

**KROONISET ADAPTAATIOT YHDISTETYN KESTÄVYYS- JA  
VOIMAHARJOITTELUINTERVENTION JÄLKEEN  
KESTÄVYYSHARJOITELLEILLA MIEHILLÄ**

Karoliina Mäkäraäinen

Valmennus- ja testausopin kandidutkielma

Kevät 2013

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Ohjaaja: Juha Ahtiainen

## TIIVISTELMÄ

Mäkäräinen, Karoliina 2013. Krooniset adaptaatiot yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoitteluintervention jälkeen kestävyysharjoitelleilla miehillä. Valmennus- ja testausoppