyykistytään nostamaan erillistä kuormaa. (Drain ym., 2016; Pihlainen, 2021.) Kokko (2008) vertaili tutkimuksessaan kahden eri painoisen (noin 17 kg ja 30 kg) taisteluväriustuksen käyttöä ja suoritusta simuloitulla kenttäkokeella. Tutkimuksessa painavampi taisteluväriustus aiheutti mittauksissa koetun fyysisen rasituksen raskaammaksi ja hitaamman suoritusajan kenttäkokeen tehtäväradassa.

4.3. Kuormittuminen taistelukentällä

Yksittäinen sotilas on edelleen isossa roolissa taistelukentällä ja vaatimukset ovat samat, vaikka asejärjestelmät ovat teknistyneet ja jatkavat sitä edelleen. Viime vuosikymmeninä taistelukenttä on siirtynyt metsämaastoista asutuksen ja kaupunkiolosuhteiden pariin. Tästä huolimatta sotilaan on kyettävä kaikissa olosuhteissa liikkumaan vallitsevassa maastossa kunnolla ja tehokkaasti. (Pääesikunta, 2021, s. 5.)

Tilanteet voivat kestää pitkään, ennalta määrittelemättömän ajan. Tämä kuormitus on henkisesti ja fyysisesti raskasta, mutta sotilaalta edellytetään tilanteista selviytymistä. Kaikki nämä edellä mainitut tilanteet ja tapahtumat voivat olla lisäksi vaikeasti ennakoitavissa. Tämän takia sotilaan on huolehdittava omasta fyysisestä toimintakyvystään. Sotilasjohtajien on tämän lisäksi osoitettava osaamista oman joukon fyysisen toimintakyvyn harjoittamisessa sekä sen kehittämisessä. (Pääesikunta, 2021, s. 5.)

Sotilaiden ja joukkojen pitää pystyä säilyttämään toimintakykynsä mahdollisesti jopa viikkojen kestävän taistelukosketuksen ajan. Tämä voi sisältää toimimista ja taistelemista useita vuorokausia yhtäjaksoisesti. Erityyppiset fyysiset ja henkiset haasteet ovat osa sotilaan arkea ajankohtana, jolloin tuo toimintakyvyn potentiaali mitataan. Poikkeusolot ovat lopullinen mittari, missä fyysisen toimintakyvyn koulutettu sekä harjoitettu potentiaali mitataan. (Pääesikunta, 2021, s. 5.)

Yksittäisen sotilaan fyysiseen kuormittavuuteen taistelussa vaikuttavat monet muuttujat. Valtion yleistilanne, puolustushaara, aselaji ja henkilöstöryhmä muodostavat oman ylemmän tason muuttujan. Taistelukentän maasto- sekä vuodenaikaolosuhteet koostavat ympäristön teki-

jän. Aselajiin kuuluva taistelutaktiikka ja -tekniikka, aseistus sekä varustus luovat omansa. Lopulta fyysisen toiminnan vaatima lihastyö, yksilön henkilökohtaiset fyysiset ja psyykkiset ominaisuudet sekä fysiologisten vasteiden mukautuminen kuormittaviin muuttujiin nivovat kaikki tekijät lopulta yhteen. Kaikkien näiden tekijöiden summien takia sotilaan on kyettävä säilyttämään toimintakykynsä pitkiä ajanjaksoja, joista puuttuu kaiken lisäksi riittävä lepo ja palautuminen. (Kyröläinen & Santtila, 2006; Orr ym., 2021.)

Kuten todettua, sotilastyötehtäviä on paljon erilaisia ja pääosin ne koostuvat erilaisten taakkojen kantamisesta, nostamisesta tai siirtämisestä. Nämä kaikki ovat fyysisesti vaativia ja luonnollisesti rasittavat hermolihasjärjestelmää. Useita eri fyysisiä ominaisuuksia tarvitaan, muun muassa lihasvoimaa, voiman tuottoa sekä kestävyyttä. Lisäksi kestävyyyden eri ominaisuuksia vaaditaan, kun osaksi tehtävät ovat pitkäkestoisia ja matalatehoisia tai osaksi hetkellisesti erittäin intensiivisiä ja kovatehoisia. Täten kokonaisvaltaisesti fyysisesti paremman toimintakyvyn omaavalla sotilaalla on mahdollisuudet suoriutua paremmin annetuista tehtävistä. (Drain ym., 2016; Pihlainen, 2021.)

Sotilas ei pysty välttämään fyysistä rasitusta työtehtävissään, saati sitten taistelukentällä. Pidempään jatkuva fyysinen rasitus ja työtehtävät altistavat yllirasitukseen, loukkaantumisiin ja vammoihin. Huono yleinen fyysinen toimintakyky, korkea painoindeksi sekä jo olemassa olevat aiemmat loukkaantumiset ovat suuria yksittäisiä riskitekijöitä sotilasympäristössä. (Sell ym. 2019; Pihlainen, 2021.)

Uusimmissa tutkimuksissa on havaittu myös lihasmassan ja rasvattoman massan merkitys. Kehon paino ja painoindeksi (BMI) eivät ole niin ratkaisevia tekijöitä kuin lihasmassa ja rasvaton massa. Jälkimmäiset ovat merkityksellisiä parempaan suorituskykyyn sotilastyötehtävissä sekä -ympäristössä. Suuremmalla kehon koolla ja suuremmalla lihasmassan määrällä, joka on samalla yhdistetty pienempään kehon rasvattomaan massaan saattaa olla positiivinen vaikutus taakankannon suorituskykyyn. (Lyons ym., 2005; Pihlainen, 2021.)

Taisteluvälikkeiden ja muun kannettavan materiaalin ollessa 24–27 kg ja kävelynopeuden ollessa 5–6 km/h keskimääräiseksi hapenoton kulutukseksi on mitattu 17–23 ml/kg/min (Crowder ym., 2007; Pihlainen ym., 2014). Lisäksi kannettava lisäkuorma ei saisi olla yli kolmannesta henkilön kehon painosta eikä pitkään jatkuva työtehtävä ylittää 40–50 % henkilön maksimaalisesta hapenottokyvystä. Teknologian kehityksen ja tätä kautta tämä lisäkuorman jatkuva kasvaminen aiheuttaa haasteita fyysiselle toimintakyvylle. Luonnollisesti lisääntynyt kannettava kuorma on yhteydessä lisääntyneeseen energiankulutukseen ja loukkaantumisiin. (Haisman, 1998; Pihlainen, 2021.)

Manuaalisesti suoritettavat sotilastyötehtävät, kuten esimerkiksi kaivaminen, nostaminen, kantaminen tai vetäminen ovat rasittavia ja ne tehdään kaiken lisäksi kantaen taisteluvärustusta tai mahdollisesti muun lisäkuorman kanssa. Sotilaan suorittamat nostot eivät saisi olla yli 85 % 1 RM loukkaantumisriskin vuoksi. Tämän vuoksi korkeammista absoluuttisista voimatasoista on hyötyä ja ne helpottavat sotilastyötehtävien suorittamista. (Pihlainen, 2021.)

Tämän takia hyvä fyysinen toimintakyky sekä sen harjoittaminen ovat elintärkeitä sotilaille. Mahdollisuuksien mukaan taakkoja voidaan suunnitella siirrettäväksi pienin nosturein tai ajoneuvoin, mutta se ei ole aina mahdollista. Tällä kevennetään yksittäisen henkilön fyysistä kuormaa ja räsitystä. (Drain ym. 2016; Pihlainen, 2021.)

4.4. Lihaskoima ja anaerobinen suorituskyky

Lihaskoima on yksinkertaisuudessaan lihasryhmien tai lihaksen kykyä tehdä työtä. Luusto, sidekudokset ja lihakset ovat ihmiskehon rakenteellista vahvuutta. Tätä vahvuutta voidaan lisätä muun muassa voimaharjoittelulla. (Häkkinen, 1990.) Sotilaiden harjoitteluun on vuosien saatossa liitetty vahvasti aerobinen kestävyysarjoittelu. Kuitenkaan tämä ei ole palvele nykyajan sotilaan tarpeita, koska sotilastyötehtävät sekä taistelukenttä ovat luonteeltaan varsin anaerobisia ja voimaa vaativia. (Kraemer & Szivak, 2012; Pihlainen, 2021.)

Sotilaiden suorittamat liikkeet ovat varsin nopeita ja kovatehoisia. Juoksupyrähdykset, hyppyt, ryömiminen, kiipeäminen, vetäminen tai kantaminen vaativat anaerobista kestävyyttä. Raskaan taisteluvärustuksen kantaminen, kuormien siirtely tai haavoittuneen evakuointi ovat koko ajan läsnä. Tämän tyyppisiin kovatehoisiin suorituksiin ei valmistauduta pitkäkestoisella aerobisella harjoittelulla. (Kyröläinen ym., 2018; Kraemer & Szivak, 2012; Mala ym., 2015.)

Sen sijaan harjoitteluohjelmat, jotka sisältävät voimaharjoittelua ja/tai edellä mainitun kaltaisia kovatehoisia anaerobisia suorituksia palvelevat huomattavasti paremmin sotilaita. Ojanen (2020a) sai tutkimuksessaan kahdelta eri ryhmältä samanlaisia tuloksia mittauksissa, jotka olivat verrattavissa sotilastyötehtäviin.

Näistä ryhmistä toinen suoritti lisättyä voimaharjoittelua ja toinen lisättyä niin sanottua jalkaväkityyppistä harjoittelua normaalin varusmieskoulutuksen lisäksi. Jalkaväkityyppinen harjoittelu sisälsi kovatehoisia anaerobisia harjoitteita (30–60 sekuntia) taisteluvärustuksessa (27 kg), muun muassa juoksupyrähdyksiä, ryömimistä tai haavoittuneen evakuointia. Molempien

ryhmien tulokset paranivat verrattuna kontrolliryhmään sotilaan simuloidussa tehtäväradassa. (Ojanen ym., 2020a.)

Lisätty voima- ja tehoharjoittelu sekä sotilastehtäviä simuloivat harjoitteet auttavat sotilaita valmistautumaan nykypäivän anaerobiselle taistelukentälle. Samalla pienentyy riski mahdollisiin loukkaantumisiin. Lopputuloksena on tehokas ja kestävä taistelija, joka on joukon suorituskyvyn kannalta elintärkeä osa. (Kramer & Szivak, 2012; Mala ym., 2015; Burley ym., 2020.)

Ojasen (2022) väitöskirjan mukaan harjoitteluohjelmaan tulisi sisällyttää myös korkeatehoista intervalliharjoittelua (High Intensity Interval Training, HIIT.) Näin ollen voidaan suoraan harjoitella anaerobista kestävyyttä, jota tarvitaan sotilastyötehtävissä. Korkeatehoinen intervalliharjoittelu voidaan toteuttaa taistelukoulutuksessa, jolloin päivän sotilaskoulutus ja fyysisen toimintakyvyn koulutus voidaan yhdistää. Tämän lisäksi erillistä harjoittelua taakan (taisteluvälinevarustus) kanssa voidaan harjoitella intervallityyppisesti juosten, ryömien, vetäen ja nostamalla taakkoja. Tätä samaa voidaan tehdä myös kuntosalilla kuntopiirityyppisillä harjoitteilla.

4.5. Sotilaan voimaharjoittelu

Varusmieskoulutuksen alkuvaiheessa voimaharjoittelu voi olla perinteistä lihaskunto- ja voimaharjoittelua. Varsinkin alokasjakson alkuvaiheessa joukkue- tai osastokoot ovat suuria, joten voimaharjoittelu on mukautettava järkeväksi. Varusmiespalveluksen edetessä osastokoot saattavat hieman pienentyä, jolloin voimaharjoittelua pystytään tekemään spesifimmin. (Kyröläinen ym., 2021, s. 33.)

Tämä tarkoittaa voimaharjoittelun osalta sitä, että harjoitteet ja harjoitukset voivat olla kovempitehoisia ja toiminnallisia. Myös aselaji- ja tehtäväkohtaiset tavoitteet voidaan nyt pitää mielessä ja voimaharjoitukset suunnitella niiden mukaan. Voimaharjoittelun tavoitteena on lisätä varusmiehen voimareservejä, mikä auttaa jo aiemmin mainittuun lisäkuorman kantokyvyn paranemiseen. (Kyröläinen ym., 2021, s. 33.)

Taistelijan fyysinen toimintakyky 2020 –tieteellisen katsauksen mukaan voimaharjoittelu on elintärkeä, ehkä jopa välttämätön osa sotilaskoulutusta. Sotilaan suorittamat työtehtävät ja liikkeet ovat raskaita. Siihen kuuluu muun muassa raskaiden taakkojen liikuttamista, kantamista ja nostamista puhumattakaan siitä, että sotilaan päällä voi olla hetkellisesti jopa 65 kilo-

grammaa tehtävästä riippuen. Taisteluväline on kuitenkin yleisimmin kokonaispainoltaan 25–45 kilogrammaa. (Kyröläinen ym., 2021, s. 12–33.)

Tutkimusten mukaan kestävyysharjoittelun lisäämisellä ei ole saavutettu merkittäviä parannuksia varusmiesten fyysiselle toimintakyvylle. Tämä osaltaan voi johtua siitä, että varusmieskoulutuksen kuormitus on jo itsessään todella paljon matalatehoista kestävyyttä harjoitettavaa koulutusta. Tässä ei muodostu loppujen lopuksi paljonkaan ärsykevaihtelua. (Kyröläinen ym., 2018; Kyröläinen ym., 2021, s. 31–33.) Santtilan (2012) tutkimus tukee väitettä. Tutkimuksen mukaan fyysinen harjoittelu ei paranna voimaominaisuuksia varusmiesten erikoiskoulutuskaudella. Lisäksi suuri määrä matalatehoista harjoittelua tulee eri koulutuksiin siirtymisistä, jotka suoritetaan pääosin taisteluvälineissä.

Voimaharjoittelulla saadaan sen sijaan lisättyä tätä aiemmin mainittua taakan kanto- ja sietokykyä, jota tarvitaan taisteluvälineiden ja muun lisäkuorman kantamiseen. Voimaharjoittelu toimii myös ennaltaehkäisevästi tuki- ja liikuntaelinvammojen syntymisessä. Raskaan taakan kantamisessa saattavat korostua keskivartalon lihakset ja alaraajojen maksimaalinen voimantuotto sekä pieni rasvaprosentti. (Kokko, 2008; Kokko, 2014; Kyröläinen ym., 2021, s. 12–33; Ojanen, 2020a.)

Kuitenkin on muistettava, että voimaharjoittelu on suunniteltava nousujohteiseksi sekä on otettava huomioon muu varusmieskoulutuksesta tuleva rasitus. Jotta tämä hyöty voimaharjoittelun vaikutuksista saataisiin näkyviin mahdollisimman hyvin, tulisi kestävyyspainotteista sotilaskoulutusta vähentää ja voimaharjoittelua lisätä. (Kyröläinen ym., 2021, s. 12–33.) Taistelulentien fyysiset vaatimukset ovat kasvaneet ja tästä johtuen maksimaalinen voima ja voimantuotto ovat elintärkeitä ominaisuuksia. Sotilaan suorittamat raskaat taakan kannot, haavoittuneen evakuointi ja partiointi vaihtelevassa maastossa ovat fyysisesti rasittavia suorituksia ja täten voiman ja voimantuoton harjoittaminen ovat tärkeitä sotilaan harjoitteluohjelmassa tai koulutuksessa. (Kyröläinen ym., 2018.)

Ojanen (2020) tutkimuksen mukaan sotilaiden tai varusmiesten kaikki fyysinen harjoittelu on suunniteltava tarkkaan. Sotilaskoulutuksessa itsessään jo tehdään matalatehoista suurivolyymista kestävyysharjoittelua huomattava määrä, kun kannetaan taisteluvälineitä ja lisäkuormaa. Tästä syystä progressiivinen ja jaksotettu yhdistetty harjoitteluohjelma, joka sisältää edellä mainitun kestävyysharjoittelun, voimaharjoittelun ja pieniä määriä kovatehoisia intervalliharjoituksia, näyttäisi olevan parempi sotilaan fyysisen toimintakyvyn kannalta. Kaiken fyysisen harjoittelun lisäksi palautumiselle on varattava riittävästi aikaa. (Kyröläinen ym., 2018; Ojanen, 2020a.) Tämän lisäksi huomio on kiinnitettävä harjoitteluohjelman systemaat-

tiseen progressiivisuuteen sekä yksilöintiin. Ohjelma tulee olla jaksotettu pienempiin sykleihin, mikä parantaa toimintakykyä harjoitteluohjelman edetessä ja mahdollistaa yksilön kehityksen. (Ojanen, 2020a).

Heilbronn ym. (2019) tutkimus sisälsi nämä edellä mainitut harjoitteluohjelman elementit. Tutkimus tehtiin Australian maavoimien sotilaille. Tutkimuksessa muodostettiin kaksi ryhmää, joille tehtiin jaksotettu ja ei-jaksotettu voimaharjoitteluohjelma. Lisäksi kolmas ryhmä toimi kontrolliryhmänä, joka ei tehnyt voimaharjoittelua. Tutkimuksen kokonaiskesto oli 15 viikkoa, fyysistä harjoittelua oli tästä yhdeksän viikkoa. Harjoitteluviikot eivät välttämättä olleet perättäisiä, vaan välissä oli komennus- sekä lomaviikkoja. Voimaharjoittelukertoja oli viikossa pääosin kaksi kappaletta.

Ei-jaksotetun voimaharjoitteluohjelman tehnyt ryhmä suoritti koko tutkimuksen voimaharjoittelun samalla volyyymillä ja intensiteetillä, 4×6 85 % 1 RM. Jaksotettu voimaharjoitteluohjelma oli jaettu kahteen mesosykliin, viikot 1–5 sekä viikot 6–9. Ensimmäisen mesosyklin kolme ensimmäistä viikkoa jaksotetussa harjoitteluohjelmassa oli suunniteltu volyympainotteiseksi, harjoitusprotokollan vaihdella $5-6 \times 5-7 \times 72-85$ % alueilla. Kuitenkin kaikki niin kutsutut työsarjat tehtiin aina samalla kuormalla (esimerkiksi viikko $2 \times 6 \times 5 \times 75-85$ %). (Heilbronn ym., 2019.)

Ensimmäinen mesosykli päättyi kovempaan intensiteettiin, $3 \times (2 \times 1-5 \times 85-100$ %). Tässä kaksi työsarjaa tehtiin samalla kuormalla (esim. $2 \times 5 \times 85-87,5$ %), jonka jälkeen seuraavaan kahteen sarjaan intensiteettiä nostettiin ja volyyymia laskettiin ($2 \times 3 \times 90-93$ %). Viimeiset kaksi sarjaa tehtiin lähes maksimaalisella intensiteetillä ($2 \times 1 \times 95-100$ %). Näin ollen toistomäärät pienentyivät aina intensiteetin kasvaessa. Toinen mesosykli noudatti samaa periaatetta ja harjoitteluprotokollaa, mutta harjoitusviikot saatiin suoritettua peräkkäin. Toisen mesosyklin kaksi ensimmäistä viikkoa oli volyympainoitteista ja kaksi viimeistä intensiteetti-painoista voimaharjoittelua. (Heilbronn ym., 2019.)

Näiden kahden eri ryhmän harjoittelun kokonaisvolyyymi, -intensiteetti sekä -kuorma olivat verrattain samaa luokkaa. Suurimmat erot olivat kuitenkin jalkakyykyn ja pystypunnerruksen toistoissa (jaksotettu 203, ei-jaksotettu 168), intensiteetissä (82,3 %, 85 %) sekä kokonaiskuormassa (16707 kg, 14280 kg). Molemmat voimaharjoitteluryhmät paransivat merkittävästi ($p < 0,05$) tuloksia 3RM jalkakyykyssä, maastavedossa ja lattiapenkkipunnerruksessa väli- ja loppumittauksessa verrattuna kontrolliryhmään. Lisäksi kahdessa eri sotilastyötehtäviä mitaavassa radassa saatiin merkittäviä parannuksia. (Heilbronn ym., 2019.)

Voimaharjoittelun ohjelman suunnittelun kannalta tämä tutkimustulos näyttää suosivan huolellisesti suunnitellun voimaharjoitteluohjelman tekemistä. Vaikka jaksotetun ja ei-jaksotetun voimaharjoitteluohjelman välillä ei havaittu suurta merkitystä, oli kuitenkin systemaattisella ja strukturoidulla suunnittelulla sekä toteutuksella merkityksensä. Näin ollen tämän kaltaisen harjoitteluohjelman luominen sotilasympäristöön mahdollistaisi optimoidun fyysisen toimintakyvyn. (Heilbronn ym., 2019.)

Vantarakis ym. (2017) tutkimuksessa Kreikan merivoimien kadeteille päädyttiin myös tulokseen, että systemaattisesti jaksotetusta voimaharjoitteluohjelmasta on hyötyä voiman kasvatamisessa. Tutkimus tehtiin kahdeksan viikon aikana noudattaen lineaarista jaksotusta. Tutkimusryhmä jaettiin puoliksi, koeryhmä suoritti voimaharjoittelua ja kontrolliryhmä osallistui vain alku- ja loppumittauksiin. Molemmat ryhmät suorittivat palvelustaan normaalisti, johon kuului myös muita fyysistä toimintakykyä kehittäviä harjoituksia.

Koeryhmän voimaharjoitteluohjelma oli jaettu kolmeen vaiheeseen. Ennen harjoittelun aloitusta suoritettiin kahden viikon tutustumis- ja tekniikoiden opetusjakso. Viikot 1–2 sisälsivät lihaskestävyyttä kehittäviä harjoitteita (3–4 x 12–15 x 60–67 %, 1–1,5 min palautus). Viikoilla 3–5 keskityttiin hypertrofian harjoittamiseen (3–4 x 8–12 x 70–80 %, 1–2 min palautus). Ja viimeinen vaihe keskittyi viikoilla 6–8 maksimivoiman hankkimiseen (3 x 4–6 x 85–90 %, 3 min palautus). (Vantarakis ym., 2017.)

Jokainen harjoituskerta sisälsi seitsemän pääliikettä. Ne olivat jalkakyykky, maastavedon variaatiot, askelkyykky, lattia- ja vinopenkkipunnerrus, ylätaljaveto ja horisontaalinen soutu laitteessa. Apuliikepattereita oli kaksi ja ne suoritettiin vuorokerron pääliikkeiden jälkeen. Ensimmäinen liikepatteri sisälsi harjoitteita keskivartalolle ja ylävartalolle, toinen liikepatteri alavartalolle. (Vantarakis ym., 2017.)

Mala ym. (2015) tutkimuksen mukaan voimaharjoitellut nuori mies suoriutuu nopeammin ja paremmin eri sotilastesteistä ja -tehtävistä kuin pelkkää normaalia liikuntaa harrastanut mies. Tutkimuksessa vertailtiin kahden eri ryhmän suorituksia, jotka olivat sotilastyötehtäviin verrattavia ja sisälsivät yleisen fyysisen toimintakyvyn testejä. Tutkimuksessa todettiin sekä yläettä alavartalon maksimivoiman ja maksimaalisen voimantuoton olevan tärkeässä roolissa sotilailla, kun suoritetaan lyhytkestoisia ja intensiivisiä sotilastyötehtäviä taakkaa kantaen. Näistä tekijöistä johtuen suositellaan lihasvoimaa, voimantuottoa ja lihasmassaa lisäävien harjoitusten tekemistä.

5. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITE

Tämä tutkimus oli osa sotilaan tehtäväkohtaisten fyysisten vaatimusten, tehtäväkohtaisten testien ja fyysisen harjoittelun tutkimushanketta. Tutkimus oli koko hankkeen osatutkimus III. Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia varusmiesten suorittamaa maksimivoimaharjoittelua ja sen yhteyksiä maksimivoimaan, maksimaaliseen voiman tuottoon, anaerobiseen kestävyYTEEN, kehon koostumukseen sekä muusta sotilaskoulutuksesta koettuun rasitukseen.

Tutkimuksen pääkysymykseksi muodostettiin:

Mitä vaikutuksia lisätyllä maksimivoimaharjoittelulla on voimaominaisuuksiin ja anaerobiseen suorituskyyyn 12 viikon ajanjaksolla?

Seuraavilla alatutkimuskysymyksillä pyrittiin vastaamaan aiemmista tutkimuksista ja kirjallisuudesta muodostettuihin hypoteeseihin:

1. Miten lisätty maksimivoimaharjoittelu vaikuttaa varusmiesten maksimivoimaan ja maksimaaliseen voimantuottoon? Maksimivoimatasojen lisääminen on suhteellisen nopeaa ja voidaan saavuttaa helposti aloittelijoilla. (Häkkinen, 1990; Sporis ym., 2014).
2. Mitä vaikutuksia neljän viikon sotaharjoitus- ja lomajaksolla on varusmiesten maksimivoimaan? Maksimivoima on mahdollista säilyttää viikkoja, vaikka viikoittaisia harjoittelukertoja tai -volyymin vähenettäisiin huomattavasti. Jäljelle jäävän vähennetyn harjoittelun intensiteetillä on vaikutusta voimatasojen säilymiseen. (Spearing ym., 2021).
3. Miten lisätty maksimivoimaharjoittelu vaikuttaa varusmiesten anaerobiseen suorituskyyyn? Anaerobista suorituskyyä parantavat alavartalon maksimivoimaominaisuudet. (Harman ym., 2008; Solberg ym., 2015; Mala ym., 2015).
4. Miten muun sotilaskoulutuksen koettu rasitus vaikuttaa varusmiesten voimaharjoitteluun ja voiman kehitykseen? Sotilaskoulutuksesta tuleva rasitus ja kokonaiskuormitus on hetkellisesti erittäin raskasta. Tämä vaikuttaa huomattavasti varsinkin alavartalon voimantuottoon ja voimaominaisuuksiin. (Kyröläinen ym., 2021; Pihlainen, 2021; Ojanen, 2022).

6. TUTKIMUSMENETELMÄT

6.1. Tutkimusasetelma

Tutkimus suoritettiin Satakunnan lennoston Suojauskomppanian varusmiehille saapumiserälle II/21. Kyseinen perusyksikkö joukkotuottaa Ilmavoimien jalkaväkitaistelijoita oman puolustushaaransa taistelutukikohtiin. Tutkimuksessa suoritettua voimaharjoitteluohjelman sekä muun fyysisen harjoittelun kesto oli 11 viikkoa, 16.8.–29.10.2021. Itse koko tutkimus perheydyksineen ja viimeisineen mittauksineen oli kestoaltaan 12 viikkoa, 12.8.–29.10.2021. Varusmiespalvelukseen sitoen tutkimus alkoi alokasjakson viikolla kuusi ja päättyi erikoiskoulutusjakson viidennen viikon päätteeksi.

Tutkimuksessa muodostettiin vapaaehtoisista varusmiehistä tutkimusjoukko (n=42), joka jaettiin edelleen koeryhmään (n=23) sekä kontrolliryhmään (n=19). Koeryhmän kahden henkilön suorituksia ei otettu lopulliseen tarkasteluun mukaan, joten lopullinen henkilömäärä oli 19. Molemmat ryhmät olivat samasta suojausjoukkueesta, joten kaikki noudattivat samaa varusmieskoulutuksessa käytettävää läpivientä ja aikataulua. Erona fyysisen toimintakyvyn harjoittelun osalta koeryhmä suoritti johdettua sekä ohjelmoitua maksimivoimaharjoittelua ja kontrolliryhmä varusmieskoulutukseen kuuluvia fyysisen toimintakyvyn harjoitteita. Molempien ryhmien fyysisten harjoitteiden laatu ja määrä on esitetty myöhemmin tutkielmassa. Tutkimuksessa oli harjoittelun lisäksi neljä mittaustapahtumaa, joihin molemmat ryhmät osallistuivat.

Tutkimuksessa koeryhmä keskittyi maksimivoimaominaisuuksien harjoittamiseen ja voiman kehittämiseen 11 viikon aikana, koulutushaarajakson alusta erikoiskoulutusjakson viidenteen viikkoon. Tutkimuksen avulla saatiin käyttökelpoista ja arvokasta tietoa Ilmavoimien jalkaväkisotilaiden fyysisten ominaisuuksien muutoksista koulutushaara- ja erikoiskoulutuskauden aikana. Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää suunniteltaessa ja kehitettäessä koulutettavan joukon fyysisen koulutuksen kokonaisuutta ja sitä kautta voidaan vaikuttaa sotilaan fyysiseen toimintakykyyn sekä koulutettavan joukon suorituskykyyn.

Koko tutkimus oli jaettu neljään vaiheeseen taulukon 2 ja kuvan 6 mukaisesti. Ensimmäinen vaihe tutkimuksessa oli mittaustapahtuman liikkeiden ja suoritteiden *opetus* sekä näiden harjoittelu. Toinen vaihe tutkimuksessa oli *harjoitusjakso 1*, kestoaltaan kolme viikkoa. Tätä seu-

rasi neljän viikon mittainen *ylläpitojakso*. Tutkimus päättyi kolmen viikon mittaiseen *harjoitusjaksoon 2*.

Taulukko 2 Tutkimuksen päivien lukumäärät koko tutkimusjaksolla

	Päivät	Mittaus	Harjoittelu	SH	Loma
Opetus	11	1	2	0	7
Harjoitusjakso 1	19	1	9	4	0
Ylläpitojakso	30	1	1	13	14
Harjoitusjakso 2	19	1	8	5	0
Yhteensä	79	4	20	22	21

SH = Sotilaallinen harjoitus

# VKO	KAL VKO	KOUL VKO		9.8.	10.8.	11.8.	12.8.	13.8.	14.8.	15.8.		
1	32	A6	OPETUS					LIIKKEIDEN JA TEKNIKOIDEN OHEISTAMINEN	PRE MITTAUKSET		OPETUS	
2	33	K1										
3	34	K2	HARJOITUSJAKSO 1								HARJOITUSJAKSO 1	
4	35	K3										
5	36	K4							MID 1 MITTAUKSET			
6	37	K5	YLLÄPITOJAKSO								YLLÄPITOJAKSO	
7	38	K6										
8	39	E1								MID 2 MITTAUKSET		
9	40	E2										
10	41	E3	HARJOITUSJAKSO 2								HARJOITUSJAKSO 2	
11	42	E4										
12	43	E5							POST MITTAUKSET			

MITTAUS- TAI HARJOITUSKERTA	SOTAHARJOITUS	SOTAHARJOITUKSEN LÄHTÖ/PALUU SEKÄ HARJOITUSKERTA	LOMA
--------------------------------	---------------	--	------

Kuva 6 Tutkimuksen aikataulu

Tutkimuksen jaksojen päivät mukautettiin noudattamaan PRE-, MID1- sekä POST-mittauksia. (PRE = alkumittaukset, MID1 = välimittaus 1 harjoitusjakson 1 päätyttyä, MID2 = välimittaukset 2 ylläpitojakson kolmannella viikolla sekä POST = loppumittaukset harjoitusjakson 2 päätyttyä.) Näin molemmista harjoitusjaksoista saatiin päivämääriltään (19) ja mitauspäiviltään (1) samanlaiset. *Harjoitusjakso 1* sisälsi yhdeksän harjoituskertaa ja *harjoitusjakso 2* kahdeksan harjoituskertaa.

Varusmiespalveluksessa poikkeuksellisesti olleet lomapäivät (VMP-lomapäivät, kuvassa 6 harmaalla) johtuivat COVID-19 pandemiatilanteesta johtuneesta ja käsketyistä varusmieskoulutuksen niin kutsutusta 2+2+2 -kierrosta. Tämä tarkoitti varusmiespalveluksessa käytännössä neljän viikon palvelusjaksoa (2+2) sekä kahden viikon lomajaksoa (2).

Tämä tutkimusasetelma kaikkine harjoitteluineen ja mittauksineen muodostettiin mukailemaan varusmiespalveluksen koulutusta. Kaikki mittaustapahtumat ja koeryhmän voimaharjoittelu johdettiin kontrolloidusti. Kuitenkin sotilaalliset harjoitukset, varsinkin ylläpitojakson raskaammat, saattoivat nostaa kokonaiskuormitusta, jolloin heikkokuntoisimmilla täysi potentiaali toimintakyvyssä jäi saavuttamatta. Tämä asetelma ei ollut optimaalinen, mutta jokainen tutkimukseen osallistunut suoritti mittaukset samanlaisen rasituksen jälkeen.

6.2. Koehenkilöt

Koehenkilöt valittiin Satakunnan lennoston Suojauskomppanian II/21 saapumiserän suojausjoukkueesta (ryhmänjohtajat 347 vrk ja miehistö 165 vrk palvelusaika). Tutkimuksen informaatiotilaisuus pidettiin Pirkkalassa Satakunnan lennostossa Suojauskomppanian varusmiehille 12. elokuuta 2021. Informaatiotilaisuus sisälsi oppitunnin tutkimuksesta sekä tutkimuksen tiedotteen tutkittavalle (liite 1).

Informaatiotilaisuuteen osallistui yhteensä 44 varusmiestä, joista 42 oli halukas osallistumaan tutkimukseen. Tutkimukseen osallistuneet 42 henkilöä osallistuivat vapaaehtoisesti. Kaikki osallistuneet olivat miehiä. He kirjoittivat samassa tilaisuudessa kirjallisen suostumuksensa osallistumisestaan tutkimukseen (liite 2).

Informaatiotilaisuudessa koko tutkimusjoukolle (n=42) kerrottiin tutkimuksen tarkoitus, tutkimusjoukon jako edelleen koe- ja kontrolliryhmään sekä tutkimuksen aikajana mittauspäivineen ja harjoitteluineen. Tavoitteellisesti pelaavia tai harjoittelevia urheilijoita kehoitettiin

valitsemaan kontrolliryhmä johtuen tutkimuksen tehtävästä ja tulevasta voimaharjoittelusta, josta olisi muodostunut liian suuri kokonaiskuormitus yksittäiselle henkilölle.

Tämän jälkeen tutkimusjoukolle annettiin mahdollisuus päättää itsenäisesti haluavatko he kuulua koe- vai kontrolliryhmään tutkimuksen ajaksi. Henkilökohtaisen valinnan jälkeen koe-ryhmään valikoitui 23 ja kontrolliryhmään 19 varusmiestä.

Viimeisen mittaustapahtuman (POST) jälkeen koeryhmien jäsenistä valikoitui tilastolliseen tarkasteluun 21 henkilöä. Kahden henkilön osallistumisprosentti (39 % ja 50 %) koko tutkimusjakson voimaharjoittelukertoihin (yhteensä 18 kpl) jäi alhaiseksi. Näin ollen heidän tekemänsä voimaharjoittelu jäi vähäiseksi. Suurin yksittäinen tekijä poissaoloihin voimaharjoittelukerroista oli COVID–19 pandemiatilanne. Tilanteen takia mahdolliset karanteenit sekä koti-hoidot eivät mahdollistaneet osallistumista. Lopullinen tilanne tutkimusjoukon osalta oli koe-ryhmä (n=21) ja kontrolliryhmä (n=19).

Taulukko 3 *Koeryhmän (n= 21) tiedot*

	Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
Ikä (v)	20	1	18	24
Pituus (cm)	178	4	172	186
Paino (kg)	70	8	56	88
BMI (indeksi)	22	2	17	27
12min juoksutesti (m)	2536	294	1870	3000
LKT-pisteet (p)	123	23	72	170

Taulukko 4 *Kontrolliryhmän (n= 19) tiedot*

	Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
Ikä (v)	20	1	19	21
Pituus (cm)	183	4	177	193
Paino (kg)	77	8	64	89
BMI (indeksi)	23	2	19	27
12min juoksutesti (m)	2791	224	2295	3150
LKT-pisteet (p)	133	23	84	153

Taulukossa 3 ja 4 on esitetty koe- ja kontrolliryhmien henkilöiden fyysiset ominaisuudet. Mukana on myös 12 minuutin juoksutestin ja lihaskuntotestin (LKT) tulokset. Näitä ei mitattu tutkimuksen aikana, vaan tulokset ovat varusmiespalveluksen aloituksen fyysisistä toimintakyvyn testeistä heinäkuun alusta 2021.

Hankkeelle saatiin eettinen lupa Maanpuolustuskorkeakoulun tutkimusneuvostolta 23.4.2021 (asiakirjanumero AR8050, Puolustusvoimien asianhallintaportaali). Hankkeen tutkimussuunnitelma ja tutkimuslupahakemus (asiakirjanumero AR10151/21.5.2021) hyväksyttiin Pääesikunnan Henkilöstöosaston päätöksellä 17.6.2021 (asiakirjanumero AR12455).

6.3. Mittaukset

Tutkimusjoukon varmistuttua kaikille tutkimukseen osallistuville henkilöille pidettiin alkukysely. Tällä kartoitettiin aikaisemmat harrastukset, liikuntatottumukset sekä lepoon liittyvät uni- ja nukkumistottumukset. Myös mahdolliset aikaisemmin syntyneet tuki- ja liikuntaelinvammat sekä olemassa olevat kivut kartoitettiin kyselyllä. Alkukyselyn kooste on esitetty liitteessä 3. Alkukyselystä saadut tottumukset ja havainnot on esitetty tuloksissa luvussa 7.1.

Päivittäinen koettu rasitus (Borg, 1998; Kallinen, 2004, s. 38–39) ja päivittäinen koettu edellisen yön unen laatu kerättiin jokaiselta koeryhmän henkilöltä tutkimuksen harjoitusjaksojen ajalta jokaiselta päivältä. Ylläpitojaksolta kerättiin sama koettu rasitus ja uni jakson sisällä olevien sotilaallisten harjoitusten ja loman ajalta kokonaisuutena, esimerkiksi ”koettu uni lomajaksolla”. Viikoittaiseen ohjelmaan merkittiin jokaisen päivän päätteeksi koettu rasitus (RPE, Ratings of Perceived Exertion) asteikoilla 1–10 (1 = ei lainkaan rasitusta, 10 = korkein kokemani rasitus koskaan). Koettu unen laatu merkittiin samalla tavalla päiväkohtaisesti aamuisin asteikolla 1–10 (1 = en nukkunut lainkaan, 10 = nukuin erinomaisesti).

Fyysisten ominaisuuksien mittaukset suoritettiin neljänä eri ajankohtana tutkimuksen aikana. Ensimmäinen alkumittaus (PRE) suoritettiin ennen varsinaista voimaharjoitteluohjelman aloitusta 14.8.2021. Voimaharjoitteluohjelman harjoitusjakson 1 päätyttyä suoritettiin ensimmäinen välimittaus (MID 1) 10.9.2021. Ylläpitojakson kolmannen viikon päätteeksi suoritettiin kevyempi toinen välimittaus (MID 2) 2.10.2021. Neljäs ja viimeinen mittaus (POST) suoritettiin harjoitusjakson 2 päätteeksi 29.10.2021.

Mittaustapahtumat vakioitiin ensimmäisestä mittaustapahtumasta alkaen. Mittauspäivän suoritusten järjestys kirjattiin ylös ja henkilöt noudattivat samaa aikataulua päivän sekä eri suoritusten välillä. Mittauspäivinä laitteet ja välineet olivat samoja. Tutkimusjoukolle näytettiin sekä ohjeistettiin liikkeet ja niiden suoritustekniikat edellisenä päivänä. Samassa suoritusten perehtymiskoulutuksessa koehenkilöt pääsivät kokeilemaan tekniikat ja suoritukset. Tällä pyrittiin minimoimaan oppimisvaikutuksesta johtuvaa suoritusten ja tulosten paranemista (Mala ym. 2015) sekä nostamaan mittausten luotettavuutta.

Mittauspäivän ohjelma alkoi yksikössä tapahtuvalla herätyksellä kello 06:00. Tämän jälkeen *kehon koostumus* mitattiin monitaajuuksisella bioimpedanssimittarilla (InBody 720 ja 770, InBody Co. Ltd., Etelä-Korea). Laitteita oli käytössä kaksi kappaletta ja jokainen tutkimukseen osallistunut henkilö käytti jokaisessa mittauksessa samaa laitetta. Laitteen antamista tiedoista kirjattiin ylös *paino, rasvaton massa, lihasmassa, rasvaprosentti sekä -massa* 0,1 kg tarkkuudella. Tämän jälkeen henkilöiltä mitattiin *pituus* senttimetrin tarkkuudella.

Fyysiset ominaisuudet mitattiin ja arvioitiin eri suorituksilla. Näihin valmistauduttiin huolellisesti johdetulla alkulämmittelyllä, joka toteutettiin samalla kaavalla jokaisena mittauspäivänä. Fyysisten testien suoritusjärjestys oli seuraava:

1. Maksimaalinen voimantuotto
 - 1a. Vauhditon pituushyppy (cm)
 - 1b. Kuntopallon työntö istuma-asennosta (cm)
2. Isometrinen voima
 - 2a. Alaraajat dynamometrillä (kg)
 - 2b. Yläraajat dynamometrillä (kg)
3. Maksimivoima
 - 3a. 3RM maastaveto hex-tangolla (kg, hex-tanko katso kuva 9)
 - 3b. 3RM penkkipunnerrus (kg)
4. Evakuointirata, modifioitu Angeltveitin rata (s)

Loppuverryttely

Liikkeiden sekä suorituskertojen välissä huolehdittiin riittävästä palautumisesta.

Suoritetut mittaukset olivat tutkittaville pääosin tuttuja, mikä lisää tulosten luotettavuutta. Kuntopallon työntö ja isometriset dynamometrit olivat kuitenkin tutkittaville uusia. Nämä kuitenkin eivät vaadi suoritustekniikaltaan monia harjoittelukertoja, vaan ne kyetään suorit-

tamaan pääosin ohjeistuksien jälkeen. Suoritetut mittaukset olivat suurimmaksi osaksi toistettaviksi ja luotettaviksi todettuja.

Jokaisessa mittaustapahtumassa paikalla oli aina samat kaksi henkilöä, jotka vastasivat mitausten suorittamisesta sekä oikeellisuudesta. Toinen näistä henkilöistä oli erittäin kokenut fyysisen toimintakyvyn testaaja. Mittaustapahtumien suorituksissa suorittajia kannustettiin voimakkaasti sanallisesti parhaaseen ja maksimaaliseen suoritukseen. Tästä huolimatta henkilöiden suoritukseen saattoi jäädä voimavaroja, jolloin maksimaalinen fyysinen kapasiteetti jäi käyttämättä.



Kuva 7 Vauhditon pituushyppy ja kuntopallon työntö

Alaraajojen maksimaalista ja räjähtävää voimantuottoa arvioitiin vauhdittomalla pituushyppyllä (kuva 7), jonka tulos kirjattiin senttimetrin tarkkuudella. (Ahtiainen & Häkkinen, 2004, s. 155; Pääesikunta, 2021). Hyppy suoritettiin kumimatolla, joka sisälsi mitta-asteikon. Kumimatton paksuus oli 9 millimetriä (Fysioline, Tampere, Suomi). Hyppy aloitettiin seisoma-asennosta, lähtöasennossa jalat olivat mitta-asteikon ensimmäisen viivan takana sekä lantion leveydellä. Ponnistus tapahtui molemmilla jaloilla ja kädet avustivat heilautuksella liikettä. Myös alastulo oli tapahduttava molemmilla jaloilla, mahdollinen tasapainon menettäminen ja täten taaksepäin otetut askeleet hylkäsivät suorituksen. Hyppyn pituus mitattiin ensimmäisen viivan takareunasta alastulopisteeseen, joka määräytyi alastulon takimmaisen jalan kantapäältä. Koehenkilöt saivat opastuksen liikkeeseen sekä tekniikoihin ja kaksi harjoitushyppyä ennen kolmea varsinaista mittausta. Varsinaisten mittausten paras tulos valittiin tilastolliseen tarkasteluun.

Yläraajojen maksimaalista ja räjähtävää voimantuottoa arviotiin kuntopallon työnnöllä istuma-asennosta (kuva 7), jonka tulos mitattiin senttimetrin tarkkuudella. (Ahtiainen & Häkkinen, 2004, s. 159–160). Kuntopallo (Wrange Pro Line kuntopallo, paino 2 kg) työnnettiin

mahdollisimman pitkälle istuma-asennosta. Näin vartalolihashsten merkitys vähenee verrattuna seisten tehtävistä heitoista tai työnnoistä (Ahtiainen & Häkkinen, 2004, s. 160). Istuma-asennossa selkä oli seinää vasten, alaselän taakse lattianrajaan tuettiin kova vaahtomuovipala. Suoritusasennossa selän, hartioiden sekä takaraivon oli oltava kiinni seinässä. Jalat sekä jalkaterät olivat toisissaan kiinni. Kuntopallon työntö suoritettiin rinnan korkeudelta, molempien käsien terävällä eteenpäin suuntautuvalla työnnöllä. Mittanauha oli asennettu lattiaa vasten, nollakohta asetettuna lattian ja seinän rajaan. Työnnön pituus mitattiin mittanauhan nollakohdasta pallon alastulopisteeseen, joka määräytyi pallon keskipisteestä. Koehenkilöt saivat opastuksen liikkeeseen sekä tekniikoihin ja kaksi harjoitustyöntöä ennen kuutta varsinaista mittausta. Varsinaisten mittausten paras tulos valittiin tilastolliseen tarkasteluun.



Kuva 8 Ala- ja yläraajojen bilateraalin maksimaalisen isometrisen voiman dynamometri

Ala- ja yläraajojen bilateraalin maksimaalinen isometrinen voima mitattiin elektromekaanisella dynamometrillä (kuva 8) (Jalka- ja penkkipunnerrusdynamometri, Jyväskylän yliopisto, Suomi) (Ahtiainen & Häkkinen, 2004, s. 125–149), jonka tulos kirjattiin kilogramman tarkkuudella. Molemmat mittaukset tapahtuivat isometrisesti eli voima tuotettiin paikallaan pysyvään vastukseen. Alaraajojen mittaus tapahtui istuma-asennossa jalkaprässiä muistuttavassa laitteessa, jossa polvikulma oli vakioitu 107 asteeseen. Yläraajojen mittaus muistutti penkkipunnerrusta istuma-asennossa siten, että tanko oli olkapäiden tasolla, kyynärkulma 90 astetta sekä kyynärpäät olkapäiden ja tangon kanssa samalla tasolla. Koehenkilöä ohjeistettiin tuottamaan maksimaalinen voima muutaman sekunnin ajan. Molemmissa testeissä suoritettiin kolme mittausta, joiden välillä oli vähintään 30 sekunnin tauko. Tilastolliseen tarkasteluun valittiin paras tulos kolmesta mittauksesta.



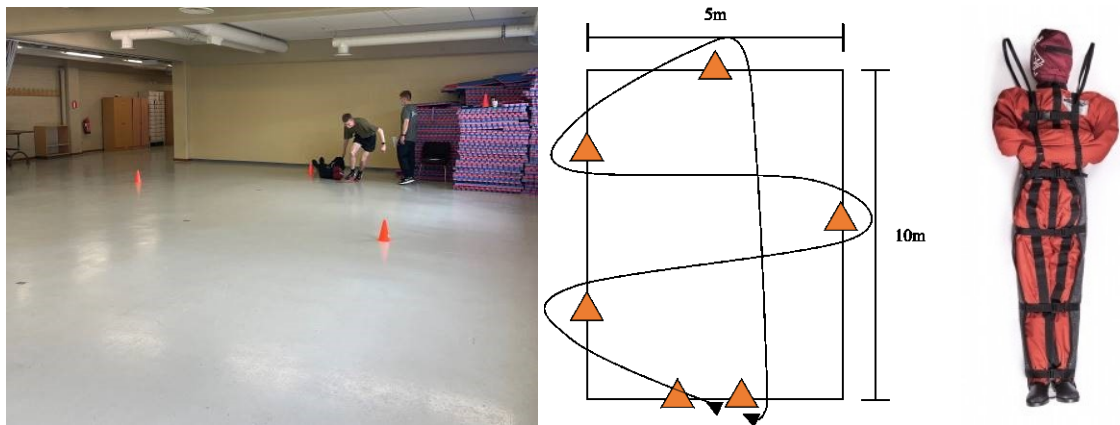
Kuva 9 Maastaveto hex-tangolla

Alaraajojen maksimaalinen voima arvioitiin kolmen toiston maksimisuorituksella (3 RM, 3 Repetition Maximum) maastavedossa (kuva 9), jonka tulos kirjattiin kilogramman tarkkuudella. (Ahtiainen & Häkkinen, 2004, s. 125–149). Tankona maastavedossa käytettiin niin sanottua hex- tai trap-tankoa (Wrangle Hex Tanko, paino 20kg). Alustana toimi painonnostolava (Eleiko Insert Platform for Classic and XF80 Half Rack) tai tasainen kumimatto (Fysioline). Suoritustekniikassa koehenkilöä ohjeistettiin ottamaan tangosta kiinni jalkapohjien ollessa kokonaan lattiassa kiinni ja vetämään kuorma maasta. Yksi suoritus täyttyi, kun koehenkilö oli yläasennossa ojentanut lantionsa täysin suoraksi. Kuorma ei saanut ottaa edellisestä toisosta maasta vauhtia, vaan kuorma piti niin kutsutusti kuolettaa maassa. Otetta parantavia nostoremmejä tai -liinoja ei saanut käyttää. Koehenkilöt lämmittelivät ja kokeilivat pienemmällä painomäärillä ennen varsinaisia mittausyrityksiä. Koehenkilöillä oli kolme yritystä saada maksimaalinen kolmen toiston suoritus aikaan, yritysten välillä oli vähintään kolmen minuutin palautumisaika. Tilastolliseen tarkasteluun valittiin paras tulos kolmesta yrityksestä.



Kuva 10 Penkkipunnerrus

Yläraajojen maksimaalinen voima arvioitiin kolmen toiston maksimisuorituksella (3 RM) penkkipunnerruksessa (kuva 10), jonka tulos kirjattiin kilogramman tarkkuudella. (Ahtiainen & Häkkinen, 2004, s. 125–149). Penkkipunnerruspenkinä käytettiin voimanostoon suunniteltua penkkiä. Suoritustekniikassa koehenkilön jalkapohjat olivat lattiassa kiinni sekä selkä ja pakarat penkissä kiinni. Koehenkilön piti ottaa kuorma telineistä ja laskea se siten, että tanko koskettaa rintaa. Yksi suoritus täyttyi, kun koehenkilö oli työntänyt tangon ylös ja kyynärnivel oli ojentunut suoraksi. Kuorma ei saanut ottaa koehenkilön rinnasta vauhtia, vaan se piti rauhallisesti koskea rintaa. Kuitenkaan totaalista kuorman pysähtymistä rinnalla ei tarvinnut suorittaa. Koehenkilöt lämmittelivät ja kokeilivat pienemmillä painomäärillä ennen varsinaisia mittausyrityksiä. Koehenkilöillä oli kolme yritystä saada maksimaalinen kolmen toiston suoritus aikaan, yritysten välillä oli vähintään kolmen minuutin palautumisaika. Tilastolliseen tarkasteluun valittiin paras tulos kolmesta yrityksestä.



Kuva 11 *Modifioitu Angeltveitin (2016) evakuointirata ja evakuoitava nukke*

Anaerobista suorituskykyä arvioitiin modifioidulla Angeltveitin evakuointiradalla (kuva 11) (Angeltveit ym., 2016), jonka tulos kirjattiin sekunnin sadasosan tarkkuudella. Rata suoritettiin sisätiloissa, kiiltäväksi maalatulla betonialustalla urheiluvarustuksessa. Evakuointirata sisälsi yhteensä neljä kierrosta: kaksi ensimmäistä juosten ja kaksi viimeistä 80 kg painavaa nukkea raahaten (Ruth Lee Casualty Evacuation Training Manikin, Iso-Britannia). Radan suoritus sisälsi kartioiden kiertämistä mahdollisimman nopeasti kartioita kaatamatta. Radan suoritus aloitettiin testin valvojan äänimerkistä ja se päättyi, kun koehenkilö ylitti lähtöviivan neljännen kierroksen päätteeksi. Evakuointirata modifioitiin alkuperäisestä Angeltveitin radasta kooltaan puolta pienemmäksi ja kierrosmäärät kaksinkertaisiksi. Syynä tähän olivat tilojen puute sekä olosuhteiden vakiointi. Näillä pystyttiin suorittamaan testi aina samalla alustalla sekä sisätiloissa.

6.4. Koeryhmän voimaharjoitteluohjelma

Taulukossa 5 on esitetty koeryhmän voimaharjoitteluprotokolla (volyymi ja intensiteetti). Liitteessä 4 on esitetty jokaisessa yksittäisessä voimaharjoituksessa tehdyt pää- ja apuliikkeet, volyyymi sekä intensiteetti yksityiskohtaisesti.

Taulukko 5 *Koeryhmän voimaharjoittelun protokolla sekä mittaustapahtumat*

Harjoitus	1	2	3	4
Viikko 1	PRE	3x10 x 40–50 %		
Viikko 2				
Viikko 3	4x5 x 70–75 %	4x6 x 30–40 %	3x10 x 30–40 %	3x5 x 70–75 %
Viikko 4	4x5 x 80–85 %	4x5 x 35–45 %	4x5 x 80–85 %	
Viikko 5	3x4 x 85–90 %	3x4 x 40–50 %	MID1	
Viikko 6	3x4 x 70–80 %			
Viikko 7				
Viikko 8	MID2			
Viikko 9				
Viikko 10	4x4 x 75–85 %	3x6 x 30–40 %	4x4 x 80–85 %	
Viikko 11	3x4 x 80–90 %	3x5 x 35–45 %	3x4 x 80–90 %	
Viikko 12	3x3 x 85–90 %	3x4 x 40–50 %	POST	

Lihavoitu = mittaustapahtuma, *kursivoitu* = tehoharjoitus

Koeryhmä (n=21) aloitti voimaharjoitteluohjelman ensimmäisen mittaustapahtuman jälkeen. Ensimmäisen mittaustapahtuman jälkeen jokaiselle henkilölle kyettiin määrittelemään kolmen toiston maksimisuoritus (3 RM) maastavedossa hex-tangolla sekä penkkipunnerruksessa. Näin ollen voimaharjoitteluohjelmassa olevat intensiteetit (%) saatiin laskettua. Tällä saatiin voimaharjoitteluohjelman pääliikkeet ohjelmoitua ja suunniteltua mahdollisimman yksilöllisesti. Lisäksi harjoitteluohjelma oli jaksottainen. Huolellinen yksilöllinen ohjelmointi on kriittistä sotilasympäristössä. (Ojanen ym., 2020a; Ojanen, 2022.)

Voimaharjoitteluohjelma suunniteltiin noudattelemaan lineaarista jaksotusta. Lineaarisen jaksotuksen näkee yllä olevasta taulukosta 6 ja liitteessä 5 olevasta koko tutkimuksen aikataulukosta. Lineaarinen jaksotus pitää sisällään kahden eri muuttujan vaihtelun, volyymin ja intensiteetin. Tässä volyymin (sarjat x toistot) määrä laskee lineaarisesti harjoitteluohjelman edetessä, kun taas intensiteetti päinvastoin lisääntyy lineaarisesti. Näin ollen tämän tutkimuksen harjoitusjaksoilla tehtiin kovan intensiteetin (intensiteetti noin 90 % maksimisuorituksesta) ja pienen volyymin (sarjat 3 x toistot 3–4) voimaharjoituksia. (Kraemer & Beeler, 2019, s. 379–382.)

Koeryhmä suoritti voimaharjoitteluohjelman maksimivoimaperiaatteella. Yksi syy tämän tyyppisen harjoitteluohjelman luomiseen ja kovan intensiteetin valitseminen ohjelmaan oli vaihtelun tuominen harjoitusärsykkeeseen. Sotilas- tai varusmieskoulutus voi olla liian yksipuolista, jolloin harjoitusadaptaatio jää vähäiseksi eikä täten kehitä voimaominaisuuksia (Ojanen ym., 2020a.) Lisäksi Spearing ym. (2021) katsauksen mukaan yksittäisen harjoituksen kovalla intensiteetillä on vaikutusta lihasmassan sekä voimaominaisuuksien säilymiseen, vaikka harjoituskertoja vähennettäisiin yhteen kertaan viikossa. Tämä havainto otettiin huomioon ylläpitojaksolla (vain yksi johdettu harjoitus). Vaikka harjoitusohjelma oli intensiteetiltään kova ja osa henkilöistä oli kokemattomia voimaharjoittelussa, henkilöiden nostotekniikoita sekä suorituksia valvottiin jokaisella harjoittelukerralla.

Viikossa tapahtuvia voimaharjoittelukertoja pyrittiin tekemään kolme kappaletta. Tutkimukset ovat osoittaneet, että harjoittelukertoja pitäisi olla enemmän kuin kaksi, jotta voima- ja voimantuottotasoa pystytään säilyttämään sotilasympäristössä. (Santtila ym., 2012; Ojanen ym., 2020a.) Lisäksi valvonta ja ohjaus oli tärkeässä roolissa (Ojanen, 2022). Harjoittelukertoja suoritettiin tutkimuksen aikana yhteensä 20, näistä 2 ensimmäistä kertaa painottui liikkeiden sekä tekniikoiden opettamiseen. Kaikki harjoittelu- sekä mittaustapahtumat olivat ohjattuja ja valvottuja.

Täysiä lepo- tai palautumispäiviä pyrittiin kalenteriviikkoon pitämään yksi päivä. Varusmieskoulutus on hetkellisesti raskasta johtuen esimerkiksi sotilaallisista harjoituksista ja täten kokonaisuormitus voi kasvaa liian suureksi. Tutkimuksessa viikoille, joilla ei ollut sotilaallista harjoitusta, pyrittiin lepo- tai palautumispäivä pitämään viikon päätteeksi viikonloppuna. Ylirasitustiloja tai ylikuntoa käsittelevissä tutkimuksissa on havaittu joko yhden tai kahden täyden lepopäivän pitämisen viikossa vähentävän mahdollista akuuttia ylirasitustilaa (Kraemer & Beeler, 2019, s. 376).

Kolme voimaharjoittelukertaa pyrittiin jakamaan kolmeen erilaiseen harjoituskertaan. Ne olivat sekä ala- että ylävartalon maksimivoimaharjoitukset ja maksimaaliseen voimantuottoon keskittyvä koko vartalon tehoharjoitus. Kokon (2014) tutkimuksessa kahdesti viikossa toteutettu yhdistetty kestävyys- ja voimaharjoittelu ei tuottanut merkittäviä muutoksia ylävartalon maksimaalisessa voimantuotossa.

Yksi maksimaaliseen voimantuottoon keskittyvä harjoitus valittiin tutkimusten tulosten perusteella. Niissä on havaittu maksimaalisen voimantuoton ja sen harjoittamisen olevan tärkeässä roolissa sotilaan toimintakyvyssä sekä sotilastyötehtävissä. (Kraemer & Szivak, 2012; Malamy., 2015; Ojanen ym., 2020a; Ojanen, 2022.)

Viikon sisällä yksittäinen harjoituskerta sisälsi harjoitusjakson 1 ensimmäisellä viikolla pääasiassa koko vartalon voimaharjoituksia ja tehoharjoituksen. Loput harjoitusohjelman viikot sisälsivät ala- ja ylävartalon maksimivoimaharjoituksen sekä yhden tehoharjoituksen. Riippuen päivästä, muun sotilaskoulutuksen tuomasta rasituksesta sekä suunnitellusta ohjelmoinnista yksi harjoitus sisälsi johdetun dynaamista aktivointia noudattelevan alkulämmittelyn, 2–3 pääliikettä sekä 4–6 apuliikettä. Keskivartalon harjoittaminen kuului apuliikkeisiin (liite 4).

Voimaharjoittelukertoja kertyi yhteensä 20 koko tutkimusjakson aikana. Sama henkilö johti harjoituksen 18 kertaa kaikista harjoituskerroista. Yksittäisen harjoituskerran alkulämmittely, kaavat ja ohjeistukset vakioitiin ja tehtiin yhtenevästi jokaisella kerralla.

6.5. Kontrolliryhmän fyysisen toimintakyvyn harjoittelu

Kontrolliryhmä (n=19) harjoitteli tutkimusjakson aikana monipuolisesti eri fyysisen toimintakyvyn harjoitteita (taulukko 6). Ne koostuivat pääosin eri pallopeleistä, juoksuharjoitteista, taakkajuoksusta, kuntopiiriharjoitteista kehon painolla sekä erilaisten painojen avulla. Näitä kaikkia fyysisiä harjoitteita tehdään varusmiespalveluksen aikana monia kertoja, joten ne olivat kontrolliryhmälle tuttuja jo alokasjaksolta.

Kontrolliryhmä harjoitteli viikko-ohjelman mukaisesti ja harjoitteet tehtiin samanaikaisesti koeryhmän kanssa. Täten eroja suoritusajankohtiin päivän tai viikon sisällä ei tullut.

Taulukko 6 *Kontrolliryhmän fyysisen toimintakyvyn harjoittelu sekä mittaustapahtumat*

Harjoitus	1	2	3	4
Viikko 1	PRE	Salibandy		
Viikko 2				
Viikko 3	Salibandy	Juoksuharjoitus	Kuntopiiriharj	Jalkapallo
Viikko 4	Juoksuharjoitus	Kuntopiiriharj	Jalkapallo	
Viikko 5	Juoksuharjoitus	Pesäpallo	MID1	
Viikko 6	Salibandy			
Viikko 7				
Viikko 8	MID2			
Viikko 9				
Viikko 10	Kuntopiiriharj	Sauvakävely	Salibandy	
Viikko 11	Salibandy	Taakkajuoksu	Kuntopiiriharj	
Viikko 12	Salibandy	Intervallijuoksu	POST	

Lihavoitu = mittaustapahtuma

6.6. Tilastolliset menetelmät

Kaikista mittaustuloksista tarkastettiin *normaalijakauma*. Mittaustulosten sekä otannan ollessa pienehkö (koeryhmä $n=21$ ja kontrolliryhmä $n=19$), normaalijakauma testattiin *Shapiro-Wilkin testillä* sekä *hajontakuvioilla*. Lähes kaikki mittaustulokset noudattivat normaalijakaumaa, ei-normaalijakauma on erikseen mainittu tuloksissa. Luonnollisesti mittaustulosten ääripäissä löytyy poikkeavia tuloksia. Ne voivat johtua koehenkilöiden joko harjoittelemattomuudesta (näkyä PRE-testeissä matalana tuloksena) tai voimaharjoitteluliikkeiden kokemuksesta (näkyä testeissä korkeampana tuloksena). Mittauksista saadut tunnusluvut on esitetty keskiarvoina, -hajontoina, miniminä ja maksimina. (Metsämuuronen, 2006.)

Mittaustapahtumat, joiden välillä eroja tarkasteltiin, rajattiin seuraaviin:

PRE \rightarrow MID1, MID1 \rightarrow MID2, MID2 \rightarrow POST ja PRE \rightarrow POST.

Nämä mahdollistavat erojen tarkastelun seuraavasti: saadaanko harjoitusjaksolla 1 kasvatettua voimatasoja (PRE \rightarrow MID1), säilyvätkö mahdollisesti saadut voimatasot ylläpitojaksolla (MID1 \rightarrow MID2), saadaanko mahdollisesti menetetyt voimatasot takaisin ja niitä vielä kasvatettua harjoitusjaksolla 2 (MID2 \rightarrow POST) sekä miten voimatasoja saadaan kasvatettua koko 11 viikon ajanjaksolla (PRE \rightarrow POST).

Tarkastelut koe- ja kontrolliryhmän erojen välillä tehtiin *riippumattomien otosten t-testillä* (Independent Samples T-Test). Evakuointiradan tulokset olivat ainoita, jotka eivät olleet normaalisti jakautuneet. Näiden osalta kyseessä oleva testi suoritettiin *epäparametrisellä testillä* (Wilcoxon Rank Sum (Mann-Whitney U)). Keskiarvo ja -hajontataulukoissa on esitetty tiedot, jos ryhmien tulokset poikkeavat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Tilastollisesti erittäin merkitseväksi arvoksi asetettiin $p < 0,01$ ja merkitseväksi $p < 0,05$. (Metsämuuronen, 2006.)

Tarkastelut ja analyysit saman suorituksen, mutta eri mittaustapahtuman välillä suoritettiin *kaksisuuntaisella t-testillä*. Testien tulokset korjattiin Bonferroni-kertoimella, jolloin p-arvot saatiin vastaamaan todellisuutta. Muuttujien ja muutosten välisiä yhteyksiä tarkasteltiin *Pearsonin korrelaatioanalyysillä*. Näillä saatiin selville kahden eri muuttujan välisten yhteyksien voimakkuuksia. Korrelaatiotaulukoissa on esitetty *r-arvo*. (Metsämuuronen, 2006.)

Tilastolliset analyysit tehtiin ja analysoitiin IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences 25) ohjelmiston avulla. (Metsämuuronen, 2006.)

7. TUTKIMUSTULOKSET

7.1. Aikaisemmat liikuntatottumukset

Alkukyselyssä (liite 3) kartoitettiin muun muassa edellisen kolmen kuukauden aikana tapahtunutta ja arvioitua vapaa-ajan liikunta-aktiivisuutta. Ripeä ja reipas liikunta määriteltiin, että se aiheuttaa jonkin verran hikoilua ja hengästymistä. Koeryhmän (n=21) henkilöistä 14 % ilmoitti liikkuvansa noin kerran viikossa rauhallisesti, 34 % 1–2 kertaa reippaasti ja 52 % vähintään 3 kertaa reippaasti. Kontrolliryhmän (n=19) henkilöistä 6 % ilmoitti, ettei liiku lainkaan viikossa, 17 % 1–2 kertaa reippaasti ja 77 % vähintään 3 kertaa reippaasti.

Koeryhmästä 29 % ilmoitti, ettei harrasta lainkaan lihasvoimaa kehittävää harjoittelua, 24 % kerran viikossa, 38 % 2–3 kertaa viikossa ja 9 % 4 kertaa tai enemmän. Voidaan todeta, että koeryhmästä vähintään yli puolet olivat aloittelijoita voimaharjoittelussa. Näistä, jotka ilmoittivat tekevänsä yli 2 kertaa viikossa lihasvoimaharjoittelua, 40 % kertoi harjoitusten intensiteetin olevan ripeää tai reipasta ja 60 % sen olevan rasittavaa.

7.2. Koe- ja kontrolliryhmän harjoittelu

Taulukko 7 Koe- ja kontrolliryhmän harjoittelun määrät

	Harjoitusjakso 1 (min)	Ylläpitojakso (min)	Harjoitusjakso 2 (min)	Yhteensä (min)	Yhteensä (h)
Koeryhmä	1025	85	610	1720	28,66
Kontrolliryhmä	775	80	560	1415	23,58

Koeryhmän kaikkien henkilöiden osallistuminen kaikkiin voimaharjoittelukertoihin oli keskimäärin 81 %. Harjoitusjakson 1 osallistumisprosentti oli 81 % ja harjoitusjakson 2 osalta 74 %. Harjoitusjakson 2 pienempää prosenttilukua osittain selittää COVID–19 pandemiatilanne ja siitä johtuneet karanteenit, kotihoitot sekä sairaana olot. Kontrolliryhmän henkilöiden osallistumisten seuranta fyysisen toimintakyvyn harjoitteisiin ei ole tutkimuksen ajalta.

Koeryhmä harjoitteli yhteensä 1720 minuuttia koko tutkimuksen aikana. Puolestaan kontrolliryhmän harjoitusmäärä oli 1415 minuuttia. Koeryhmän isompaa harjoittelumäärää selittää osin jokaisen harjoituksen alussa huolellisesti tehty johdettu alkulämmittely, jotta mahdolliset loukkaantumiset saataisiin minimoitua. Kontrolliryhmä ei suorittanut johdettua alkulämmittelyä omissa harjoituksissaan.

Koeryhmän kokonaisharjoittelumäärä jakautui jaksojen välillä seuraavasti: harjoitusjakso 1 1025 min, ylläpitojakso 85 min ja harjoitusjakso 2 610 min. Harjoitusjaksojen 1 ja 2 eroa selittävät seuraavat tekijät: harjoitusjakson 1 alussa tehty liikkeiden ja tekniikoiden opettelu, volyymin lasku sekä intensiteetin kasvu molempien harjoitusjaksojen edetessä sekä kaksi harjoituskertaa vähemmän harjoitusjaksossa 2. Näin harjoitusjaksossa 2 ei tarvinnut enää opetella liikkeitä tai tekniikoita sekä tehdyt sarja- sekä toistomäärät pienenivät (intensiteetin kasvu).

7.3. Kehon koostumus

Taulukossa 8 on esitetty bioimpedanssimittauksesta saadut mittaustulokset, taulukoissa 9–11 on esitetty kehon painon, rasvattoman massan sekä lihasmassan muutokset mittausten välillä.

Taulukko 8 *Kehon koostumusmittausten keskiarvot ja keskihajonnat ryhmittäin (koeryhmä n=15, kontrolliryhmä n=15)*

		PRE	MID1	MID2	POST
Paino (kg)	Koe	66,2 ± 5,3 [#]	67,6 ± 5,2 [#]	67,5 ± 5,0 [#]	67,7 ± 5,0 [#]
	Kontr	76,6 ± 7,9	77,6 ± 7,9	77,9 ± 8,0	77,9 ± 8,0
Rasvaton massa (kg)	Koe	58,4 ± 4,6 [#]	59,4 ± 4,4 [#]	59,1 ± 4,7 [#]	59,6 ± 5,2 [#]
	Kontr	66,3 ± 7,1	66,5 ± 7,1	65,7 ± 7,0	66,2 ± 6,9
Lihasmassa (kg)	Koe	33,1 ± 2,8 [#]	33,8 ± 2,7 [#]	33,7 ± 2,9 [#]	33,9 ± 3,3 [#]
	Kontr	37,8 ± 4,4	37,9 ± 4,4	37,5 ± 4,3	37,8 ± 4,2
Rasvamassa (kg)	Koe	7,8 ± 2,0 [#]	8,2 ± 2,2 [#]	8,4 ± 2,0 [#]	8,1 ± 1,9 [#]
	Kontr	10,2 ± 2,7	11,2 ± 2,5	12,2 ± 2,8	11,7 ± 2,7
Rasvaprosentti (%)	Koe	11,7 ± 2,6	12,1 ± 2,7 [#]	12,5 ± 2,6 [#]	12,0 ± 2,6 [#]
	Kontr	13,4 ± 3,2	14,4 ± 2,8	15,7 ± 3,2	15,0 ± 3,2

[#] = koeryhmän tulos eroaa merkitsevästi kontrolliryhmän tuloksesta p < 0,05

Taulukosta 8 huomataan, että koe- ja kontrolliryhmät sekä mittaustulokset eroavat merkittävästi toisistaan. Ainoastaan PRE-mittauksen rasvaprosentissa ei ollut merkittävää eroa ryhmien välillä. Kontrolliryhmän henkilöt olivat pidempiä sekä suurempikokoisia verrattuna koe-ryhmän henkilöihin.

Taulukko 9 *Kehon painon keskiarvojen muutokset mittausten välillä ryhmittäin (koeryhmä n=15, kontrolliryhmä n=15)*

Mittausväli	Ryhmä	Δ tulos (kg)	Δ muutos (%)	p
PRE – MID1	Koe	1,5 ± 0,9	+2,2	< 0,000***
	Kontr	1,0 ± 1,1	+1,3	0,012*
MID1 – MID2	Koe	-0,2 ± 1,0	-0,2	0,557
	Kontr	0,3 ± 1,3	+0,4	0,333
MID2 – POST	Koe	0,2 ± 1,1	+0,3	0,489
	Kontr	0,0 ± 1,7	0,0	0,988
PRE – POST	Koe	1,5 ± 1,9	+2,6	0,048*
	Kontr	1,4 ± 1,9	+1,8	0,030*

*** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05

Tilastollisesti merkitsevät erot kehon painossa (taulukko 9) molemmilla ryhmillä saatiin PRE-MID1 (Koe 1,6 ± 0,9 kg, p < 0,00; kontr 1,0 ± 1,1 kg, p < 0,05) sekä PRE-POST (Koe 1,5 ± 1,9 kg, p < 0,05; kontr 1,4 ± 1,9 kg, p < 0,05) mittausten välillä.

Taulukko 10 *Kehon rasvattoman massan keskiarvojen muutokset mittausten välillä ryhmittäin (koeryhmä n= 15, kontrolliryhmä n=15)*

Mittausväli	Ryhmä	Δ tulos (kg)	Δ muutos (%)	p
PRE – MID1	Koe	1,1 ± 1,2	+1,8	0,024*
	Kontr	0,1 ± 0,9	+0,2	0,607
MID1 – MID2	Koe	-0,4 ± 1,4	-0,7	0,291
	Kontr	-0,7 ± 1,1	-1,1	0,210
MID2 – POST	Koe	0,6 ± 1,1	+0,9	0,396
	Kontr	0,5 ± 1,0	+0,8	0,534
PRE – POST	Koe	1,2 ± 2,3	+2,1	0,366 #
	Kontr	-0,1 ± 1,1	-0,2	0,680

*** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05

Koeryhmän muutos eroaa merkittävästi (p < 0,05) kontrolliryhmän muutoksesta

Ainoa tilastollisesti merkitsevä muutos kehon rasvattomassa massassa (taulukko 10) saatiin koeryhmällä ($1,0 \pm 1,2$ kg, $p < 0,05$) PRE-MID1 mittausten välillä. Ryhmien välinen muutosten ero havaittiin vain PRE-POST välillä, tässä ei kuitenkaan kummallakaan ryhmällä ollut muutoksessa merkitsevää eroa (koe $p = 0,36$; kontr $p = 0,68$).

Taulukko 11 *Kehon lihasmassan keskiarvojen muutokset mittausten välillä ryhmittäin (koeryhmä $n = 15$, kontrolliryhmä $n = 15$)*

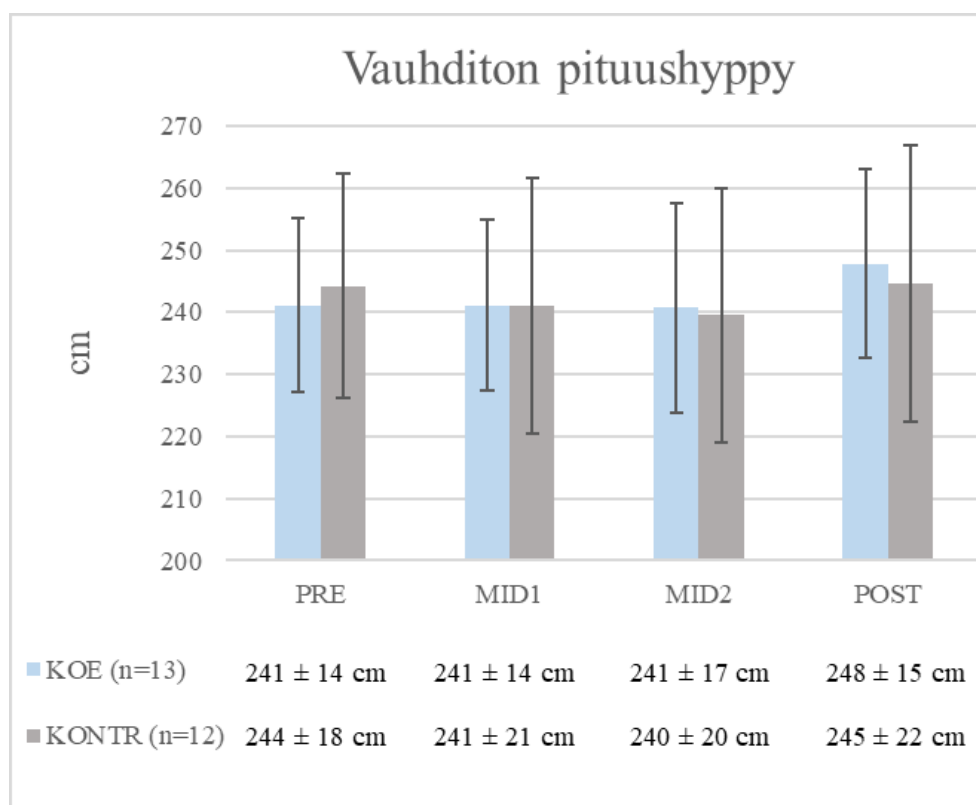
Mittausväli	Ryhmä	Δ tulos (kg)	Δ muutos (%)	p
PRE – MID1	Koe	$0,8 \pm 0,7$	+2,3	0,006 ^{**} #
	Kontr	$0,2 \pm 0,5$	+0,4	0,257
MID1 – MID2	Koe	$-0,1 \pm 0,9$	-0,3	0,705
	Kontr	$-0,4 \pm 0,6$	-1,0	0,258
MID2 – POST	Koe	$0,2 \pm 0,7$	+0,7	0,205
	Kontr	$0,2 \pm 0,7$	+0,6	0,214
PRE – POST	Koe	$0,9 \pm 1,5$	+2,7	0,228 [#]
	Kontr	$0,0 \pm 0,7$	0,0	0,944

*** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$

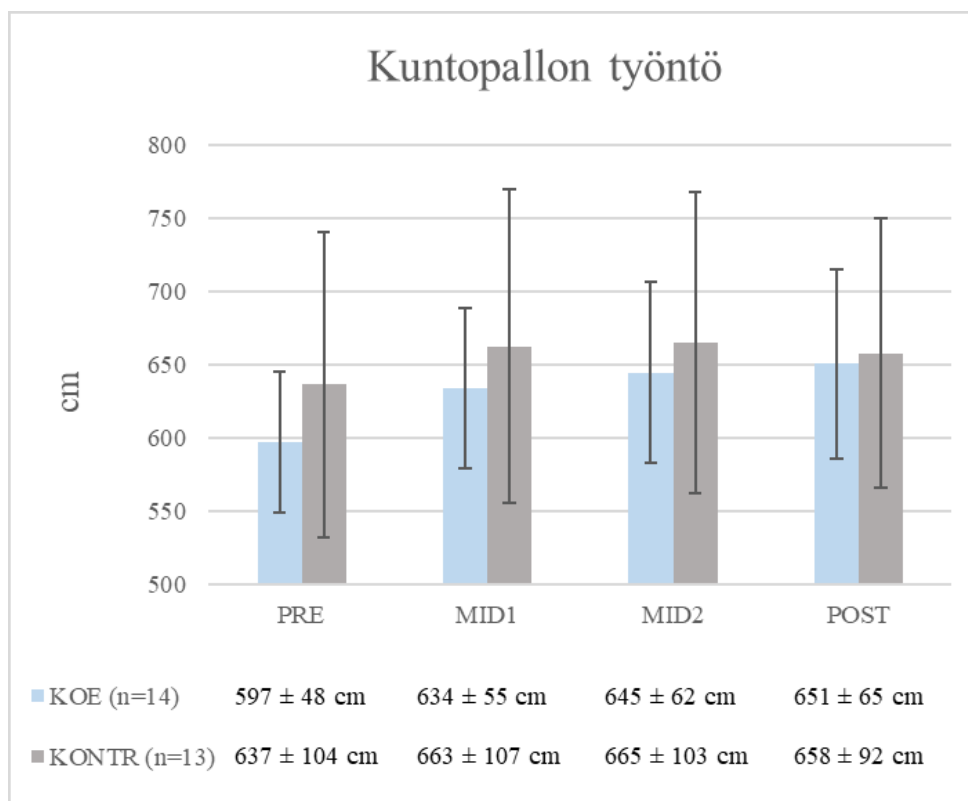
Koeryhmän muutos eroaa merkitsevästi ($p < 0,05$) kontrolliryhmän muutoksesta

Kehon lihasmassan osalta ainoa merkitsevä muutos havaittiin koeryhmällä PRE-MID1 mittaustvälillä ($0,8 \pm 0,7$, $p < 0,01$). Lisäksi koeryhmän muutos PRE-MID1 ja PRE-POST mittaustväleillä eroaa merkitsevästi ($p < 0,05$) kontrolliryhmän muutoksesta.

7.4. Maksimaalinen voimantuotto



Kuvaaja 1 *Vauhdittoman pituushyppyn keskiarvot ja keskihajonnat mittausten välillä ryhmittäin (koeryhmä n=13, kontrolliryhmä n=12)*



Kuvaaja 2 *Kuntopallon työntö keskiarvot ja keskihajonnat mittausten välillä ryhmittäin (Koeryhmä n=14, kontrolliryhmä n=13)*

Koe- ja kontrolliryhmän absoluuttisten tulosten erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä kummassakaan maksimaalisen voimantuoton testissä (kuvaajat 1–2). Kummankaan ryhmän tulokset vauhdittomassa pituushypyssä eivät muuttuneet paljoa tutkimusjakson aikana eri mittauksissa. Koeryhmän keskiarvotulos pysyi lähes identtisesti samana kolmessa ensimmäisessä mittaustapahtumassa ja lopuksi parantuen viimeisessä mittauksessa.

Taulukko 12 *Vauhdittoman pituushypyn keskiarvojen muutokset mittausten välillä ryhmittäin (koeryhmä n=13, kontrolliryhmä n=12)*

Mittausväli	Ryhmä	Δ tulos (cm)	Δ muutos (%)	p
PRE – MID1	Koe	0,0 ± 9,3	0,00	1,000
	Kontr	-3,2 ± 5,5	-1,30	0,444
MID1 – MID2	Koe	-0,5 ± 11,9	-0,19	0,891
	Kontr	-1,6 ± 6,3	-0,66	0,401
MID2 – POST	Koe	7,1 ± 13,5	+2,97	0,480
	Kontr	5,2 ± 3,7	+2,15	0,001**
PRE – POST	Koe	6,7 ± 8,3	+2,78	0,078
	Kontr	0,4 ± 9,6	+0,17	0,883

*** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05

Vauhdittoman pituushypyn mittausvälien muutoksissa (taulukko 12) ainoa tilastollisesti merkitsevä muutos oli kontrolliryhmän MID2-POST väli (5,2 ± 3,7 cm, p < 0,01). Suurimmat muutokset koeryhmällä havaittiin MID2-POST ja PRE-POST mittausten välillä, kontrolliryhmällä MID2-POST välillä.

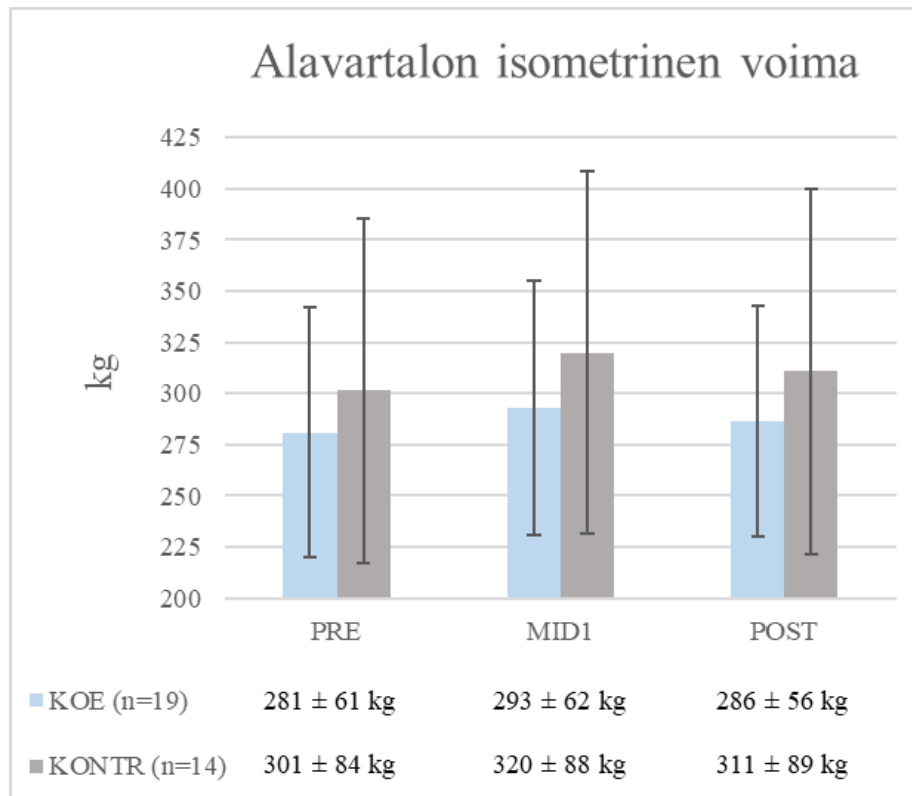
Taulukko 13 *Kuntopallon työnnön keskiarvojen muutokset mittausten välillä ryhmittäin (koeryhmä n=14, kontrolliryhmä n=13)*

Mittausväli	Ryhmä	Δ tulos (cm)	Δ muutos (%)	p
PRE – MID1	Koe	37,2 ± 36,6	+6,4	0,012*
	Kontr	22,9 ± 24,9	+3,6	0,006**
MID1 – MID2	Koe	10,4 ± 28,8	+1,6	0,170
	Kontr	6,2 ± 42,8	+0,9	0,613
MID2 – POST	Koe	6,1 ± 21,2	+1,0	0,298
	Kontr	-7,9 ± 33,4	-1,1	0,440
PRE – POST	Koe	53,8 ± 41,3	+9,1	0,001**
	Kontr	21,6 ± 45,2	+3,4	0,660

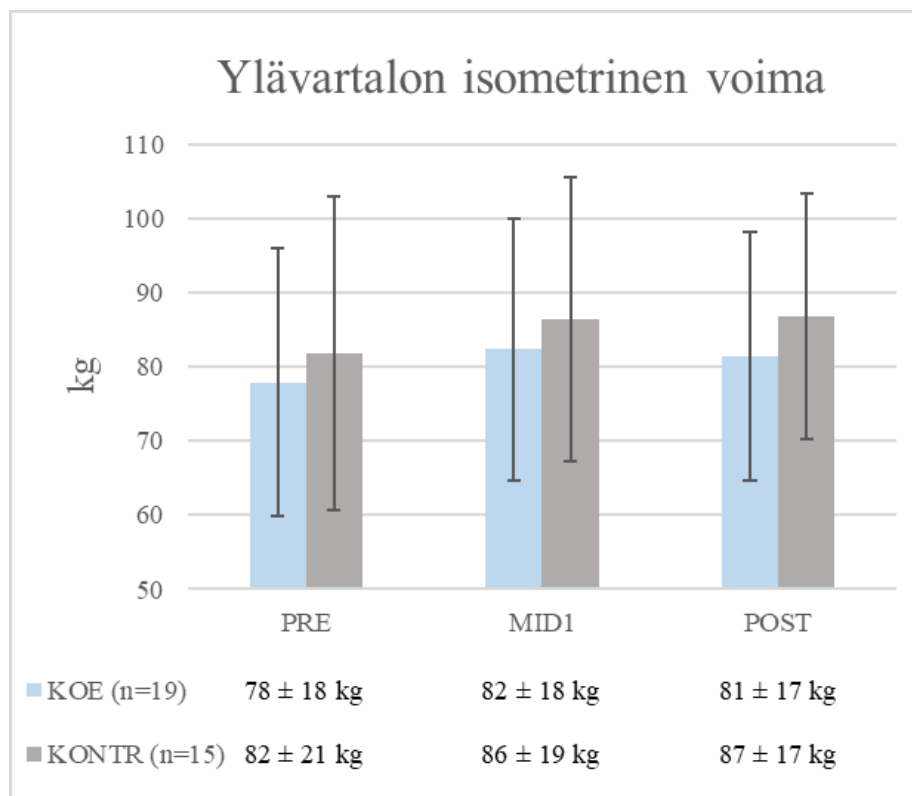
*** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05

Kuntopallon työnnössä (taulukko 13) molempien ryhmien muutos parantui keskimääräisesti PRE-MID1 välillä merkitsevästi (koe $37,2 \pm 36,6$ cm, $p < 0,05$; kontr $22,9 \pm 24,9$ cm, $p < 0,01$). Lisäksi merkitsevä muutos löytyi koeryhmän PRE-POST mittausvälillä ($53,8 \pm 41,3$ cm, $p < 0,01$).

7.5. Maksimaalinen isometrinen voima



Kuvaaja 3 Alavartalon maksimaalisen isometrisen voiman testin keskiarvot ja keskihajonnat mittausten välillä ryhmittäin (Koeryhmä n=19, kontrolliryhmä n=14)



Kuvaaja 4 Ylävartalon maksimaalisen isometrisen voiman testin keskiarvot ja keskihajonnat mittausten välillä ryhmittäin (Koeryhmä n=19, kontrolliryhmä n=15)

Koe- ja kontrolliryhmän absoluuttisten tulosten erot (kuvaajat 3–4) eivät olleet tilastollisesti merkitseviä kummassakaan isometrisessä testissä. Isometrisen alavartalon voiman absoluuttisten mittaustulosten keskihajonnat ovat molemmilla ryhmillä jokaisessa mittaustapahtumassa varsin suuria (keskihajontojen väli 60,9–89,5 cm).

Lähes kaikki mittaustapahtumien absoluuttiset tulokset nousivat molemmissa isometrisissä testeissä MID1-mittauksessa ja laskivat jälleen POST-mittauksessa, poikkeuksena kontrolliryhmän POST-mittauksen tulos ylävartalon mittauksessa.

Taulukko 14 *Alavartalon maksimaalisen isometrisen voiman keskiarvojen muutokset mittaus-*
ten välillä ryhmittäin (koeryhmä n=19, kontrolliryhmä n=14)

Mittausväli	Ryhmä	Δ tulos (kg)	Δ muutos (%)	p
PRE – MID1	Koe	17,8 ± 29,1	+5,9	0,108
	Kontr	18,6 ± 32,0	+6,2	0,294
MID1 – POST	Koe	-16,3 ± 33,7	-5,3	0,270
	Kontr	-9,1 ± 12,2	-2,7	0,090
PRE – POST	Koe	0,8 ± 27,8	+0,3	0,896
	Kontr	9,4 ± 38,0	+3,1	0,370

*** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05

MID2 ei mitattu isometristä voimaa

Kummankaan ryhmän keskimääräisissä muutoksissa ei havaittu merkitseviä eroja alavartalon isometrisessä maksimaalisessa voimassa (taulukko 14), vaikka keskiarvotulokset nousivat MID1-mittauksessa ja laskivat edelleen POST-mittauksessa.

Taulukko 15 *Ylävartalon maksimaalisen isometrisen voiman keskiarvojen muutokset mittaus-*
ten välillä ryhmittäin (koeryhmä n=19, kontrolliryhmä n=15)

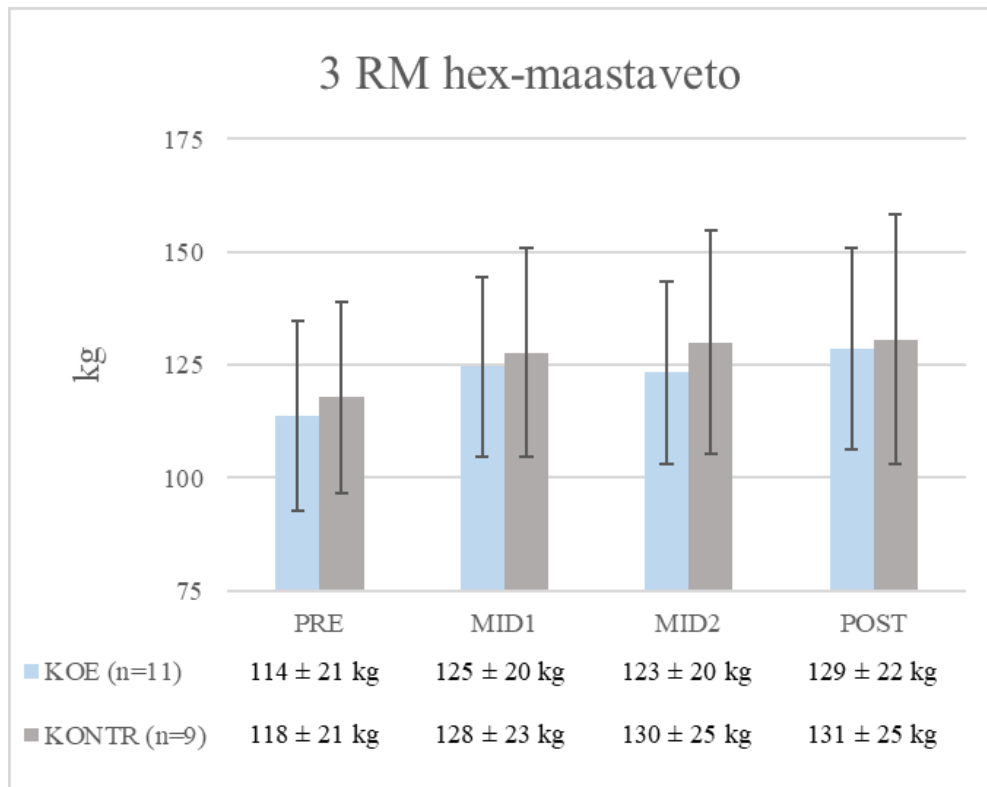
Mittausväli	Ryhmä	Δ tulos (kg)	Δ muutos (%)	p
PRE – MID1	Koe	4,4 ± 4,1	+5,7	0,001**
	Kontr	4,5 ± 5,1	+5,5	0,02*
MID1 – POST	Koe	-0,9 ± 6,9	-1,1	0,578
	Kontr	0,3 ± 4,6	+0,3	0,824
PRE – POST	Koe	3,5 ± 7,1	+4,5	0,258
	Kontr	4,8 ± 7,2	+5,9	0,132

*** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05

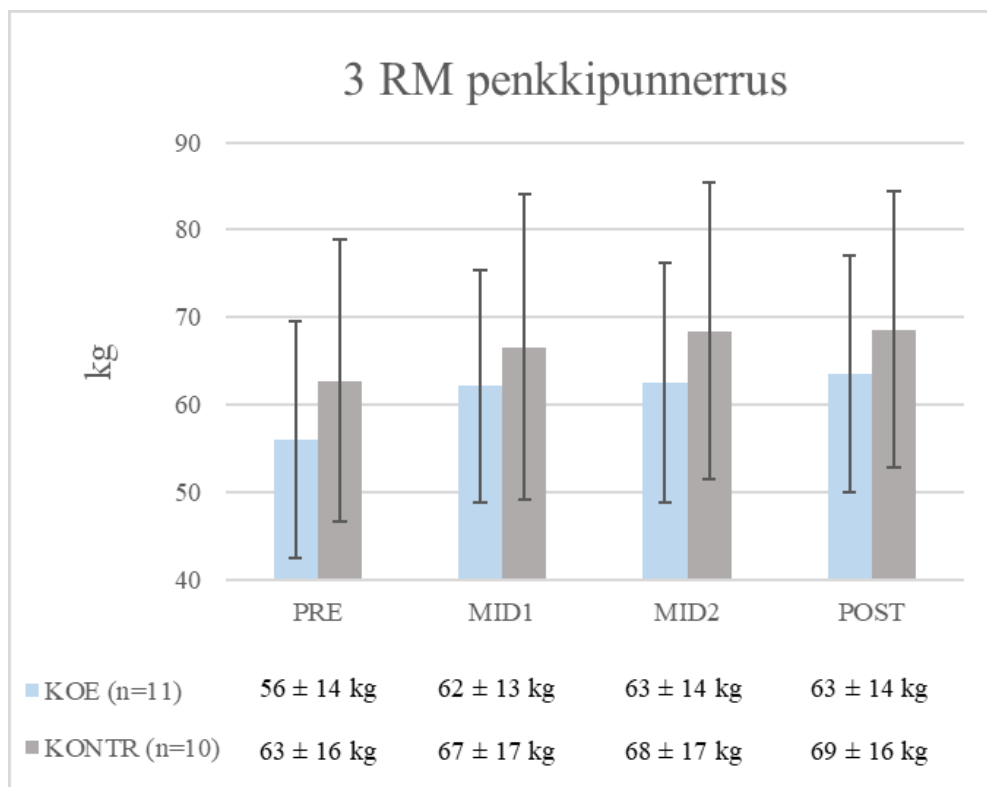
MID2 ei mitattu isometristä voimaa

Ylävartalon maksimaalisen voiman muutoksissa (taulukko 15) havaittiin tilastollisesti merkitsevät erot molemmilla ryhmillä PRE-MID1 mittausvälillä (koe $4,4 \pm 4,1$ kg, $p < 0,01$; kontr $4,5 \pm 5,1$ kg, $p < 0,05$). Vaikka PRE-MID1 mittausvälin muutokset olivat merkitseviä, niitä ei kuitenkaan havaittu koko tutkimuksen PRE-POST välillä voiman kasvusta huolimatta.

7.6. Maksimivoima



Kuvaaja 5 3 RM maastavedon hex-tangolla keskiarvot ja keskihajonnat mittausten välillä ryhmittäin (Koeryhmä n=11, kontrolliryhmä n=9)



Kuvaaja 6 3 RM penkkipunnerruksen keskiarvot ja keskihajonnat mittausten välillä ryhmittäin (Koeryhmä n=11, kontrolliryhmä n=10)

Molemmat ryhmät saivat parannettua absoluuttisia tuloksiaan maksimivoimassa (kuvaajat 5–6) kaikkien mittausten välillä, pois lukien koeryhmä maastavedossa mittausvälillä MID1–MID2 sekä kontrolliryhmä penkki-punnerruksessa mittausvälillä MID2–POST. Koe- ja kontrolliryhmän absoluuttisten tulosten erot ryhmien välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä kummassakaan maksimivoiman testissä.

Taulukko 16.3 RM maastavedon hex-tangolla keskiarvojen muutokset mittausten välillä ryhmittäin (koeryhmä $n=11$, kontrolliryhmä $n=9$)

Mittausväli	Ryhmä	Δ tulos (kg)	Δ muutos (%)	p
PRE – MID1	Koe	10,9 ± 5,4	+10,3	< 0,000***
	Kontr	10,0 ± 9,7	+8,7	0,09
MID1 – MID2	Koe	-0,9 ± 5,8	-0,7	0,617
	Kontr	2,2 ± 8,3	+1,8	0,447
MID2 – POST	Koe	6,1 ± 8,0	+5,1	0,174
	Kontr	0,6 ± 5,3	+0,1	0,760
PRE – POST	Koe	16,1 ± 10,3	+14,9	0,002**
	Kontr	12,8 ± 14,8	+10,8	0,192

*** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$

Alavartalon maksimivoiman mittauksissa (taulukko 16) koeryhmä sai tilastollisesti erittäin merkitsevät muutokset PRE–MID1 ($10,9 \pm 5,4$ kg, $p < 0,00$) ja PRE–POST ($16,1 \pm 10,3$ kg, $p < 0,01$) mittausväleillä. Myös kontrolliryhmä sai parannettua maksimivoimatasojaan samoilla mittausväleillä, mutta muutokset eivät olleet merkitseviä. Ainoa alavartalon maksimivoiman keskiarvotulosten lasku tapahtui koeryhmällä ylläpitojaksolla MID1–MID2 välillä ($-0,9 \pm 5,8$ kg). Koeryhmä sai nostettua maksimivoimatasoja maastavedossa jälleen harjoitusjaksolla 2 (MID2–POST $6,1 \pm 8,0$ kg).

Taulukko 17.3 RM penkkipunnerruksen keskiarvojen muutokset mittausten välillä ryhmittäin (koeryhmä n=11, kontrolliryhmä n=12)

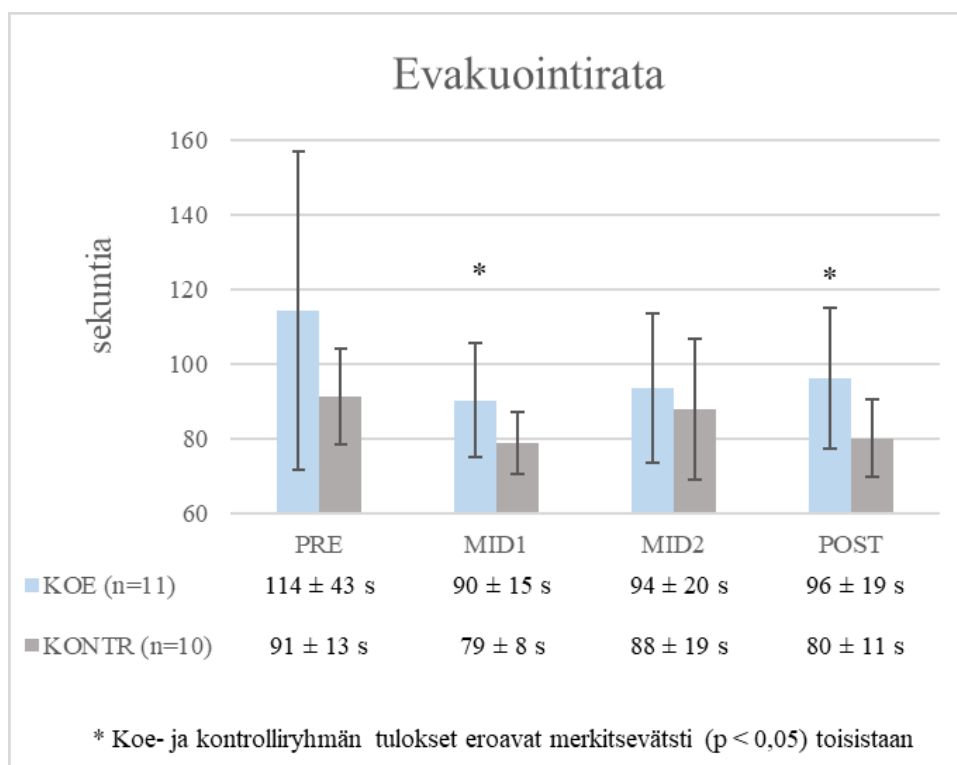
Mittausväli	Ryhmä	Δ tulos (kg)	Δ muutos (%)	p
PRE – MID1	Koe	6,5 ± 2,6	+12,7	< 0,000 ^{***} #
	Kontr	4,3 ± 3,3	+6,9	0,018 [*]
MID1 – MID2	Koe	0,7 ± 2,8	+1,0	0,365
	Kontr	2,0 ± 3,7	+3,7	0,120
MID2 – POST	Koe	0,7 ± 4,8	+1,6	0,374
	Kontr	-0,5 ± 3,5	-0,3	0,662
PRE – POST	Koe	8,0 ± 5,5	+15,7	0,006 ^{**}
	Kontr	5,8 ± 4,4	+10,2	0,018 [*]

^{***} p<0,001, ^{**} p<0,01, ^{*} p<0,05

Koeryhmän muutos eroaa merkitsevästi (p < 0,05) kontrolliryhmän muutoksesta

Ylävartalon maksimivoiman mittausten muutoksissa (taulukko 17) saatiin saman suuntaisia tuloksia kuin alavartalon muutoksissa. Molempien ryhmien PRE-MID1 (koe 6,5 ± 2,6 kg, p < 0,00; kontr 4,3 ± 3,3 kg, p < 0,05) sekä PRE-POST (koe 8,0 ± 5,5 kg, p < 0,01; kontr 5,8 ± 4,4 kg, p < 0,05) mittausvälien muutokset olivat tilastollisesti merkitseviä tai erittäin merkitseviä. Lisäksi PRE-MID1 mittausvälin koeryhmän muutos eroaa merkitsevästi (p < 0,05) kontrolliryhmän muutoksesta. Huomattavaa on, että molempien ryhmien ylläpitojakson päätteeksi mitattu penkkipunnerruksen tulos (MID1-MID2) oli noussut hieman.

7.7. Anaerobinen suorituskyky



Kuvaaja 7 Anaerobisen suorituskyvyn testin keskiarvot ja keskihajonnat mittausten välillä ryhmittäin (koeryhmä $n=11$, kontrolliryhmä $n=10$)

Evakuointiradan tulokset olivat tutkimuksessa ainoat, jotka eivät olleet normaalisti jakautuneita. (Epäparametrisen Friedmanin kahdensuuntaisen ANOVA-testin koko statistiikka: koe 14,127, kontrolli 16,680). Koeryhmän evakuointiradan tulokset (kuvaaja 7) MID1- ja POST-mittauksissa erosivat merkitsevästi ($p < 0,05$) kontrolliryhmän tuloksista.

Taulukko 18 Evakuointiradan keskiarvojen muutokset mittausten välillä ryhmittäin (koeryhmä $n=11$, kontrolliryhmä $n=10$)

Mittausväli	Ryhmä	Δ tulos (s)	Δ muutos (%)	p
PRE – MID1	Koe	-23,9 ± 30,9	-20,9	0,002**
	Kontr	-12,6 ± 9,6	-13,8	0,001***
MID1 – MID2	Koe	3,2 ± 10,3	+3,6	1,000
	Kontr	9,0 ± 15,2	+11,5	0,146
MID2 – POST	Koe	2,6 ± 10,1	+2,8	1,000
	Kontr	-7,7 ± 15,7	-8,7	0,995
PRE – POST	Koe	-18,1 ± 29,3	-15,8	0,285
	Kontr	-11,2 ± 11,4	-12,3	0,019*

*** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$

Molemmat ryhmät paransivat evakuointiradan suoritusajansa (taulukko 18) tilastollisesti erittäin merkitsevästi PRE-MID1 mittausvälillä (koe $-23,9 \pm 30,9$ s, $p < 0,01$; kontr $-12,6 \pm 9,6$ s, $p < 0,01$). Lisäksi kontrolliryhmällä havaittiin merkitsevä muutos PRE-POST mittausvälillä ($-11,2 \pm 11,4$ s, $p < 0,05$).

Suoritusajan muutokset kasvoivat molemmilla ryhmillä mittausväleillä MID1-MID2, kuitenkin keskiarvallisesti muutokset eivät olleet merkitseviä. Puolestaan MID2-POST mittausvälin muutoksissa koeryhmän keskimääräinen suoritus aika heikkeni ja kontrolliryhmän suoritus aika parani.

7.8. Kuorma, volyymi, RPE ja uni

Taulukko 19 *Harjoitusjakso 1 (n=19)*

9 harjoitusta	Kuorma	Volyymi (kg)	RPE (ka)	Uni (ka)
Viikko 1	1717 ± 563	7503 ± 2633	3,6 ± 1,2	6,8 ± 1,1
Viikko 2	1757 ± 441	7619 ± 1958	3,8 ± 1,2	7,0 ± 1,3
Viikko 3	1079 ± 163	3914 ± 911	4,0 ± 1,2	6,9 ± 1,0
Koko jakso	4553 ± 563	19035 ± 4990	3,8 ± 1,0	6,9 ± 1,0

Taulukko 20 *Ylläpitojakso (n=15)*

1 harjoitus	Kuorma	Volyymi (kg)	RPE (ka)	Uni (ka)
Sotilaallinen harjoitus 1			3,8 ± 1,2	6,5 ± 1,3
Lomajakso			3,4 ± 1,8	8,1 ± 0,9
Sotilaallinen harjoitus 2			7,9 ± 1,8	2,1 ± 1,4
Koko jakso	436 ± 78	1991 ± 499	5,0 ± 1,1	5,6 ± 0,8

Taulukko 21 *Harjoitusjakso 2 (n=18)*

8 harjoitusta	Kuorma	Volyymi (kg)	RPE (ka)	Uni (ka)
Viikko 1	778 ± 389	4369 ± 2316	3,2 ± 1,3	6,7 ± 2,1
Viikko 2	1033 ± 370	5122 ± 1450	3,8 ± 1,4	7,2 ± 0,9
Viikko 3	818 ± 233	2928 ± 1119	4,5 ± 1,1	6,5 ± 0,8
Koko jakso	2629 ± 727	12419 ± 3635	3,8 ± 1,1	6,8 ± 1,0

Taulukoissa 19–21 on esitetty koeryhmän voimaharjoittelun tehty kuorma ja volyymi. Kuorma koostui yksittäisen harjoituskerran kestosta (min) kerrottuna harjoituskerran koetulla rasituksella (RPE). Näiden lisäksi eri jaksoilta kerättiin erillinen päivittäinen koettu rasitus (RPE) ja uni (asteikoilla 1–10).

Harjoitusjaksojen eroa selittää yhden harjoituksen ero sekä harjoitusjakson 1 korkeampi harjoitusten volyymi (sarjat x toistot x kuorma). Harjoittelun edetessä yksittäisen voimaharjoi-

tuksen intensiteetti kasvoi ja volyyymi pieneni. Tästä osin selittyy volyymin ero harjoitusjaksojen välillä (harjoitusjakso 1 19035 ± 4490 kg; harjoitusjakso 2 12419 ± 3635 kg). Harjoitusjaksojen sisällä on viikoittaisia kuorman ja volyymin eroja. Varsinkin molemmissa viikon 3 pienempää määrää selittää vähintään yksi voimaharjoitus vähemmän verrattuna viikkoihin 1 ja 2. Volyymin kokonaismäärään laskettiin pääliikkeiden kokonaiskuorma.

Viikoittaisessa koetussa rasituksessa oli pieniä eroja, mutta kokonaisuudeltaan harjoitusjaksot olivat samanlaisia (harjoitusjakso 1 $3,8 \pm 1,0$; harjoitusjakso 2 $3,8 \pm 1,1$). Molemmat kolmen viikon jaksot noudattelivat samantyylistä varuskoulutuksen rakennetta taisteluampumaharjoituksineen, taistelu- ja fyysisen toimintakyvyn koulutuksineen. Ylläpitojakson koettua räsitusta nosti selvästi sotilaallinen harjoitus 2 ($7,9 \pm 1,8$). Puolestaan lomajakson koettu räsitus koostui todennäköisesti omasta fyysisestä aktiivisuudesta ja muusta harjoittelusta.

Voidaan katsoa, että koetun unen osalta molemmat harjoitusjaksot olivat samanlaisia (harjoitusjakso 1 keskiarvo $6,9 \pm 1,0$; harjoitusjakso 2 $6,8 \pm 1,0$). Molemmissa harjoitusjaksoissa viikko 2 oli keskimääräisesti paremmin koettu viikko unen osalta. Puolestaan ylläpitojakson koettu uni oli lomaviikoilla korkea ($8,1 \pm 0,9$), ensimmäisessä sotilaallisessa harjoituksessa matalampi ($6,5 \pm 1,3$) ja toisessa harjoituksessa erittäin matala ($2,1 \pm 1,4$).

7.9. Muuttujien väliset yhteydet

Taulukko 22 Korrelaatiotaulukko PRE koeryhmä (n=11)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Pituus												
2. Paino	-0,96											
3. Rasvaton massa	-0,069	0,964**										
4. Lihasmassa	-0,117	0,936**	0,996**									
5. Rasvamassa	-0,111	0,453	0,166	0,117								
6. Rasvaprosentti	-0,085	0,136	-0,165	-0,214	0,944**							
7. Vauhditon pituushyppy	-0,111	0,146	0,190	0,193	-0,086	-0,124						
8. Kuntopallon työntö	0,091	0,214	0,205	0,196	0,096	0,051	0,550					
9. Isometrinen alavartalo	-0,658*	0,630*	0,709*	0,745**	-0,036	-0,272	0,254	-0,017				
10. Isometrinen ylävartalo	-0,449	0,752**	0,785**	0,797**	0,138	-0,111	0,267	0,063	0,888**			
11. Maastaveto	-0,553	0,593	0,633*	0,667*	0,069	-0,137	0,361	-0,090	0,858**	0,872**		
12. Penkki-punnerrus	-0,498	0,682*	0,729*	0,752*	0,075	-0,169	0,279	-0,030	0,837**	0,870**	0,909**	
13. Evakuointi	0,622*	-0,612*	-0,584	-0,598	-0,275	-0,082	-0,246	-0,416	-0,642*	-0,605*	-0,537	-0,713*

**p<0,01, *p<0,05

Taulukko 23 Korrelaatiotaulukko MID1 koeryhmä (n=11)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Pituus																
2. Paino	-0,127															
3. Rasvaton massa	-0,076	0,953**														
4. Lihasmassa	-0,132	0,939**	0,955**													
5. Rasvamassa	-0,185	0,419	0,124	0,091												
6. Rasvaprosentti	-0,177	0,057	-0,247	-0,278	0,929**											
7. Vauhditon pituushyppy	-0,253	0,481	0,385	0,401	0,421	0,278										
8. Kuntopallon työntö	-0,167	0,016	0,008	0,024	0,028	0,060	0,673*									
9. Isometrinen alavartalo	-0,621*	0,606*	0,658*	0,695*	0,012	-0,244	0,185	-0,035								
10. Isometrinen ylävartalo	-0,387	0,727*	0,707*	0,715*	0,261	0,015	0,339	0,215	0,764**							
11. Maastaveto	-0,632*	0,659*	0,600	0,635*	0,360	0,140	0,539	0,215	0,753**	0,868**						
12. Penkki-punnerrus	-0,538	0,697*	0,713*	0,738**	0,149	-0,103	0,295	0,142	0,743**	0,862**	0,881**					
13. Evakuointi	0,566	-0,560	-0,526	-0,519	-0,256	-0,086	-0,255	-0,110	-0,508	-0,412	-0,442	-0,554				
14. HJ1 kuorma	-0,208	0,397	0,349	0,333	0,254	0,131	-0,023	-0,055	0,620*	0,654*	0,468	0,375	-0,346			
15. HJ1 volyyymi	-0,573	0,617*	0,608*	0,649*	0,198	-0,023	0,541	0,263	0,714*	0,818*	0,971**	0,892**	-0,426	0,403		
16. HJ1 RPE	-0,120	0,377	0,430	0,423	-0,055	-0,193	0,175	0,195	0,523	0,714*	0,560	0,495	-0,296	0,774**	0,603*	
17. HJ1 uni	0,026	-0,086	-0,077	-0,050	-0,050	-0,028	0,148	0,126	-0,374	-0,473	-0,282	-0,138	0,026	-0,814**	-0,241	-0,812**

**p<0,01, *p<0,05

HJ1 = Harjoitusjakso 2 (PRE-MID1 mittausten välissä)

Taulukko 24 Korrelaatiotaulukko MID2 koeryhmä (n=11)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Pituus										
2. Paino	-0,124									
3. Rasvaton massa	-0,082	0,978**								
4. Lihasmassa	-0,131	0,968**	0,996**							
5. Rasvamassa	-0,218	0,332	0,129	0,100						
6. Rasvaprosentti	-0,156	-0,202	-0,401	-0,426	0,856**					
7. Vauhditon pituushyppy	0,055	0,053	0,007	0,002	0,222	0,184				
8. Kuntopallon työntö	0,025	0,152	0,201	0,204	-0,188	-0,277	0,670*			
9. Maastaveto	-0,512	0,709*	0,682*	0,711*	0,288	-0,089	-0,041	0,182		
10. Penkki-punnerrus	-0,576	0,716*	0,719*	0,736**	0,155	-0,230	-0,312	-0,085	0,826**	
11. Evakuointi	0,513	-0,816**	-0,797**	-0,798**	-0,277	0,157	0,059	-0,077	-0,659*	-0,856**

** p<0,01, * p<0,05

MID2-mittauksessa ei mitattu isometristä voimaa

Taulukko 25 Korrelaatiotaulukko POST koeryhmä (n=11)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Pituus																
2. Paino	-0,146															
3. Rasvaton massa	-0,094	0,979**														
4. Lihasmassa	-0,135	0,968**	0,997**													
5. Rasvamassa	-0,191	-0,260	-0,453	-0,488												
6. Rasvaprosentti	-0,096	-0,601	-0,752**	-0,777**	0,927**											
7. Vauhditon pituushyppy	-0,008	0,488	0,495	0,490	-0,205	-0,350										
8. Kuntopallon työntö	-0,166	0,287	0,287	0,291	-0,101	-0,191	0,873**									
9. Isometrinen alavartalo	-0,620*	0,671*	0,708*	0,741**	-0,416	-0,606	0,463	0,393								
10. Isometrinen ylävartalo	-0,442	0,721*	0,684*	0,694*	-0,087	-0,357	0,662*	0,571	0,728*							
11. Maastaveto	-0,570	0,622*	0,617*	0,651*	-0,199	-0,402	0,479	0,380	0,766*	0,817**						
12. Penkki-punnerrus	-0,567	0,738**	0,716*	0,741**	-0,164	-0,425	0,238	0,235	0,724*	0,806**	0,823**					
13. Evakuointi	0,813**	-0,611*	-0,539	-0,554	-0,117	0,145	-0,211	-0,228	-0,722*	-0,621*	-0,632	-0,691*				
14. HJ2 kuorma	-0,096	0,276	0,256	0,242	-0,002	-0,109	0,303	0,043	0,322	0,232	0,162	-0,088	-0,380			
15. HJ2 volyyymi	-0,197	0,555	0,587	0,598	-0,350	-0,494	0,889**	0,722*	0,640*	0,603*	0,648*	0,312	-0,406	0,423		
16. HJ2 RPE	-0,401	0,201	0,240	0,271	-0,255	-0,290	0,197	0,089	0,546	0,209	0,486	0,279	-0,443	0,728*	0,354	
17. HJ2 uni	0,086	0,077	0,111	0,120	-0,188	-0,173	0,723*	0,561	0,191	0,411	0,192	0,029	0,156	0,058	0,496	0,078

** p<0,01, * p<0,05

HJ2 = Harjoitusjakso 2 (MID2-POST mittausten välissä)

Koeryhmän absoluuttisten mittaustulosten korrelaatiot ovat esitetty taulukoissa 22–25. Korrelaatiotaulukot on esitetty jokaisesta mittaustapahtumasta omanaan.

PRE-mittauksessa (taulukko 22) rasvattomalla massalla havaittiin korrelaatio isometrisen alavartalon voiman ($r = 0,709$, $p < 0,05$) ja ylävartalon voiman ($r = 0,795$, $p < 0,01$), maastavedon ($r = 0,633$, $p < 0,05$) sekä penkkipunnerruksen ($r = 0,729$, $p < 0,05$) kanssa. Lihasmassa korreloi myös samojen mittausten kanssa. Isometrinen alavartalon voima ($r = 0,745$, $p < 0,01$), isometrinen ylävartalon voima ($r = 0,797$, $p < 0,01$), maastaveto ($r = 0,667$, $p < 0,05$) ja penkkipunnerrus ($r = 0,752$, $p < 0,01$).

Rasvattomalla massalla ($r = -0,584$, $p = 0,059$) sekä lihasmassalla ($r = -0,598$, $p = 0,052$) havaittiin kohtalainen, mutta ei tilastollisesti merkitsevä, negatiivinen korrelaatio evakuointiradan kanssa. Kuitenkin keho paino ($r = -0,612$, $p < 0,05$) korreloi negatiivisesti evakuointiradan kanssa. Molemmat sekä isometrisen voiman että voiman tulokset korreloivat negatiivisesti evakuointiradan suoritusajan kanssa. Isometrinen alavartalon voima ($r = -0,642$, $p < 0,05$), isometrinen ylävartalon voima ($r = -0,605$, $p < 0,05$), maastaveto ($r = -0,537$, $p = 0,088$) ja penkkipunnerrus ($r = -0,713$, $p < 0,05$).

MID1-mittauksessa (taulukko 23) rasvattomalla massalla havaittiin korrelaatio isometrisen alavartalon voiman ($r = 0,658$, $p < 0,05$), isometrisen ylävartalon voiman ($r = 0,707$, $p < 0,05$) ja penkkipunnerruksen ($r = 0,713$, $p < 0,05$) kanssa. Kohtalainen korrelaatio maastavedon ($r = 0,600$, $p = 0,051$) sekä negatiivinen korrelaatio evakuointiradan ($r = -0,526$, $p = 0,096$) kanssa. Lihasmassa korreloi isometrisen alavartalon voiman ($r = 0,695$, $p < 0,05$), isometrisen ylävartalon voiman ($r = 0,715$, $p < 0,05$), maastavedon ($r = 0,635$, $p < 0,05$), penkkipunnerruksen ($r = 0,738$, $p < 0,01$) sekä kohtalaisesti negatiivisesti evakuointiradan ($r = -0,519$, $p = 0,102$) kanssa.

Harjoitusjaksolla 1 tehty voimaharjoittelun kokonaiskuorma (volyymi x intensiteetti) korreloi vahvasti isometrisen alavartalon voiman ($r = 0,714$, $p < 0,05$), isometrisen ylävartalon voiman ($r = 0,818$, $p < 0,01$), maastavedon ($r = 0,971$, $p < 0,00$) sekä penkkipunnerruksen ($r = 0,892$, $p < 0,00$) kanssa. Huomioitavaa on, että kokonaiskuorma ei korreloinut räjähtävän voimantuoton liikkeisiin.

MID2-mittauksessa (taulukko 24) Kehon paino ($r = -0,816$, $p < 0,01$), rasvaton massa ($r = -0,797$, $p < 0,01$) ja lihasmassa ($r = -0,798$, $p < 0,01$) korreloivat vahvasti negatiivisesti evakuointiradan suoritusajan kanssa. Rasvaton massa korreloi maastavedon ($r = 0,682$, $p < 0,05$) ja penkkipunnerruksen ($r = 0,719$, $p < 0,05$) kanssa. Sama havainto tehtiin lihasmassan ja maastavedon ($r = 0,711$, $p < 0,05$) ja penkkipunnerruksen ($r = 0,736$, $p < 0,01$) kanssa. Molemmat

voiman mittaukset korreloivat evakuointiradan suoritusajan kanssa negatiivisesti, maastaveto ($r = -0,659$, $p < 0,05$) ja penkkiippunnerrus ($r = -0,856$, $p < 0,01$).

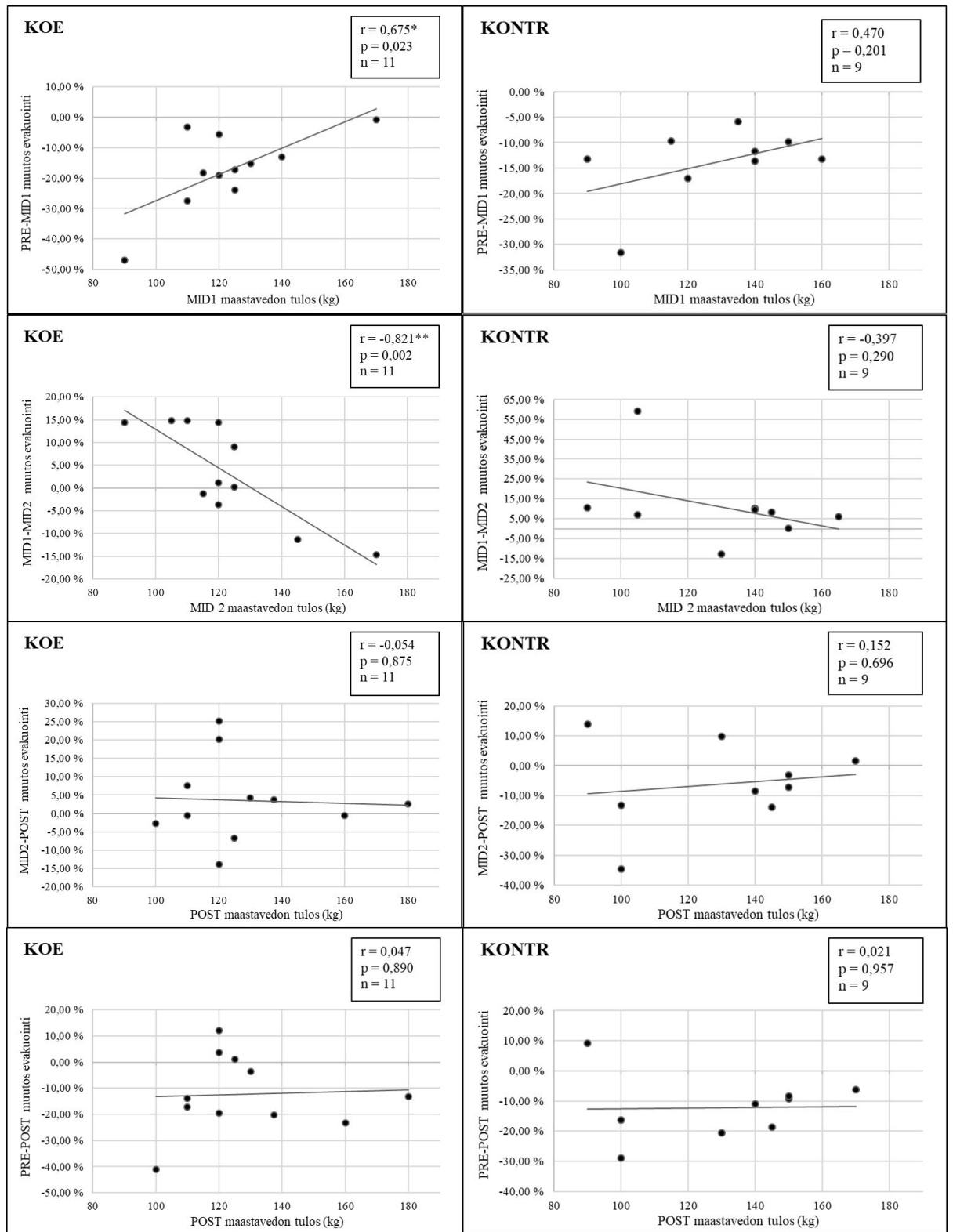
POST-mittauksessa (taulukko 25) rasvattomalla massalla ($r = -0,539$, $p = 0,087$) ja lihasmassalla ($r = -0,554$, $p = 0,077$) havaittiin vain kohtalainen, mutta ei tilastollisesti merkitsevä negatiivinen korrelaatio evakuointiradan kanssa. Kuitenkin molemmat korreloivat vahvasti molempien isometrisen voiman sekä molempien voiman tulosten kanssa. Rasvaton massa korreloi isometrisen alavartalon voiman ($r = 0,708$, $p < 0,05$), isometrisen ylävartalon voiman ($r = 0,684$, $p < 0,05$), maastavedon ($r = 0,617$, $p < 0,05$) ja penkkiippunnerruksen ($r = 0,716$, $p < 0,05$) kanssa. Lihasmassa korreloi isometrisen alavartalon voiman ($r = 0,741$, $p < 0,01$), isometrisen ylävartalon voiman ($r = 0,694$, $p < 0,05$), maastavedon ($r = 0,651$, $p < 0,05$) ja penkkiippunnerruksen ($r = 0,741$, $p < 0,01$) kanssa.

Myös POST-mittauksessa molemmilla isometrisen voiman sekä voiman mittauksilla oli vahva negatiivinen korrelaatio evakuointiradan suoritusajan kanssa. Isometrinen alavartalon voima ($r = -0,722$, $p < 0,05$), isometrinen ylävartalon voima ($r = -0,621$, $p < 0,05$), maastaveto ($r = -0,632$, $p < 0,05$) ja penkkiippunnerrus ($r = -0,691$, $p < 0,05$).

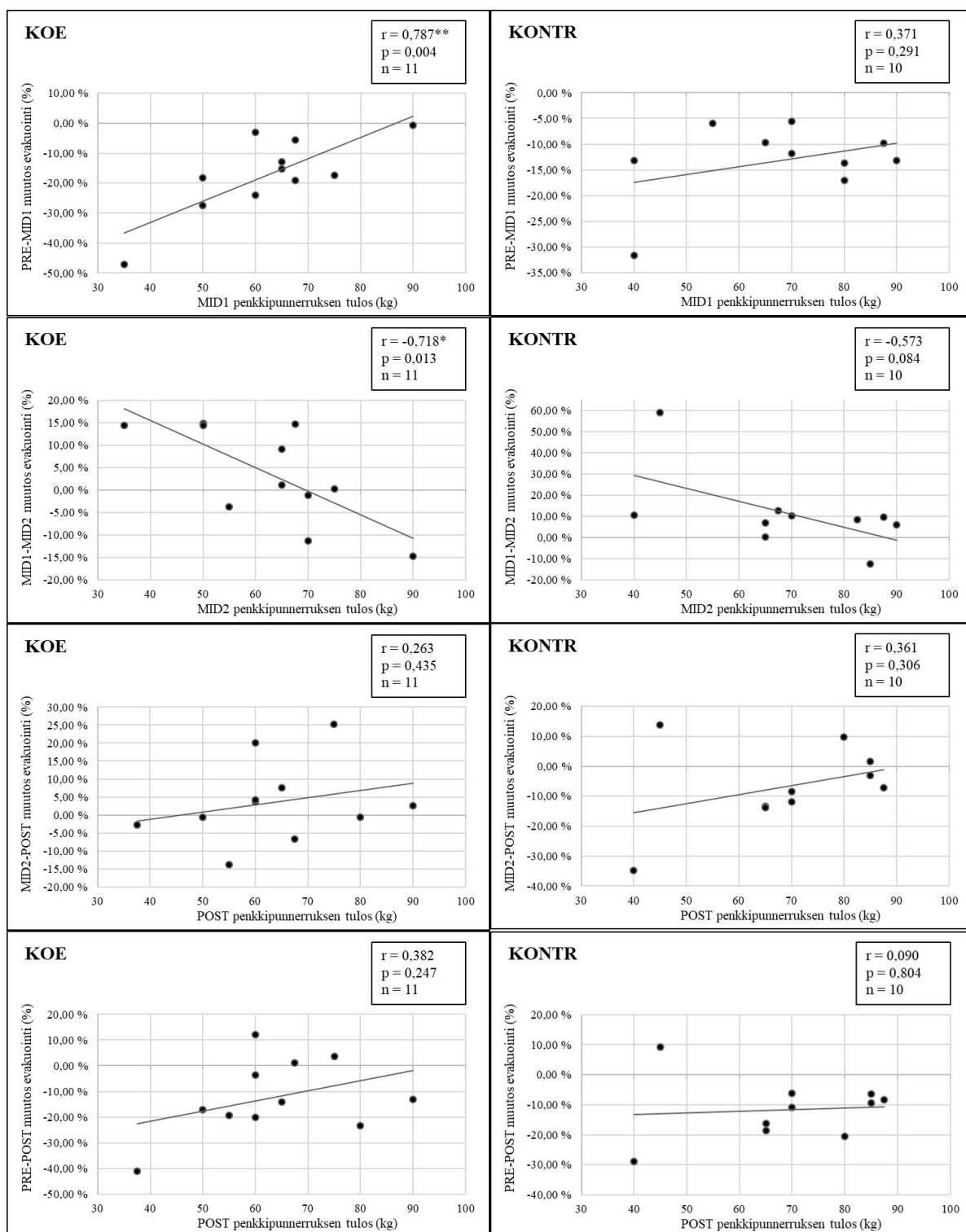
POST-mittauksessa harjoitusjakson 2 kokonaiskuormalla (volyymi x intensiteetti) havaittiin korrelaatio vauhdittoman pituushypyn ($r = 0,889$, $p < 0,00$), kuntopallon työnnön ($r = 0,722$, $p < 0,05$), isometrisen alavartalon voiman ($r = 0,640$, $p < 0,05$), isometrisen ylävartalon voiman ($r = 0,603$, $p < 0,05$) ja maastavedon ($r = 0,648$, $p < 0,05$) kanssa.

Huomioitava ero harjoitusjaksojen 1 ja 2 korrelaatioiden erojen välillä oli harjoitusjakson 2 kokonaiskuorman korrelaatio räjähtävän voimantuoton mittausten kanssa. Näin ei ollut harjoitusjaksolla 1. Lisäksi penkkiippunnerrus ei korreloinut tehdyn kokonaiskuorman kanssa.

7.10. Muutosten väliset yhteydet



Kuvaaja 8 Koe- ja kontrolliryhmän maastavedon tulokset eri mittauksissa suhteessa evakuointiradan muutoksiin eri mittaukset välillä



Kuvaaja 9 Koe- ja kontrolliryhmän penkipunnerruksen tulokset eri mittauksissa suhteessa evakuointiradan muutoksiin eri mittaustapahtumien välillä

Kuvaajissa 8–9 on esitetty kummassakin kahdeksan eri kuvaajaa koe- ja kontrolliryhmän korrelaatioista voiman tuloksista suhteessa evakuointiradan suoritusajan muutokseen. Ne olivat maastavedon ja penkipunnerruksen absoluuttiset tulokset eri mittaustapahtumissa suhteessa evakuointiradan muutoksiin eri mittaustapahtumien välillä.

Koeryhmällä havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhteys molempien voiman MID1 ja MID2 tuloksessa ja evakuointiradan suoritusajaan PRE-MID1 (maastaveto $r = 0,675$, $p < 0,05$, $n = 11$; penkkipunnerrus $r = 0,787$, $p < 0,01$, $n = 11$) ja MID1-MID2 (maastaveto $r = -0,821$, $p < 0,01$, $n = 11$; penkkipunnerrus $r = -0,718$, $p < 0,05$, $n = 11$) välillä. Muut koeryhmän kuvaajat ja kontrolliryhmän kuvaajat ovat esitetty vertailun vuoksi.

Koeryhmällä molemmissa sekä maastavedon että penkkipunnerruksen MID1 tulos korreloi positiivisesti PRE-MID1 evakuointiradan muutokseen (suoritusajaksi parani). Puolestaan samalla tavalla molempien MID2 tulos korreloi negatiivisesti MID1-MID2 evakuointiradan muutoksen (suoritusajaksi heikkeni) kanssa.

Vaikka yhteyttä ei havaittu, kun voiman mittausvälien muutoksia verrattiin evakuointiradan muutoksiin, molemmat ryhmät paransivat voiman tuloksiaan PRE-MID1 (harjoitusjakso 1) välillä joko merkitsevästi tai melkein merkitsevästi. Puolestaan MID1-MID2 (ylläpitojakso) voiman tulokset kasvoivat hyvin minimaalisesti taikka vähenivät (koeryhmän maastaveto).

Kyseinen koeryhmän havaittu yhteys saattaa johtua jokaisen kuvaajassa näkyvän absoluuttisen tuloksen sekä muutoksen paranemisella. Koeryhmä paransi keskiarvallisesti PRE-MID1 välillä maastavedon ($10,9 \pm 5,4$ kg, $p < 0,00$), penkkipunnerruksen ($6,5 \pm 2,6$ kg, $p < 0,00$) sekä evakuointiradan ($-23,9 \pm 30,9$ s, $p < 0,00$) tuloksia. Kontrolliryhmän tulokset paranivat myös merkitsevästi penkkipunnerruksessa ja evakuointiradan ajassa, mutta yhteyttä ei löydetty ylävartalon voiman tulosten ja evakuointiradan ajan muutosten kanssa.

8. POHDINTA

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia varusmiesten suorittamaa maksimivoimaharjoittelua ja sen yhteyksiä maksimivoimaan, maksimaaliseen voiman tuottoon, anaerobiseen kestävyyteen, kehon koostumukseen sekä muusta sotilaskoulutuksesta aiheuttamaan rasitukseen. Tarkastelut tehtiin 12 viikon ajanjaksolla, joka oli jaettu kahteen harjoitusjaksoon 1, ylläpitojaksoon ja harjoitusjaksoon 2. Muutokset fyysisessä suorituskyvyssä mitattiin neljässä mittaustapahtumassa, koko tutkimusjakson aluksi ja jokaisen jakson päätteeksi.

8.1. Lisätyn fyysisen ja maksimivoimaharjoittelun vaikutukset

Kuntopallon työnnössä, ylävartalon maksimaalisen isometrisen voiman, maastavedon, penkkipunnerruksen sekä evakuointiradan tulokset paranivat vähintään merkitsevästi PRE-MID1 mittausvälillä. Lisäksi alavartalon maksimaalisen isometrisen voiman ja maastavedon tulokset paranivat. Nämä kaikki edellä mainitut mittaustulosten kasvut tai nousut voimatasoissa PRE-MID1 mittausvälillä saattavat selittyä sillä, että henkilöillä oli niin alhainen lihasvoiman lähtötaso. Myös moni tutkittava oli kokematon voimaharjoittelussa. Lisäksi oppimisvaikutus saattoi vaikuttaa positiivisesti tuloksiin, varsinkin tutkittaville uusissa testeissä kuten kuntopallon työnnössä. Alkukyselyn perusteella koeryhmän henkilöistä yli 50 % oli kokemattomia tai aloittelijoita voimaharjoittelussa. Sporis ym. (2014) havaitsi tutkimuksessaan myös tuloksien kasvun johtuneen näistä tekijöistä. Lisäksi Häkkisen (1990) mukaan aloittelijan maksimivoiman kehitys on suhteellisen nopeaa ja saavutetaan helposti. Näin ollen voimatasojen kasvattaminen näinkin lyhyessä ajassa oli mahdollista.

Sekä ala- että ylävartalon maksimivoiman kehitys sekä tulosten nousu saattavat osin myös selittyä spesifisyydellä. Koeryhmän voimaharjoittelussa tehtiin sekä maastavetoa hex-tangolla sekä penkkipunnerrusta molempia yhden kerran viikossa molemmilla harjoitusjaksoilla (liite 4 voimaharjoitteluohjelman liikkeet). Näin ollen näitä kahta maksimivoimaominaisuutta ja samalla mittaustapahtumassa ollutta liikettä suoritettiin spesifisti ja säännöllisesti. (Serrano & Galpin, 2019, s. 358–359; Zourdos ym., 2019, s. 418.)

Isometristä maksimaalista ala- tai ylävartalon voimaa ei harjoitettu kummankaan ryhmän harjoitteluohjelmassa. Isometrisen voiman muutosten kasvua saattaa osin selittää lisätty voima- tai fyysinen harjoittelu, jolloin lihasvoiman kasvu tukee myös isometrisen voiman kasvua. Kyseiset isometriset tulokset ja muutokset eivät ole selittäviä tekijöitä, mutta ovat ristiriidassa tiedon kanssa, jonka mukaan lihas tai voima kasvaa aina harjoitetulla spesifillä tavalla (Coburn ym., 2019; Zourdos ym., 2019). Harjoitteluohjelmissa oli kuitenkin muutamia kertoja keskivartalon isometrisiä lihaskestävyyttä harjoittavia apuliikkeitä, niin sanottuja lankku- tai kylkipitoja. Näistä ei kuitenkaan saatu niin merkittävää hyötyä ala- tai ylävartalon isometriseen maksimivoimaan.

Ylläpitojakso sisälsi kaksi sotilaallista harjoitusta (6 vuorokautta ja 7 vuorokautta), joiden välissä oli 14 vuorokauden lomajakso. Ylläpitojaksolla ollut yksi harjoituskerta suoritettiin ensimmäisen sotilaallisen harjoituksen jälkeisenä päivän ja mittaustapahtuma (MID2) lomajakson päättymisen jälkeisenä päivänä. Vaikka ylläpitojakson toinen sotilaallinen harjoitus oli kokonaisrasitukseltaan erittäin rasittava, se toimeenpantiin heti lomajakson päättymisen jälkeen. Näin ollen MID2-mittaustapahtuma oli ennen koko tutkimusjakson kuormittavinta viikkoa. Mittaustulokset olisivat voineet olla erilaisia, jos mittaukset olisi suoritettu tuon rasittavan sotilaallisen harjoituksen jälkeisinä päivinä. Toisaalta nyt mittaustapahtuma saatiin suoritettua lomajakson päätteeksi, jolloin todennäköisesti varusmiehet olivat enemmän palautuneempia verrattuna sotilaskoulutuksen jälkeisiin päiviin. Näin ollen mittaustapahtuma oli turvallisempi suorittaa pienemmän loukkaantumisriskin johdosta, sillä varusmiehet eivät olleet henkisesti ja fyysisesti niin väsyneitä. (Nindl ym., 2007; Ojanen, 2022.)

Isometrisen voiman mittauksia ei ollut MID2-mittauksessa, täten siitä ei saatu juuri ylläpitojakson aikana tapahtuneita mahdollisia muutoksia. Tämä laskee hieman tutkimuksen luotettavuutta isometrisen voiman tulosten ja mittausten osalta. Kuitenkin Ojanen ym. (2020a) tutkimuksessa voimaharjoittelua tehneen ryhmän isometrinen ala- ja ylävartalon voima säilyi ja jopa kasvoi fyysisesti kuormittavan jakson jälkeen. Ojane ym. (2020a) kyseinen jakso sisälsi myös sotilaskoulutusta ja sotilaallisia harjoituksia kuuden viikon ajanjaksolla.

Ennen MID2 mittausta oli 21 vuorokautta ylläpitojaksoa, jossa oli vain yksi johdettu koeryhmän voimaharjoitus tai kontrolliryhmän fyysisen toimintakyvyn harjoitus. On kuitenkin suhtauduttava kriittisesti ylläpitojakson harjoitusmääriin, sillä 14 vuorokauden lomajaksolta ei kerätty mahdollisesti omatoimisesti tehtyjä voimaharjoituksia tai muita fyysisen toimintakunnon harjoituksia. Kuitenkin ala- ja ylävartalon maksimivoimaominaisuudet sekä ylävartalon maksimaalinen voimantuotto paranivat tai säilyivät tasollaan ylläpitojaksolla. Ojanen ym.

(2020a) tutkimuksessa henkilöt kykenivät myös ylläpitämään voimantuottoa ja voimatasoja, vaikka sotilaskoulutusta sekä räsitusta oli paljon ja harjoittelun määrä laski.

Spearing ym. (2021) havaitsivat katsauksessaan, että nuoremmilla ihmisillä voima sekä lihasten massa voivat säilyä jopa kuukausiakin hyvin pienellä viikoittaisella voimaharjoittelumäärällä. Voimatasojen ja lihasmassan säilymiseksi, olisi minimissään tehtävä yksi harjoitus, joka sisältää ainakin yhden sarjan suoritettavaa liikettä, esimerkiksi maastaveto (alavartalo) tai penkkipunnerrus (ylävartalo). Tärkein huomio on pitää intensiteetti korkealla tässä yhdessä harjoituksessa, vaikka harjoituskerrat sekä harjoituksen volyymi laskevat. Esimerkinomaisesti tämä tarkoittaisi maastavedossa yhtä lyhyttä sarjaa (3–5 toistoa), joka tehtäisiin korkealla intensiteetillä (85–95 % 1 RM). Tämän kaltaisia voimaharjoituksia tehtiin tässä tutkimuksessa kyseessä olevan intensiteetin osalta, vaikka sarjamäärät olivat korkeammat (3–4). Tässä tutkimuksessa saatu havainto harjoittelun määrästä on pienempi kuin Spearing ym. (2021) katsauksen havaintojen ja suositusten kanssa, koska johdettuja voimaharjoituskertoja oli vain yksi kerta ylläpitojaksolla. Tästä huolimatta voimatasot säilyivät koeryhmällä. Ylläpitojakson aikana tehty voimaharjoitus ja koko kyseisen jakson havainnot voivat antaa hieman suuntaa voimatasojen säilymiseen harjoittelun ylläpitovaiheessa ja sotilasympäristössä (Spearing ym., 2021).

Kuitenkin on pohdittava, oliko ylläpitojakson yksi voimaharjoitus riittävä pitämään alavartalon maksimivoimatasoja 4 viikon ylläpitojaksolla. Saattaa olla, että koeryhmä sai harjoitettua alavartalon voimaa siinä määrin harjoitusjaksolla 1, ettei ylläpitojakson yksi voimaharjoitus ollut riittävä voimatasojen säilymiseen. Harjoittelun määrä putosi paljon harjoitusjaksolta 1 siirryttäessä ylläpitojakssoon. Toisaalta ylläpitojaksolla oli kaksi kuormittavaa sotilaallista harjoitusta, mikä voi vaikuttaa enemmän alavartalon kuin ylävartalon voimaominaisuuksien laskemiseen, kuten edellisissä kappaleissa oli ylävartalon voiman (penkkipunnerrus) osalta esitetty.

Anaerobisen suorituskyvyn testissä molempien ryhmien suoritusajat vaihtelivat suuresti nopeampaan ja hitaampaan suoritusaikaan. Tätä muutosten jatkuvaa kasvua ja laskua voi osakseen selittää jo aiemmin mainittu kokonaiskuormitus, joka voi vaikuttaa 80 kg nuken evakuointiin yllättävän paljon. Harman ym. (2008), Solberg ym. (2015), Mala ym. (2015) ja Mussalo (2019) mukaan korkeat alavartalon maksimivoimaominaisuudet edesauttavat anaerobisessa suorituskyvyssä ja sen säilymisessä. Näin ollen, kun maksimivoimatasoja saatiin kasvatettua, niin se auttoi samalla evakuointiradan suorituksessa. Ja puolestaan evakuointiradan suoritusajan huonontuessa mittausväleillä, saattoi jalkojen ja koko vartalon kokonaiskuormitus olla liian suuri.

Maastaveto ja penkki-punnerrus korreloivat negatiivisesti vähintään kohtalaisesti kaikilla mitauskerroilla, paitsi MID1, evakuointiradan suoritusajan kanssa. Lisäksi PRE- ja POST-mittauskerroilla molempien isometristen voimien tulokset korreloivat negatiivisesti evakuointiradan suoritusajan kanssa. Tästä voidaan päätellä, että voimaominaisuudet ovat hyödyllisiä ehkä vaativimmissa sotilastyötehtävissä kuten haavoittuneen evakuoinnissa. Samoja maksimivoimaominaisuuksien yhteyksiä evakuointiin tai sen suoritus aikaan löysivät Harman ym. (2008), Solberg ym. (2015), Mala ym. (2015) ja Orr ym. (2022).

Orr ym. (2022) tutkivat Australian poliisin erikoisryhmän (Specialist tactical police officers) maksimivoimatasoja ja haavoittuneen evakuoimista raahaten. Heillä voimamittauksiin kuului yhden toiston maksimisuoritus (1 RM) jalkakyykyssä, maastavedossa, penkki-punnerruksessa ja leuanvedossa. Haavoittunutta henkilöä kuvasi 85 kg painava nukke ja sen evakuointi tehtiin 15 kg partiovarustuksessa. He havaitsivat vahvoja ja kohtalaisia merkitseviä yhteyksiä kaikissa voiman mittauksissa evakuoinnin suhteen. Kuitenkin maastavedolla oli vahvin korrelaatio evakuoinnissa. Heidän johtopäätöksissään korkeammista absoluuttisista voimatasoista on hyötyä evakuoinnissa, koska suorituksessa tarvitsee nostaa hieman haavoittunutta, jotta suorituksen voi tehdä helpommin tai nopeammin. Tämän tutkimuksen havainnot eivät ole suoraan verrannollisia, johtuen kevyemmästä nukesta (80 kg vs. 85 kg), varustuksesta (urheiluväline vs. 15 kg partiovarustus) ja voiman mittauksista (3 RM vs. 1 RM). Kuitenkin saman suuntaisia havaintoja voimaominaisuuksista on huomattavissa molemmissa tutkimuksissa ja niiden hyödyistä evakuoinnissa. Tämän tutkimuksen koeryhmän korrelaatioista oli havaittavissa myös, että penkki-punnerruksen korrelaatio oli jokaisessa mittauksissa korkeampi kuin maastavedossa. Tästä havainnosta voidaan pohtia vaikuttaako taisteluväline (tai muiden viranomaisten partiovarustus tai vastaava) siihen, että ylävartalon raajoja, lihaksia tai voimaa ei pystytä käyttämään niin tehokkaasti rajoittuneiden liikeratojen takia. Tutkimusten ja kirjallisuuden mukaan taisteluväline rajoittaa merkittävästi sotilaan liikettä ja liikeratoja (Orr ym., 2021; Pihlainen 2021).

Lisätty maksimivoimaharjoittelu sekä lisääntyneet voimatasot saattoivat parantaa anaerobisen kestävyyskunnan työkapasiteettia. Näin ollen evakuoinnissa tehty lihastyö on taloudellisempaa ja täten suorituksen kykenee tekemään nopeammin. (Hoff ym., 2002). Lisäksi Vaara ym. (2022) toteaa, että anaerobisella työkapasiteetilla on yhteys evakuoinnin suorituskykyyn tai aikaan.

Harjoitusjaksojen sotaharjoitusviikot (taulukko 20) olivat koetulta rasittavuudeltaan molemmat kevyitä (taisteluampumarjoituksia). Puolestaan ylläpitojaksolla olleet sotilaalliset harjoitukset olivat koetulta rasittavuudeltaan rasittavampia, varsinkin sotilaallinen harjoitus 2.

Kyseessä oleva sotilaallinen harjoitus 2 alkoi MID2-mittausten jälkeisenä päivänä ja päättyi ennen harjoitusjakson 2 alkua (liite 5 aikataulu). Näiden tekijöiden summana molempien ryhmien henkilöillä saattoi kokonaiskuormitus kasvaa erittäin suureksi ja palautuminen mahdollisesti jäädä puutteelliseksi. Tämä saattaa näkyä harjoitusjakson 2 voimaharjoituksissa ja POST-mittauksessa heikentyneinä suorituksina. (Pihlainen, 2021.)

Kuvaajissa 8–9 oli esitetty molempien ryhmien maastavedon ja penkki-punnerruksen absoluuttisten tulosten yhteydet evakuointiradan suoritusajan muutoksiin eri mittaustapahtumissa ja niiden välillä. Koeryhmän havaitut korrelaatiot voivat johtua harjoitusmääristä harjoitusjaksolla 1. Harjoitusjakson 1 aikana koeryhmä sai lisättyä maksimivoimaansa, mikä muun muassa näkyi MID1 mittauksessa parantuneina tuloksina maastavedossa (+10%) ja penkki-punnerruksessa (+13%). Samalla evakuointiradan suoritus aika parani (-21%). Nämä näkyvät kuvaajassa positiivisena korrelaationa (kuvaaja 8). Sen sijaan ylläpitojaksolla (MID1-MID2 mitausväli) koeryhmän maastavedon sekä evakuointiradan tulos huononi, penkki-punnerruksen tulos kasvoi keskimääräisesti vain hieman. Tämä näkyy kuvaajassa negatiivisena korrelaationa (kuvaaja 9).

Harjoitusjakson 2 jälkeen POST-mittauksissa ei havaittu samanlaisia korrelaatioita enää. Tämä saattaa johtua siitä, että voimaominaisuuksia saatiin nostettua harjoitusjaksolla 1 jo sen verran korkealle, ettei harjoitusjakson 2 pienet voimatasojen nousut näkyneet tilastollisesti merkitsevinä korrelaatioina enää. Lisäksi harjoitusjakso 1:n harjoittelun määrä oli suurempi mitä harjoitusjaksolla 2. Tämä ero pätee myös koe- ja kontrolliryhmän harjoittelun määrissä (taulukko 7). Saattaa olla, että koeryhmän tulosten nousu johtui harjoittelun määrästä. Se oli minuuttimääräisesti suurempi molemmilla harjoitusjaksoilla verrattuna kontrolliryhmään. Vaikka tästä ei voida johtopäätöstä tehdä, koska harjoittelun laatu oli erilaista (voimaharjoittelu vs. monipuolinen fyysisen toimintakyvyn harjoittelu), on se myös otettava huomioon.

Vauhdittoman pituushypyn tulokset saattavat oppimisvaikutuksen takia jäädä minimaalisiksi. Vauhditon pituushyppy on tuttu jo alokasjaksolta, joten suurin oppimisvaikutus on saatu jo noin 3–4 viikkoa ennen PRE-testiä. Molemmat ryhmät hyppäsivät testin tutkimuksen aikana neljästi ja koeryhmä suoritti voimaharjoittelunsa tehoharjoituksessa aina ensimmäisenä pääliikkeenä kyseisen hypyn. Näin itse testi tuli hyvin tutuksi tutkimuksen aikana.

Yksi selittävä tekijä saattaa löytyä kokonaiskuormituksesta, miksi maksimaalisen voimantuoton ja isometrisen alavartalon maksimivoiman absoluuttiset tulokset eivät muuttuneet paljoa tutkimuksen aikana. Sekä koe- että kontrolliryhmällä oli normaalia varusmiespalvelusta (Pääesikunta, 2020) enemmän fyysisen toimintakyvyn harjoitteita tutkimuksen ajanjaksolla.

Myös Ojanen ym. (2020b) tutkimuksessa vauhdittoman pituushypyn mittaustulokset voimaharjoittelua tehneellä ryhmällä pysyttelivät samalla tasolla eri mittauksissa. Lisäksi muu sotilaskoulutus, joka sisältää marssi- ja taistelukoulutusta sekä paljon jalan siirtymisiä, kuormittaa kehoa ja alaraajoja. Siitä palautuminen voi kestää viikkoja. (Kyröläinen ym., 2021; Pihlainen 2021; Ojanen 2022; Hamarsland ym., 2018). Vaikka jalkojen räjähtävää voimantuottoa harjoitettiin koeryhmällä säännöllisesti ja tehoharjoituksen kokonaiskuormitus pyrittiin pitämään pienenä, ei kehitystä havaittu vauhdittomassa pituushypyssä. Toisaalta aiemmissä tutkimuksissa on havaittu voimantuoton tai räjähtävien ominaisuuksien heikkenemistä sotilaallisen harjoitusten jälkeen (Nindl ym., 2007). Nyt niitä pystyttiin ylläpitämään hieman. Tuloksien, harjoittelun ja varusmiespalveluksen kokonaiskuormituksen perusteella voidaan pohtia, olivatko alavartalo ja alaraajat liian kuormittuneita ottaakseen vastaan kehitysadaptaatiota.

Koeryhmän voimaharjoittelussa yhteen kalenteriviikkoon pyrittiin samaan kaksi maksivoimaharjoitusta ja yksi voimantuottoon tähtäävä harjoitus. Loturco ym. (2013) tutkimuksessa Brasilian erikoisjoukoille oli muodostettu interventiotutkimukseen erilliset ryhmät perinteiselle voimaharjoittelulle (lineaarinen jaksotus) ja voimantuottoon tähtäävään harjoitteluun. Voimantuottoon keskittyvä ryhmä harjoitteli kolme ensimmäistä viikkoa takakyykyä yhdeksän viikon tutkimuksesta niin kutsutulla optimaalisen tehon alueella (65 % 1 RM). Seuraava kolmiviikkoinen suoritettiin kyykyhypyn optimaalisella alueella (45% 1 RM). Lopulta viimeinen kolme viikkoa molemmilla ryhmillä oli sama harjoitteluprotokolla kevennyshypyn (CMJ, Countermovement jump). Molemmat ryhmät saivat kasvatettua maksimivoimaansa, voimantuottoa sekä juoksunopeutta. Loturco ym. (2013) ja tämän tutkimuksen havaintojen perusteella sotilaiden voimaharjoittelussa voitaisiin valita muutamasta harjoitteluvaihtoehdosta sopivin vaihtoehto voimaominaisuuksien lisäämiseen. Tähän valintaan vaikuttavat monet tekijät, muun muassa aika, tilat, resurssit ja harjoittelutausta.

Vaikka koeryhmä suoritti maksimivoiman kehitykseen tähtäävän korkean intensiteetin harjoitteluohjelman, niin kukaan ei loukkaantunut harjoittelun tai mittaustapahtuman harjoitteissa. Toisaalta mahdolliset uudelleen loukkaantumiset minimoitiin valvonnalla ja keskustelulla tutkimuksen henkilöiden kanssa. Jos oli viitteitä sairaudesta tai lisääntyneestä vammarikistä, ohjeistettiin henkilö tekemään oman sen hetkisen suorituskyvyn mukaan tai mahdollisesti jättämään kyseinen harjoitus väliin. Voimaharjoittelu oli valvottu jokaisella kerralla vähintään yhden henkilön toimesta ja mittaustapahtumissa oli useita henkilöitä valvomassa suoritteita. Tämä voi kertoa jatkoon kannalta sen, että varusmiesten voimaharjoittelu sekä muu fyysisen toimintakyvyn harjoittelu pitää olla valvottu kokeneemman Puolustusvoimien henkilökunnan toimesta, oli kyseessä sitten sotilas tai liikunta-alan siviilityöntekijä. Monipuolinen kokemus esimerkiksi juuri voimaharjoittelusta edesauttaa loukkaantumisriskien minimoimisessa. Tämä

kokemus ja tietotaito auttaa sotilaiden harjoitteluohjelmien suunnittelussa, joka on tehtävä perinpohjaisesti. (Ojanen, 2022.)

Burley ym. (2020) interventiotutkimuksessa voimaharjoittelua tehneellä ryhmällä havaittiin muutamia loukkaantumisia, jotka johtuivat voimaharjoittelusta sekä sotilaskoulutuksesta. Myöskään kyseisessä tutkimuksessa aiempaa loukkaantumishistoriaa ei otettu huomioon, josta on saattanut koitua vammoja. Tässä tutkimuksessa loukkaantumisriskit pyrittiin minimoimaan muun muassa alkukyselyllä (liite 3) ja aiemmin mainitulla matalan kynnyksen keskustelulla kunkin päivän fyysisestä toimintakunnosta. Alkukyselyn perusteella ei havaittu suurempia aiempia loukkaantumisia tai kiputiloja, jotka olisivat voineet harjoittelun edetessä muodostua konkreettiseksi loukkaantumiseksi. Kuitenkaan tässä tutkimuksessa kaikkia mahdollisia loukkaantumisia ei raportoitu tai seurattu, joten tätä näkökantaa loukkaantumisista on käsiteltävä kriittisesti.

Kehon koostumuksen muutosten (taulukot 8–11) kannalta lähes kaikissa viidessä mitatussa ominaisuudessa arvot ja tulokset nousivat joka mittauskerralla. Poikkeuksena olivat rasvattoman massan sekä lihasmassan lasku MID2-mittauksessa molemmilla ryhmillä. Vaikka molemmat ryhmät saivat kasvatettua molemmilla harjoitusjaksoilla rasvatonta massaa ja lihasmassaa, nousi myös kehon paino, rasvamassa sekä rasvaprosentti. Jos rasvaton massa ja lihasmassa olisivat toisella tai molemmilla ryhmillä nousseet jokaisessa mittaustapahtumassa ja samalla kehon paino, rasvamassa ja rasvaprosentti vähentyneet, niin silloin olisi ollut syytä suorittaa tarkempaa tarkastelua fyysisen harjoittelun vaikutuksista. Kuitenkaan näin tässä tutkimuksessa ei käynyt.

Taulukoissa 22–25 oli esitetty koeryhmän muuttujien korrelaatiot jokaisessa mittaustapahtumassa. Niistä voidaan todeta, että rasvaton massa ja lihasmassa korreloivat vähintään kohtalaisesti ja pääosin vahvasti maastavedon, penkkipunnerruksen ja negatiivisesti evakuointiradan kanssa jokaisella mittauskerralla. Rasvattomalla massalla ja lihasmassalla on löydetty yhteys tai negatiivinen korrelaatio evakuointiratojen suoritusajan kanssa myös Angeltveit ym. (2016), Mussalo (2019), Ojanen ym. (2020b) tutkimuksissa. Abt ym. (2016), Vantarakis ym. (2017), Heilbronn ym. (2019) ja Burley ym. (2020) havaitsivat tutkimuksessa puolestaan rasvamassan vähenemisen lisätyn voimaharjoittelun ansioista.

Tutkimusten mukaan lihasmassalla ja rasvattomalla massalla on yhteys sotilastyötehtävissä ja sotilaiden suorituskyvyssä. Lyons ym. (2005) ja Pihlaisen (2021) mukaan niillä on suuri merkitys paremmassa suorituskyvyssä sotilastyötehtävissä. Suurempi kehon paino ja suurempi lihasmassa auttavat taakankannon suorituskyvyssä. Myös rasvattomalla massalla on tässä

merkitys. Tämän tutkimuksen havainnot tukevat tätä väitettä. Lisäksi tässä tutkimuksessa havaittiin, että mitä suurempi henkilö, rasvaton massa ja lihasmassa, sitä parempi isometrinen maksimaalinen voima sekä maksimaalinen voima olivat.

Yhteyttä kehon painon nousuun voi selittää monikin tekijä näin lyhyellä tutkimusjaksolla, mutta niihin ei keskitytty tässä tutkimuksessa. Tutkimuksen aikana ei valvottu taikka käsketty ruokailuja tai niiden sisältöä johtuen valvonnan mahdottomuudesta iltaisin sekä lomajaksoilla. Kuitenkin tutkimuksissa on havaittu, että lisätty fyysinen harjoittelu ja voimaharjoittelu saattavat lisätä hieman kehon painoa, varsinkin aloittelijoilla. (Candow & Burke, 2007; Thomas & Burns, 2016).

Näin pienet lihasmassassa muutokset, olivat ne sitten kumpaan suuntaan tahansa, eivät ole merkitsevässä roolissa näin lyhyessä tutkimuksessa. Kahdessa kolmen viikon harjoittelujaksossa tuskin saadaan kasvatettua lihasmassaa merkittäviä määriä. Lisäksi on oltava kriittinen bioimpedanssimittaukseen, joka ei ole täysin selittävä mittari johtuen mahdollisista olosuhteiden vaihteluista. Kuitenkin lyhyessäkin ajanjaksossa on havaittu lihasmassan vähenemistä, johtuen erittäin rasittavista sotilaallisista harjoituksista. (Church ym., 2019; Ojanen ym., 2018).

Vaikka koeryhmä suoritti kaksi intensiivistä voimaharjoittelujaksoa, ne olivat kuitenkin samalla kestoltaan erittäin lyhyitä (2 kpl 3 viikon harjoitusjaksoa). Näillä harjoitusjaksoilla koeryhmä keskittyi maksimivoimaominaisuuksien harjoittamiseen, jolloin lihasmassan kasvuun tähtäävää hypertrofista voimaharjoittelua ei tehty. Harjoittelua tehtiin spesifisti, tavoitteena maksimivoimaominaisuuksien kehitys (Serrano & Galpin, 2019, s. 358–359; Zourdos ym., 2019, s. 418). Lisäksi muuta fyysistä aktiivisuutta ja sotilaskoulutusta oli paljon, jolloin lihasmassan kasvu ei ole optimaalista. Näistä syistä rasvattoman massan sekä lihasmassan kasvattaminen oli erittäin haastavaa.

Muusta fyysisestä aktiivisuudesta sekä annetusta sotilaskoulutuksesta johtuva pidempiaikainen tai hetkellinen energiavaje saattoi olla läsnä, ainakin ylläpitojakson kahdessa rasittavassa sotilaallisessa harjoituksessa ja niiden jälkeisinä päivinä. Tästä saattaa johtua jonkin kehon koostumuksen mitatun ominaisuuden lasku mittaustapahtumassa tai mittausten välillä. Jos energiavajetta esiintyi hetkellisesti joillakin henkilöillä, se saattoi myös samalla vaikuttaa fyysiseen suorituskyykyyn sekä suorituksiin mittauksissa heikentävästi. (Pihlainen, 2021; Ojanen, 2022).

8.2. Tutkimukseen vaikuttaneet tekijät

Mittaustuloksissa sekä esitetyissä taulukoissa on huomioitava jokaisen mittauksen ja mittaus-tapahtuman n . Tutkimukseen osallistuneiden ryhmien koot (koeryhmä $n=21$, kontrolliryhmä $n=19$) olivat jo alkujaan pieniä. Tämän lisäksi otoskoot vaihtelivat suuresti, kun verrattiin eri fyysisiä ominaisuuksia ryhmien ja ominaisuuksien kesken. Otoskoot vaihtelivat eri mittausten välillä hieman, johtuen COVID-19 pandemiatilanteesta aiheutuneista sekä muista mahdollisista poissaoloista. Tämä ei osaltaan paranna tutkimuksen luotettavuutta. Kuitenkin varusmiespalveluksessa tulee myös muita poissaoloja johtuen kaikkien toimintakyvyn osa-alueiden häiriötekijöistä.

Tutkimuksen aloitusta, johon suunniteltiin huolellinen liikkeiden ja tekniikoiden opettaminen, haittasi merkittävästi COVID-19 pandemiatilanne. Karanteenien sekä poissaolojen takia ennen tutkimuksen aloitusta suunniteltu voimaharjoituksen sisällön sekä liikkeiden opettaminen jouduttiin muutamaa otteeseen perumaan. Tällä olisi voitu minimoida oppimisvaikutuksesta johtuvien tulosten kasvua ja edelleen parantaa tutkimuksen luotettavuutta. Myös Mala ym. (2015) tutkimuksen alussa oppimisvaikutusta pyrittiin minimoimaan liikkeiden sekä alkulämmittelyn protokollan opettamisella. Lopputuloksena tässä tutkimuksessa oli, että liikkeiden näyttäminen ja opettaminen jouduttiin suorittamaan kahtena peräkkäisenä päivänä ennen PRE-mittauksia ja tutkimuksen aloitusta. Alokasjaksolla kuitenkin kyettiin järjestämään kahdesti yleinen joukkuekohtainen voimaharjoittelun perusteet-harjoitus.

COVID-19 pandemia mahdollisti kuitenkin samalla tutkimuksessa olevien varusmiesten läsnäolon kasarmiolosuhteissa aina neljän viikon jaksoissa. Puolustusvoimat määräsi pandemiatilanteesta johtuen niin sanotun 2+2+2 -kierron eli koronakohortoinnin. Tämä tarkoitti varusmiespalveluksessa koulutusviikkojen osalta sitä, että 2+2 viikkoa annetaan varusmieskoulutusta joukko-osastoissa ja 2 viikkoa varusmiehet ovat lomalla. Koska kyseessä oli vain yksi Satakunnan lennoston varusmiesyksikkö, kyseinen koronakohortointi ja -kierto pystyttiin suunnittelemaan erittäin yksityiskohtaisesti Suojauskomppanian vaatimusten ja toiveiden mukaan. Tutkimuksen jaksosten osalta harjoitusjakso 1 suunniteltiin kyseessä olevaan varusmiesten paikallaolajaksolle, ylläpitojakso sotaharjoitus- ja lomaviikoille ja harjoitusjakso 2 jälleen paikallaolajaksolle.

Tämä kohortointi ja jaksotus mahdollistivat kaiken voimaharjoittelun suorittamisen sekä mitaustapahtumat harjoitusjaksojen viikoilla peräkkäisinä tapahtumina valvotuissa olosuhteissa eikä normaaleja viikonloppulomia tullut väliin. Toisaalta on pohtimisen arvoista, olisivatko

normaalit järjestelyt ilman pandemiatilannetta olleet paremmat. Saattaa olla, että varusmiesten henkinen vireystila ja sitä kautta fyysiset suoritukset olisivat parantuneet. Toisaalta normaaleista viikonloppulomista olisi saattanut aiheutua lisää kokonaiskuormitusta eri tekijöiden summana.

9. JOHTOPÄÄTÖKSET

1. Maksimivoimaa ja voimaominaisuuksia voidaan kasvattaa lyhyessäkin ajassa tämän tutkimuksen perusteella. Kuitenkin on muistettava, että harjoittelijan lähtötasolla on vaikutusta kehitykseen, koska voimaharjoittelussa kokematon tai aloittelija voi saada nopeastikin voimatasoja nostettua säännöllisellä harjoittelulla. Lisäksi tässä edesauttavana tekijänä on oppimisvaikutus liikkeissä ja tekniikoissa. Aikaisemmissa tutkimuksissa ja kirjallisuudessa on tehty vastaavanlaisia havaintoja.

2. Tämän tutkimuksen mukaan voimatasojen ylläpitoon riittänee yksi voimaharjoitus sekä fyysistä aktiivisuutta (sotilaskoulutus ja sotilaalliset harjoitukset) kolmen viikon ajanjaksolla. Ennen ylläpitovaihetta on kuitenkin saatava voimaominaisuuksia harjoitettua säännöllisesti. Sotilaskoulutus ja sotilaalliset harjoitukset sisältävät esimerkiksi itsessään jo taakankantoa, jolloin ylläpitävää harjoitetta tulee automaattisesti. Yksi harjoitus viikossa, joka sisältää vähintään yhden harjoitettavan sarjan korkealla intensiteetillä, on yhden aikaisemman katsauksen mukaan riittävä ylläpitämään voimatasoja useiden viikkojen ajan.

3. Maksimivoimaominaisuudet, rasvaton massa ja lihasmassa olivat yhteydessä anaerobiseen suorituskyykyyn. Varusmiehen korkeampi kehon paino, rasvaton massa sekä lihasmassa, maksimivoimatasot ja osittain maksimaalinen isometrinen voima vaikuttivat evakuointiradan suoritusajaksi parantavasti.

4. Muusta sotilaskoulutuksesta sekä sotilaallisista harjoituksista koitua kokonaiskuormitus saattaa osin estää alavartalon voimatasojen säilymisen tai kehityksen. Tässä tutkimuksessa saatiin kuitenkin ylläpidettyä suurimmaksi osaksi eri fyysisten ominaisuuksien voimatasoja. Eniten vaikutusta tällä kuormituksella näyttäisi olevan alavartalon räjähtävään voimantuottoon. Sotilaskoulutuksessa kävellään, juostaan ja seisotaan paljon, jolloin alavartalolle koituu enemmän rasitusta verrattuna ylävartaloon. Tässä tutkimuksessa ylävartalon mittaustulokset ja -muutokset maksimaalisessa voimantuotossa ja maksimivoimassa eivät laskeneet suurimman kokonaiskuormituksen jälkeen.

10. TOIMENPIDESUOSITUKSET JA JATKOTUTKIMUSTARPEET

Aikaisempien tutkimusten ja kirjallisuuden sekä tämän tutkimuksen perusteella sotilaiden ja varusmiesten fyysisessä harjoittelussa on suositeltavaa korostaa maksimivoimaominaisuuksien harjoittelua. Vaikka sotilaat olisivat kokemattomia voimaharjoittelussa ja käytössä olevat resurssit rajalliset, voiman lisääminen suhteellisen nopeasti on kuitenkin mahdollista huolellisesti ja systemaattisesti rakennetun harjoitteluohjelman avulla. Huolellinen suunnittelu edesauttaa välttämään mahdollisia yllärasitustiloja ja loukkaantumisia mahdollistaen joukon parhaan suorituskyvyn. Vaikka sotilastyötävät vaativat mahdollisesti hieman enemmän alaraajojen ja keskivartalon fyysisiä ominaisuuksia, ylävartalon voiman ja voimantuoton harjoittelu on pidettävä harjoitteluohjelmassa tasapuolisesti mukana.

Harjoitteluohjelman rakentamiseen on mahdollisuuksien mukaan syytä käyttää ammattitaitoista ja kokenutta henkilöstä, joka osaa ottaa huomioon sotilaskoulutuksesta tulevat muutokset. Vaikka sotilasympäristössä on rajalliset resurssit voimaharjoittelun suhteen, tulisi levytangoilla ja vapailla painoilla harjoitteluun panostaa. Levytankoharjoittelu väliaikaisin suorituspaikoin mahdollistaa usean henkilön samanaikaisen harjoittelun. Tämän tutkimuksen aluksi havaittiin laite- ja painopakkarajoitusten vaikeus, vaikka apuliikkeissä otettiin huomioon pienryhmien kiertoajoitukset.

Tämä tutkimus keskittyi maksimivoimaharjoitteluun kahdella harjoitusjaksolla, jotka olivat kestoltaan lyhyitä. Olisi hyvä selvittää, millä tavalla voimatasoja saataisiin kehitettyä pidemmällä ajanjaksoilla. Pidempien harjoitusjaksojen toteuttaminen on erittäin haastavaa nykyolosuhteissa (COVID-19 pandemiatilanne) sekä myös normaalia aikataulua noudattelevassa varusmiespalveluksessa. Kuitenkin huolellisesti suunniteltua ja jaksotettua voimaharjoitteluohjelmaa voisi tutkia yhtäjaksoisesti useamman viikon ajan. Tästä saatava tutkimustieto olisi tärkeä osa sekä kotimaan tutkimus- ja kehittämistoiminnalle että nykypäivän varusmiehen fyysisen toimintakyvyn harjoittelussa.

Molempien harjoitusjaksojen ensimmäisillä viikoilla saatiin suoritettua suunnitellun ohjelman mukaisesti koeryhmän voimaharjoittelu ja kontrolliryhmän fyysinen harjoittelu, vaikka samalla viikolla oli 4 päivää kestänyt taisteluampumarjoitus. Kyseiset sotilaalliset harjoitukset olivat kokonaisuormittavuudeltaan kevyitä. Jatkotutkimuksia voitaisiin suorittaa samantyyli-
sissä olosuhteissa lisäämällä voimaharjoittelukerta sotilaalliseen harjoitukseen mukaan, esimerkiksi suoritettavaksi päiväohjelman päätyttyä. Voimaharjoittelukerran sisältö pitäisi muokata maastoon sopivaksi, mutta tällä voitaisiin tarkastella, saadaanko kevyellä yhdellä voima-

harjoituksella ylläpidettyä voimatasoja. Jos erillisiä sotilaallisia harjoituksia on muutamia viikkoja peräkkäin eikä mahdollisuutta voimaharjoitteluun ole kasarmiolosuhteissa, pienenkin harjoittelumäärän on todistettu ylläpitävän voimaa.

Tässä tutkimuksessa ylävartalon voimaominaisuudet pysyivät yllä sotilaallisista harjoituksista ja lomajaksosta huolimatta. Jatkotutkimuksia voisi suorittaa, joissa harjoittelussa painotetaan enemmän ylävartalon voimaominaisuuksien kehittämistä ja niitä verrattaisiin eri sotilastyötehtäviin. Ylävartalon voimaominaisuuksista on havaittu olevan hyötyä esimerkiksi taakan nostoissa ja haavoittuneen evakuoinnissa.

Keskivartalon voimaa mittaavia mittauksia ei tässä tutkimuksessa suoritettu. Kuitenkin keskivartalon voimalla ja lihaskestävyydellä on todettu olevan sotilastyötehtävissä positiivinen yhteys suorituskykyyn. Lisäksi loukkaantumisriskiä saadaan pienennettyä keskivartalon monipuolisella harjoittelulla. Yksinkertaisimmillaan parempi lihasvoima ja -kunto keskivartalon lihaksissa parantaa taistelija ryhtiä ja olemusta taisteluvälinevarustuksessa.

Tässä tutkimuksessa anaerobista suorituskykyä mitattiin modifioidulla Angeltveit ym. (2016) evakuointiradalla. Modifiointi jouduttiin tekemään olosuhteiden ja tilan puutteen takia. Lisäksi suoritus tehtiin urheiluvälinevarustuksessa. Jatkotutkimuksia voitaisiin tehdä, joissa voimaharjoittelun jälkeinen anaerobinen suorituskyky mitattaisiin täysikokoisella evakuointiradalla taisteluvälinevarustuksessa. Tällä saataisiin arvioitua suorituskykyä suoraan sotilastyötehtävään liittyvässä välinevarustuksessa. Tähän vaaditaan kuitenkin hyvät puitteet liikuntatilojen osalta ja ne voivat asettaa haasteita pienemmissä joukko-osastoissa.

LÄHTEET

- Abt, J. P., Oliver, J. M., Nagai, T., Sell, T. C., Lovalekar, M. T., Beals, K., Wood, D. E., Lephart, S. M. 2016. Block-Periodized Training Improves Physiological and Tactically Relevant Performance in Naval Special Warfare Operators. *Journal of Strength and Conditioning Research* 30(1)/39–52.
- Ahtiainen, J., Häkkinen, K. 2004. Hermolihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen. Teoksessa Keskinen, K. L., Häkkinen, K., Kallinen, M. *Kuntotestauksen käsikirja*. Tampere, Liikuntatieteellinen Seura ry.
- Angeltveit, A., Paulsen, G., Solberg, P. A., Raastad, T. 2016. Validity, Reliability, and Performance Determinant of a New Job-Specific Anaerobic Work Capacity Test for the Norwegian Navy Special Operations Command. *Journal of Strength and Conditioning Research* 30(2): 487–496.
- Borg, G. 1998. Borg's perceived exertion and pain scales. *Human Kinetics*.
- Burley, D. S., Drain, J. R., Sampson, J. A., Nindl, B. C., Groeller, H. 2020. Effect of a novel low volume, high intensity concurrent training regimen on recruit fitness and resilience. *Journal of Science and Medicine in Sport*. S1440–2440 (19) 31236–7.
- Candow, D., Burke, D. 2007. Effect of Short-term Equal-volume Resistance Training with Different Workout Frequency on Muscle Mass and Strength in Untrained Men and Women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2007; 21(1): 204–207.
- Chandler, T. J., Chandler, W. B., Arnold, C. E. 2019. Teoksessa Chandler T. J. ja Brown, L. E. *Conditioning for Strength and Human Performance*. Routledge, Yhdysvallat.
- Church, D. D., Gwin, J. A., Wolfe, R. R., Pasikos, S. M., Ferrando, A. A. 2019. Mitigation of Muscle Loss in Stressed Physiology: Military Relevance. *Nutrients* 2019, 11(8), 1703.
- Coburn, J. W., Beck, T. W., DeVries, H. A., Housh, T. J., Cochrane-Snyman, K. C. ja Schick E. E. 2019. The neuromuscular system. Teoksessa Chandler T. J. ja Brown, L. E. (toim.) *Conditioning for Strength and Human Performance*. Routledge, Yhdysvallat.
- Crowder, T., Beekley, M., Sturdivant, R, Johnson, C., Lumpkin, A. 2007. Metabolic effects of soldier performance on a simulated graded road march while wearing two functionally equivalent military ensembles. *Military Medicine* 172(6), 596–602.

- Deschenes, M. R., McCoy, R.W. 2017. *Skeletal Muscle Anatomy and Biomechanics*. Teoksessa Alvar, B. A., Sell, K., Deuster, P. A. *NSCA's Essentials of Tactical Strength and Conditioning*. Human Kinetics, Yhdysvallat.
- Drain, J., Billing, D., Neesham-Smith, D., Aisbett, B. 2016. Predicting physiological capacity of human load carriage – a review. *Applied Ergonomics* 52, 85–94.
- Haisman, M. 1988. Determinants of load carriage ability. *Applied Ergonomics* 19(2), 111–121.
- Hamarsland, H., Paulsen, G., Solberg, P. A., Slaathaug, O. G., Raastad T. 2018. Depressed Physical Performance Outlasts Hormonal Disturbances after Military Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 50(10):2076–2084.
- Harman, E. A., Gutenkunst, D. J., Frykman, P. N., Bradley, C. N., Alemany, J. A., Mello, R. P., Sharp, M. A. 2008. Effects of two Different Eight-Week Training Programs on Military Physical Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22: 523–534
- Heilbronn, B. E., Doma, K., Gormann, D., Schumann, M., Sinclair, W. H. 2019. Effects of Periodized vs. Nonperiodized Resistance Training on Army-Specific Fitness and Skills Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 34(3): 738–753.
- Hoff, J., Gran, A., Helgerud, J. 2002. Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 12 (5):228–95.
- Häkkinen, K. 1990. *Voimaharjoittelun perusteet*. Jyväskylä, Gummerrus Kirjapaino Oy.
- Kallinen, M. 2004. Hermolihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen. Teoksessa Keskinen, K. L., Häkkinen, K., Kallinen, M. *Kuntotestauksen käsikirja*. Tampere, Liikuntatieteellinen Seura ry.
- Kokko, J. 2008. *Vertaileva tutkimus taisteluväestöjen fyysisestä kuormittavuudesta*. Sotilaspedagogiikka, Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki. Pro gradu.
- Kokko, J. 2014. *Yhdistetyn voima- ja kestävyysjärjoittelun vaikutukset maksimaalisen voimantuottoon, kehon koostumukseen ja taakan kantamiseen*. Sotilaspedagogiikka, Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki. Tutkielma.
- Kraemer, W. J., Beeler, M. K. 2019. Teoksessa Chandler T. J. ja Brown, L. E. *Conditioning for Strength and Human Performance*. Routledge, Yhdysvallat.

- Kraemer, W. J., Szivak, T. K. 2012. Strength Training for the Warfighter. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26(7): 107–118, 2012.
- Kyröläinen, H., Pihlainen, K., Santtila, M., Torpo, L. Taistelijan fyysinen toimintakyky 2020, tieteellinen katsaus.
- Kyröläinen, H., Pihlainen, K., Vaara, J. P., Ojanen, T., Santtila, M. 2018. Optimising training adaptations and performance in military environment. *Journal of Science and Medicine in Sport* 21 (2018) 1131–1138.
- Kyröläinen, H., Santtila, M. 2006. Liikuntatieteiden soveltaminen sotilaan fyysisen suorituskyvyn kehittämisessä. Teoksessa: Huhtinen A-M. & Toiskallio J. (toim.). Maanpuolustuskorkeakoulu. Helsinki, Edita Prima Oy.
- Loturco, I., Ugrinowitsch, C., Roschel, H., Tricoli, V., González-Badillo, J. J. 2013. Training at the Optimum Power Zone Produces Similar Performance Improvements to Traditional Strength Training. *Journal of Sports Science and Medicine*. 12, 109–115.
- Lyons, J., Allsopp, A., Bilzon, J. 2005. Influences of body composition upon the relative metabolic and cardiovascular demands of load-carriage. *Occupational Medicine (Lond)* 55(5), 380–384.
- Mala, J., Szivak, T. K., Flanagan, S. D., Comstock, B. A., Laferrier, J. Z., Maresh, C. M., Kraemer, W. J. The Role of Strength and Power During Performance of High Intensity Military Tasks Under Heavy Load Carriage. *The Army Medical Department Journal*, April – June 2015.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L. 2015. *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human performance*. Eighth edition. Wolters Kluwer Health, Lippincott Williams & Wilkins, Yhdysvallat.
- Mero, A., Kyröläinen, H. ja Häkkinen, K. 2004. Hermolihasjärjestelmän rakenne ja toiminta. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. ja Häkkinen K. *Urheiluvallmennus, Kuormitusfysiologiset, ravintofysiologiset, biomekaaniset ja valmennusopilliset perusteet*. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Metsämuuronen, J. 2006. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Gummerus Kirjapaino Oy, Vaajakoski 2008. 4. painos.

- Mussalo, J. 2019. Raskaan 20-tuntisen sotilaallisen harjoituksen vaikutus taistelijan kykyyn toteuttaa haavoittuneen hätäsiirto. Sotilaspedagogiikka, Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki. Pro gradu.
- Nindl, B. C., Barnes, B. R., Alemany, J. A., Frykman, P. N., Shippee, R. L., Friedl, K. E. 2007. Physiological Consequences of U.S. Army Ranger Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 39: 1380–1387.
- Ojanen, T. 2022. Effect of Prolonged Military Field Training and Different Physical Training Programmes on Physiological Responses and Physical Performance in Soldiers. JYU Dissertations 479. University of Jyväskylä.
- Ojanen, T., Häkkinen, K., Hanhikoski, J., Kyröläinen, H. 2020a. Effects of Task-Specific and Strength Training on Simulated Military Task Performance in Soldiers. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020, 17, 8000.
- Ojanen, T., Häkkinen, K., Vasankari, T., Kyröläinen, H. 2018. Changes in Physical Performance During 21 d of Military Field Training in Warfighters. *Military Medicine* 183 (5–6), e174–e181.
- Ojanen, T., Kyröläinen, H., Kozharskaya E., Häkkinen, K. 2020b. Changes in strength and power performance and serum hormone concentrations during 12 weeks of task-specific or strength training in conscripts. *Physiological Reports* 2020 8(9) e14422.
- Orr, R., Pope, R., Lopes, T. J. A., Leyk, D., Blacker, S., Bustillo-Aguirre, B. S., Knapik, J.J. 2021. Soldier Load Carriage, Injuries, Rehabilitation and Physical Conditioning: An International Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021, 18, 4010.
- Orr, R. M., Robinson, J., Hasanki, K., Talaber, K. A., Schram, B., Roberts, A. 2022. The Relationship Between Strength Measures and Task Performance in Specialist Tactical Police. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 36(3) p757–762.
- Pihlainen, K. 2021. Effects of Combined Strength and Endurance Training on Body Composition and Physical Fitness in Soldiers During a 6-Month Crisis Management Operation. JYU Dissertations 431. University of Jyväskylä.
- Pihlainen, K., Santtila, M., Häkkinen, K., Lindholm H., Kyröläinen, H. 2014. Cardiorespiratory responses induced by various military field tasks. *Military Medicine* 179(2), 218–224.

Pääsikunta. 2020. Varusmieskoulutuksen yleisjärjestelyt ja yhteisesti koulutettavat asiat, määräys. (HQ778/13.10.2020). Puolustusvoimien asianhallintajärjestelmä, Helsinki.

Pääsikunta. 2021. Fyysinen toimintakyky, määräys (HR621/14.12.2021). Puolustusvoimien asianhallintajärjestelmä, Helsinki.

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. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26(3), 745–751.

Sell, T. C., Lutz, R. H., Faherty, M. S. 2019. The warrior model for human performance optimization. *Sports Medicine and Arthroscopy Review* 27(3), 99–106.

Serrano, N., Galpin, A. J. 2019. Teoksessa Chandler T. J. ja Brown, L. E. *Conditioning for Strength and Human Performance*. Routledge, Yhdysvallat.

Solberg, P. A., Paulsen, G., Slaathaug, O. G., Skare, M., Wood, D., Huls, S., Raastad, T. 2015. Development and Implementation of a New Physical Training Concept in the Norwegian Navy Special Operations Command. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29(11S)/S204–210.

Spiering, B. A., Mujika I., Sharp, M. A., Foulis, S. A. 2021. Maintaining Physical Performance: The Minimal Dose of Exercise Needed to Preserve Endurance and Strength Over Time. *Journal of Strength and Conditioning Research* 35(5)/1449–1458.

Sporis, G., Harasin, D., Baic, M., Kristicevic, T., Krakan, I., Milanovic, Z., Cular, D., Bagaric-Krakan, L. 2014. Effects of two Different 5 Weeks Training Programs on the Physical Fitness of Military Recruits. *Collegium Antropologicum* 38 suppl. 2: 157–164.

Thomas, M. H., Burns, S. P. 2016. *International Journal of Exercise Science*. Increasing Lean Mass and Strength: A Comparison of High Frequency Strength Training to Lower Frequency Strength Training. 2016; 9(2): 159–167.

Vaara, J. P., Groeller, H., Drain, J., Kyröläinen, H., Pihlainen, K., Ojanen, T., Connaboy, C., Santtilla, M., Agostinelli, P., Nindl, B. C. 2022. Physical performance considerations for optimizing performance in essential military tasks. *European Journal of Sports Science* 22:1, 43–57.

Vaara, J. P., Kokko, J., Isoranta, M., Kyröläinen, H. 2015. Effects of Added Resistance Training on Physical Fitness, Body Composition, and Serum Concentrations During Eight Weeks

of Special Military Training Period. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29/S168–172.

Vantarakis, A., Chatzinikolaou, A., Avloniti, A., Vezos, N, Douroudos, I., Draganidis, D., Jamurtas, A., Kambas, A., Kalligeros, S., Fatouros, I. 2017. A 2-month linear periodized resistance exercise training improved musculoskeletal fitness and specific conditioning of navy cadets. *Journal of Strength and Conditioning Research* 31(5): 1362–1370.

Zourdos, M. C., Khamoui, A. V., Brown, L. E. 2019. Teoksessa Chandler T. J. ja Brown, L. E. *Conditioning for Strength and Human Performance*. Routledge, Yhdysvallat.

LIITTEET

Liiteluettelo

LIITE 1 Tiedote tutkimuksesta tutkittavalle

LIITE 2 Suostumusasiakirja

LIITE 3 Alkukysely

LIITE 4 Koeryhmän voimaharjoitteluohjelma

LIITE 5 Koko tutkimuksen aikataulu ja koeryhmän voimaharjoitteluohjelman protokolla

TIEDOTE TUTKIMUKSESTA

1.4.2021

Sotilaan tehtäväkohtaisten fyysisten vaatimusten, tehtäväkohtaisten testien ja fyysisen harjoittelun tutkimushanke**Pyyntö osallistua tutkimukseen**

Tutkimushankkeen tarkoituksena on jatkaa ja laajentaa Puolustusvoimissa käynnissä olevan sotilaiden fyysisten tehtäväkohtaisten vaatimusten tutkimista. Tässä tutkimushankkeessa neljän eri osatutkimuksen avulla tutkitaan sotilaan tehtäväkohtaisia vaatimuksia, tehtäväkohtaisia testejä ja fyysisen harjoittelun keinoja. Tavoitteena on saada lisää perustietoa tehtäväkohtaisista fyysisen toimintakyvyn testeistä, sotilaan fyysisestä kuormittumisesta ja harjoitusmuotojen vaikuttavuudesta fyysiseen kuntoon sotilailla.

Nyt Teitä pyydetään mukaan tutkimukseen, jossa tutkitaan miten lisätty maksimivoimaharjoittelu varusmiespalveluksessa vaikuttaa fyysiseen toimintakykyyn ja kehon koostumukseen?

Tämä tiedote kuvaa tutkimusta ja Teidän osuuttanne siinä. Pehdyttyänne tähän tiedotteeseen Teille järjestetään mahdollisuus esittää kysymyksiä tutkimuksesta, jonka jälkeen Teiltä pyydetään suostumus tutkimukseen osallistumisesta. Tutkimus toteutetaan Puolustusvoimien johdolla ja tutkimuksen tieteellisenä johtajana ja vastuullisena tutkijana toimii professori Heikki Kyröläinen Jyväskylän yliopistosta. Tutkimuksen koodiavaimet säilytetään Maanpuolustuskorkeakoulun lukitussa kaapissa.

Vapaaehtoisuus

Tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista ja voitte keskeyttää tutkimuksen koska tahansa. Tutkimuksesta kieltäytyminen tai sen keskeyttäminen ei vaikuta millään tavalla asevelvollisuuteen tai varusmiespalvelukseen. Mikäli keskeytätte tutkimuksen tai peruutatte suostumuksen, Teistä keskeyttämiseen ja suostumuksen peruuttamiseen mennessä kerättyjä tietoja ja näytteitä voidaan käyttää osana tutkimusaineistoa.

Tutkimuksen tarkoitus

Tämän osatutkimuksen tarkoituksena on tutkia voimaharjoittelun vaikutusta varusmiehillä ilmavoimien jalkaväkiaselajissa (Satakunnan lennosto, suojauskomppania). Tutkimuksen avulla saadaan tietoa Ilmavoimien jalkaväkisotilaiden fyysisten ominaisuuksien muutoksista erikoiskoulutuskauden aikana. Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää suunniteltaessa ja kehitettäessä koulutettavan joukon fyysisen koulutuksen kokonaisuutta ja sitä kautta voidaan vaikuttaa sotilaan fyysiseen toimintakykyyn sekä koulutettavan joukon suorituskykyyn

LIITE 1

Tutkimuksen poissulkukriteereinä ovat tulehdukselliset sairaudet, tuki- ja liikuntaelin-sairaudet, sekä muut lääkärin toteamat sairaudet ja vammat, jotka estävät fyysisen harjoittelun.

Tutkimuksen kulku

Voimaharjoittelua tutkitaan varusmiehillä vapaaehtoisuuteen perustuen Satakunnan lennoston Suojauskomppanian II/21 saapumiserän suojausmiehistössä. Tutkimus-asetelma on kuvattu kuvassa 3. Alkumittaukset toteutetaan koulutushaarajakson alussa (K1, kalenteriviikko 33) ja välimittaus toteutetaan yhdeksän viikon harjoittelun jälkeen erikoiskoulutusjakson puolivälissä (E3, kalenteriviikko 41). Loppumittaus toteutetaan alustavasti kalenteriviikolla 46, noin neljän viikon sotaharjoitusputken päätyttyä. Maksimaalisen, isometrisen voiman mittaukset ja kehon koostumuksen mit-taukset sekä evakuointirata toteutetaan Satakunnan lennoston Suojauskomppanian tiloissa. Koehenkilöt valitaan vapaaehtoisuuteen perustuen Satakunnan lennoston Suojauskomppanian II/21 saapumiserän suojausmiehistöstä (165vrk palvelus). Tutkimusjoukkoon pyritään valitsemaan 25 henkilöä kontrolliryhmään ja 25 henkilöä koe-ryhmään. Vapaaehtoiset koehenkilöt allekirjoittavat suostumuksen ja voivat milloin tahansa keskeyttää osallistumisensa.

Tutkimuksen mahdolliset hyödyt

Tutkimuksesta saatte runsaasti tietoa omasta kunnostanne ja kehon koostumuksesta sekä voimaharjoittelusta. Lisäksi Puolustusvoimat saa arvokasta tietoa varusmies-palveluksen liikuntakoulutuksen kehittämisestä. Tutkijat ja mittaajat ovat valmiita sel-vittämään yksityiskohtaisemmin mittauksia ja niihin liittyviä riskejä ja niistä saatavaa hyötyä.

Tutkimuksesta mahdollisesti aiheutuvat haitat ja epä mukavuudet

Teidän osaltanne edellä kuvatut tutkimuksen mittaukset tehdään varusmiespalveluk-sen aikana. Suorituskykytestit ovat osin maksimaalisia ja osin submaksimaalisia. Nii-den seurauksena voi esiintyä normaalia kuormitukseen liittyvää lihaskipua 2-3 päivää testien jälkeen. Väsyttävä suoritus voi toisinaan aiheuttaa päänsärkyä ja mahdollises-ti muita kiputuntemuksia kuten kaikki uupumukseen saakka suoritettut testit.

Tietojen luottamuksellisuus, säilytys ja tietosuojaja

Tutkimusrekisterin ylläpitäjä on Maanpuolustuskorkeakoulu. Siellä vastuuhenkilö on tutkija Jani Vaara. Keräämme Teistä tietoa edellä kuvatuilla mittauksilla. Tutkittavien henkilöllisyys ja tutkimustiedot pidetään luottamuksellisena. Yksittäisille tutkimushen-kilöille annetaan tunnuskoodi ja tieto säilytetään koodattuna tutkimustiedostossa. Tu-lokset analysoidaan ryhmätasolla koodattuina, jolloin yksittäinen henkilö ei ole tunnis-tettavissa ilman koodiavainta. Koodiavainta, jonka avulla yksittäisen tutkittavan tiedot ja tulokset voidaan tunnistaa, säilytetään Maanpuolustuskorkeakoulun lukitussa kas-sakaapissa. Lopulliset tutkimustulokset raportoidaan ryhmätasolla eikä yksittäisten tutkittavien tunnistaminen ole mahdollista. Tutkimustiedostoa säilytetään 5 vuotta, jonka jälkeen tiedostot hävitetään. Tutkimusrekisteristä on laadittu henkilötietolain 10 §:n mukainen rekisteriseloste, jonka saatte halutessanne nähtäväksi.

LIITE 1

Tutkimustuloksista kirjoitetaan opinnäytteitä, ja kotimaisia ja kansainvälisiä tiedera-
portteja, joista henkilökohtaisia tietoja ei voi tunnistaa. Kirjoittajat ovat pääosin koti-
maisia tutkijoita eri tutkimuslaitoksista, mutta asiantuntija-apua voidaan tarvittaessa
pyytää myös ulkomailta. Tutkimustietoja ei kuitenkaan luovuteta missään vaiheessa
ulkomaille.

Tutkimuksen kustannukset ja rahoitus

Tutkimukseen osallistumisesta ei makseta palkkiota. Tutkimuksen kustannukset kate-
taan toimintamäärärahoilla ja ulkopuolisella rahoituksella.

Tutkittavien vakuutusturva

Tutkimukseen liittyvät mittaukset suoritetaan varuskunnassa. Tutkimuksen fyysiset
kuntotestit ja osallistuminen kehon koostumuksen mittauksiin ovat vapaaehtoista.
Sotilastapaturmalaki kattaa koko varusmiespalvelusajan. Kuluista ja korvauksista
huolehtii Valtionkonttori.

Tutkimustuloksista tiedottaminen

Tutkittavat saavat välittömästi tutkimusjakson päätyttyä tiedot omasta kunnostaan ja
kehon koostumuksestaan. Tutkittaville tiedotetaan tutkimuksiin tulevista muutoksista,
jotka saattavat vaikuttaa heidän osallistumiseensa. Tutkimuksesta on tarkoitus jul-
kaista tieteellisiä artikkeleita alan kansainvälisissä lehdissä.

Lisätiedot

Pyydämme Teitä tarvittaessa esittämään tutkimukseen liittyviä kysymyksiä tutkijoille /
tutkimuksesta vastaavalle henkilölle.

Tutkimusryhmän johtajan yhteystiedot

Professori
Heikki Kyröläinen

Jyväskylän yliopisto, liikuntatieteellinen tiedekunta
Puh. (040) 5408703
Sposti: heikki.kyrolainen@jyu.fi

1.4.2021

SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN

Sotilaan tehtäväkohtaisten fyysisten vaatimusten, tehtäväkohtaisten testien ja fyysisen harjoittelun tutkimushanke 2021, osatutkimus III: Voimaharjoittelun vaikutus fyysiseen kuntoon varusmiehillä

Minua (_____) on pyydetty osallistumaan yllämainittuun tieteelliseen tutkimukseen, jonka tarkoituksena tutkia miten lisätty maksimivoimaharjoittelu varusmiespalveluksessa vaikuttaa fyysiseen toimintakykyyn ja kehon koostumukseen? Olen lukenut ja ymmärtänyt saamani kirjallisen tutkimustiedotteen. Tiedotteesta olen saanut riittävän selvityksen tutkimuksesta ja sen yhteydessä suoritettavasta tietojen keräämisestä, käsittelystä ja luovuttamisesta. Tiedotteen sisältö on kerrottu minulle myös suullisesti, minulla on ollut mahdollisuus esittää kysymyksiä ja olen saanut riittävän vastauksen kaikkiin tutkimusta koskeviin kysymyksiini.

Tiedot antoi _____ / ____ / 20 ____ . Minulla on ollut riittävästi aikaa harkita osallistumistani tutkimukseen. Olen saanut riittävät tiedot oikeuksista, tutkimuksen tarkoituksesta ja sen toteutuksesta sekä tutkimuksen hyödyistä ja riskeistä. Minua ei ole painostettu eikä houkuteltu osallistumaan tutkimukseen.

Ymmärrän, että osallistumiseni on vapaaehtoista. Olen selvillä siitä, että voin peruuttaa tämän suostumukseni koska tahansa syytä ilmoittamatta eikä peruutukseni vaikuta kohteluuni tai saamaani hoitoon millään tavalla. Tiedän, että tietojani käsitellään luottamuksellisesti eikä niitä luovuteta sivullisille. Olen tietoinen siitä, että mikäli keskeytän tutkimuksen tai peruutan suostumukseni, minusta keskeyttämiseen ja suostumukseni peruuttamiseen mennessä kerättyjä tietoja ja näytteitä voidaan käyttää osana tutkimusaineistoa.

Allekirjoituksellani vahvistan osallistumiseni tähän tutkimukseen ja suostun vapaaehtoisesti tutkimushenkilöksi.

 Tutkittavan nimi

 Tutkittavan syntymäaika

 Tutkittavan osoite

 Päivämäärä

 Allekirjoitus

LIITE 2

Suostumus vastaanotettu

Suostumuksen vastaanottavan henkilön nimi

Päivämäärä

Allekirjoitus
(Suostumuksen vastaanottaja)

Alkuperäinen allekirjoitettu tutkittavan suostumus sekä kopio tutkimustiedotteesta jäävät tutkijan arkistoon. Tutkimustiedote ja kopio allekirjoitetusta suostumuksesta annetaan tutkittavalle.

LIITE 3 Alkukysely

SOTILAAN TEHTÄVÄKOHTAISTEN FYYSISET VAATIMUSTEN, TEHTÄVÄKOHTAISTEN TESTIEN JA FYYSISEN HARJOITTELUN TUTKIMUSHANKE

OSATUTKIMUKSEN III ALKUKYSELY

Yliluutnantti Mikko Rastas
Sotatieteiden maisterikurssi 10, Pro gradu
Maanpuolustuskorkeakoulu

1. Suku- ja etunimi
2. Sukupuoli
3. Syntymäaika (pp.kk.vvvv)
4. Pituus (cm)
5. Paino (kg)

LIIKUNTA- JA TERVEYSKÄYTTÄYTYMINEN

Ympyri sinua eniten kuvaava tai kuvaavat vaihtoehdot

6. Mihin seuraavista vapaa-ajan liikuntaryhmistä kuulut?

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

Liikunta on **ripeää ja reipasta**, kun se aiheuttaa ainakin jonkin verran hikoilua ja hengityksen kiihtymistä.

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

7. Kuinka monta kertaa keskimäärin viikossa harrastat kestävyystyypistä liikuntaa?

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

- a. en harrasta kestävyystyypistä liikuntaa
- b. kerran viikossa
- c. 2 kertaa viikossa
- d. 3 kertaa viikossa
- e. 4 kertaa viikossa
- f. 5 kertaa viikossa
- g. 6 kertaa viikossa
- h. 7 kertaa tai enemmän viikossa

9. Kuinka monta kertaa keskimäärin viikossa harrastat lihasvoimaa kehittävää liikuntaa (esim. kuntosaliharjoittelu, kuntopiiriharjoittelu)? (Ajattele kolmea viime kuukautta)

- a. en harrasta lihasvoimaa kehittävää liikuntaa
- b. kerran viikossa
- c. 2 kertaa viikossa
- d. 3 kertaa viikossa
- e. 4 kertaa viikossa
- f. 5 kertaa viikossa
- g. 6 kertaa viikossa
- h. 7 kertaa tai enemmän viikossa

LIITE 3

10. Kuinka paljon keskimäärin viikossa harrastat lihasvoimaa kehittävää liikuntaa?

(Ajattele kolmea viime kuukautta)

- a. en harrasta lihasvoimaa kehittävää liikuntaa
- b. alle 15 minuuttia viikossa
- c. 16–30min viikossa
- d. 30–60 min viikossa
- e. 60–90 min viikossa
- f. 90–120 min viikossa
- g. 120–150 min viikossa
- h. 150–180 minuuttia viikossa
- i. enemmän kuin 3 tuntia viikossa

11. Millä intensiteetillä harrastat lihasvoimaa kehittävää liikuntaa?

- a. verkkainen tai rauhallinen (ei juuri hikoilua ja hengityksen kiihtymistä)
- b. ripeä tai reipas (jonkin verran hikoilua ja hengityksen kiihtymistä)
- c. rasittava (paljon hikoilua ja hengityksen kiihtymistä)
- d. en harrasta lihasvoimaa kehittävää liikuntaa

12. Jos harrastit lihasvoimaa kehittävää liikuntaa, kuuluivatko seuraavat liikkeet tai suoritteet harjoitteluusi? (Voit valita useamman vaihtoehdon)

- a. Takakyykky
- b. Etukyykky
- c. Maastaveto (normaali tai trap/hex-tangolla)
- d. Penkkipunnerrus
- e. Pystypunnerrus
- f. Askelkyykky (kaikki variaatiot)
- g. Leuanveto
- h. Loikkaharjoitteet
- i. Heitot kuntopallolla

KIVUT

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

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

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

14. Arvioi kuinka monena päivänä yhteensä sinulla on ollut noidannuolikipu (äkillinen alaselän kipu) viimeksi kuluneen kuukauden aikana

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

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

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

LIITE 3

16. Onko sinulla ollut kipuja muualla kehossa viimeksi kuluneen kuukauden aikana?

- a. Ei ole ollut
- b. Niska tai hartia-alueella
- c. Olkapäät
- d. Kädet
- e. Rinta
- f. Vatsa
- g. Lantion seutu
- h. Pakarat
- i. Jalat

UNI- JA NUKKUMISTOTTUMUKSET

17. Kuinka monta tuntia keskimäärin nukut vuorokaudessa?

- a. 5 tuntia tai alle
- b. keskimäärin 6 tuntia
- c. keskimäärin 7 tuntia
- d. keskimäärin 8 tuntia
- e. keskimäärin 9 tuntia
- f. keskimäärin 10 tuntia tai enemmän

LIITE 4 Koeryhmän voimaharjoitteluohjelma

Sunnuntai 15.8. Perusvoimaharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Hex-maastaveto	3	10	40-50%	2min
Maljakyykky käsipainolla	3	10	40-50%	2min
Penkkipunnerrus levytangolla	3	10	40-50%	2min
Kulmasoutu levytangolla	3	10	40-50%	2min
Deadbug kuminauhalla	4	8 + 8	Kuminauha	2min

Tiistai 24.8. Tehoharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Vauhditon pituushyppy	2	1	Keho	3 min
Etunojapunnerr + kuntopallon työntö seinään	4	4 + 4	30-40%	3-4min
Etuheilautus kahvak + vauhditon pit. hyppy	4	4 + 4	30-40%	3-4min
Jännehyyppy	4	8	Keho	3-4min
Pallof press kuminauhalla	4	12 + 12	Kuminauha	2min

Sunnuntai 29.8. Maksimivoimaharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Penkkipunnerrus levytangolla	4	5	70-75%	3-4min
Kulmasoutu levytangolla	4	5	70-75%	3-4min
Yhden käden pystypunnerrus käsipainolla	4	8	70-75%	3min
Hauiskääntö suoralla tangolla	4	10	70-75%	3min
Ranskalainen punnerrus suoralla tangolla	4	10	70-75%	3min

Torstai 2.9. Tehoharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Vauhditon pituushyppy	2	1	Keho	4min
Penkkipunnerrus + kuntopallon työntö	4	5 + 5	35-45%	4min
Etuheilautus + jännehyyppy	4	5 + 5	35-45%	4min
Askelkyykky taakse	3	5 + 5	Keho	3min
Etunojapunnerrus	3	8	Keho	3min

Maanantai 6.9. Maksimivoimaharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Hex-maastaveto	3	4	85-90%	4min
Penkkipunnerrus levytangolla	3	4	85-90%	4min
Maljakyykky käsipainolla	3	4	85-90%	4min
Pystypunnerrus käsipainoilla	3	4 + 4	70-80%	3min
Tuettu soutu yhdellä kädellä, käsipainoilla	3	4 + 4	70-80%	3min
Deadbug kuminauhalla	3	8 + 8	Kuminauha	2min

Maanantai 23.8. Maksimivoimaharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Hex-maastaveto	4	5	70-75%	4min
Split-kyykky käsipainoilla/kahvakuulilla	3	5 + 5	70-75%	4min
Pohjenousut seisten käsip/kahvak	4	6	70-75%	3min
Askelkyykkykävely	4	6 + 6	Keho	2min
Lankku, foamroller käsivarsien alla	4	1min	Keho	2min

Perjantai 27.8. Kevyt perusvoimaharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Maljakyykky käsipainolla	3	8	30-40%	2min
Vipunostot sivulle	3	10	30-40%	2min
Askelkyykky taakse käsipainoilla	3	5 + 5	30-40%	2min
Tuettu kulmasoutu käsipainoilla	4	8	30-40%	2min
Farmarikävely käsipainot molemmissa käsissä	4	x metriä	raskas	2min

Tiistai 30.8. Maksimivoimaharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Hex-maastaveto	4	5	80-85%	4min
Maljakyykky käsipainolla	4	5	80-85%	4min
Suurin jaloin maastaveto käsipainoilla	4	6	80-85%	3min
Pohjenousut korokkeelta	3	8 + 8	Keho	3min
Bodysaw (lankku ja jalat sahaa)	3	30sek	Keho	2min
Bird-dog	3	8 + 8	Keho	2min

Lauantai 4.9. Maksimivoimaharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Penkkipunnerrus	4	5	80-85%	3min
Pystypunnerrus levytangolla	4	5	80-85%	3min
Kulmasoutu kahvakuulilla	4	5 + 5	70 %	3min
Takaolkapäät	4	20	2-4kg	2min
Hauiskääntö käsipainoilla, vuorokäsin	4	6 + 6	70 %	2min
Farmarikävely, paino vain toisessa kädessä	4	x m	raskas	2min

Keskiviikko 8.9. Tehoharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Vauhditon pituushyppy	2	1	Keho	3min
Hex-maastaveto + boksihyppy	3	4 + 2	40-50%	4min
Etunojapunnerrus + kuntopallon heitto kiertäen	3	4 + (2+2)	Keho	4min
Lankku + kuntopallon heitto maahan	3	30s + 3	Keho	3min

LIITE 4

Perjantai 17.9. Maksimivoimaharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Hex-maastaveto	3	4	70-80%	4min
Penkkipunnerrus levytangolla	3	4	70-80%	4min
Maljakyyky käsipainolla	3	4	70-80%	4min
Deadbug kuminauhalla	2	8 + 8	Kuminauha	2min

Keskiviikko 13.10. Tehoharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Vauhditon pituushyppy	2	1	Keho	3min
Etunojapunnerrus + kuntopallon työntö seinään	3	4 + 4	30-40%	3min
Etuheilautus kahvak + vauhditon pit. hyppy	3	4 + 4	30-40%	3min
Jännehyppy	3	8	Keho	3min
Pallof press kuminauhalla	3	12 + 12	Kuminauha	2min

Tiistai 19.10. Maksimivoimaharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Hex-maastaveto	3	4	80-90%	4min
Maljakyyky käsipainolla	3	4	80-90%	4min
Suorin jaloin maastaveto käsipainoilla	3	6	80-85%	4min
Bodysaw (lankku ja jalat sahaa)	3	30sek	Keho	2min
Bird-dog	3	8+8	Keho	2min

Lauantai 23.10. Maksimivoimaharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Penkkipunnerrus levytangolla	3	4	80-90%	4min
Pystypunnerrus levytangolla	3	4	80-85%	4min
Kulmasoutu kahvakuulilla	3	5 + 5	80 %	3min
Takaolkapäät	3	20	1 - 4kg	2min
Hauiskääntö kahvakuulalla kyykyssä	3	12		2min
Farmarikävely, paino vain toisessa kädessä	4	x m	raskas	2min

Keskiviikko 27.10. Tehoharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Vauhditon pituushyppy	2	1	Keho	3min
Hex-maastaveto + boksihyppy	3	4 + 2	40-50%	4min
Etunojapunnerrus + kuntopallon heitto kierteen	3	4 + (2+2)	Keho	4min
Lankku + kättelyt eteen	3	30s + (3+3)	Keho	3min

Torstai 14.10. Maksimivoimaharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Hex-maastaveto	4	4	80-85%	4min
Split-kyyky käsipainoilla/kahvakuulilla	4	4 + 4	80-85%	4min
Pohjenousut seisten, käsipainolla/kahvakuulalla	3	6	70-75%	3min
Askelkyykykävely	3	6 + 6	Keho	2min
Lankku, foamroller käsivarsien alla	3	1min	Keho	2min

Maanantai 11.10. Maksimivoimaharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Penkkipunnerrus levytangolla	4	4	75-85%	4min
Kulmasoutu levytangolla	4	4	75-85%	4min
Yhden käden pystypunnerrus käsipainolla	4	8	75-80%	3min
Hauiskääntö käsipainoilla	4	10		3min
Ojentapunnerrus käsipainolla seisten	4	10		3min

Torstai 21.10. Tehoharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Vauhditon pituushyppy	2	1	Keho	4min
Penkkipunnerrus + kuntopallon työntö	3	5 + 5	35-45%	4min
Etuheilautus + jännehyppy	3	5 + 5	35-45%	4min
Askelkyyky taakse	3	5 + 5	Keho	3min
Etunojapunnerrus	3	6	Keho	3min

Maanantai 25.10. Maksimivoimaharjoitus				
LIIKKEET	SUUNNITELTU			
	Sarjat	Toistot	Kuorma	Palautus
Hex-maastaveto	3	3	85-90%	4min
Penkkipunnerrus levytangolla	3	3	85-90%	4min
Maljakyyky käsipainolla	3	4	85-90%	4min
Tuettu soutu yhdellä kädellä käsipainolla	3	4 + 4	70-80%	3min
Deadbug kuminauhalla	3	8 + 8	Kuminauha	2min

LIITE 5 Koko tutkimuksen aikataulu ja koeryhmän voimaharjoitteluohjelman protokolla

# VKO	KAL VKO	KOUL VKO									
1	32	A6	OPETUS	9.8.	10.8.	11.8.	12.8.	13.8.	14.8.	15.8.	OPETUS
								LIIKKEIDEN JA TEKNIKOIDEN OHJEISTAMINEN	PRE MITTAUKSET	VOIMA Koko vartalo 3x10 40-50%	
2	33	K1	OPETUS	16.8.	17.8.	18.8.	19.8.	20.8.	21.8.	22.8.	OPETUS
3	34	K2	HARJOITUSJAKSO 1	23.8.	24.8.	25.8.	26.8.	27.8.	28.8.	29.8.	HARJOITUSJAKSO 1
				MAKSIMI Alavartalo 4x5 70-75%	TEHO Koko vartalo 4x6 30-40%			KEVYT VOIMA Alavartalo 3x10 30-40%		MAKSIMI Ylävartalo 4x5 70-75%	
4	35	K3	HARJOITUSJAKSO 1	30.8.	31.8.	1.9.	2.9.	3.9.	4.9.	5.9.	HARJOITUSJAKSO 1
					MAKSIMI Alavartalo 4x5 80-85%		TEHO Koko vartalo 4x5 35-45%		MAKSIMI Ylävartalo 4x5 80-85%		
5	36	K4	HARJOITUSJAKSO 1	6.9.	7.9.	8.9.	9.9.	10.9.	11.9.	12.9.	HARJOITUSJAKSO 1
				MAKSIMI Koko vartalo 3x4 85-90%		TEHO Koko vartalo 3x4 40-50%		MID 1 MITTAUKSET			
6	37	K5	YLLÄPITOJAKSO	13.9.	14.9.	15.9.	16.9.	17.9.	18.9.	19.9.	YLLÄPITOJAKSO
								MAKSIMI Kokovartalo 3x4 70-80%			
7	38	K6	YLLÄPITOJAKSO	20.9.	21.9.	22.9.	23.9.	24.9.	25.9.	26.9.	YLLÄPITOJAKSO
8	39	E1	YLLÄPITOJAKSO	27.9.	28.9.	29.9.	30.9.	1.10.	2.10.	3.10.	YLLÄPITOJAKSO
									MID 2 MITTAUKSET		
9	40	E2	YLLÄPITOJAKSO	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	YLLÄPITOJAKSO
10	41	E3	HARJOITUSJAKSO 2	11.10.	12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	HARJOITUSJAKSO 2
				MAKSIMI Ylävartalo 4x4 75-85%		TEHO Koko vartalo 3x6 30-40%	MAKSIMI Alavartalo 4x4 80-85%				
11	42	E4	HARJOITUSJAKSO 2	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.	23.10.	24.10.	HARJOITUSJAKSO 2
					MAKSIMI Ylävartalo 3x4 80-90%		TEHO Koko vartalo 3x5 35-45%		MAKSIMI Alavartalo 3x4 80-90%		
12	43	E5	HARJOITUSJAKSO 2	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.	HARJOITUSJAKSO 2
				MAKSIMI Koko vartalo 3x3 85-90%		TEHO Koko vartalo 3x4 40-50%		POST MITTAUKSET			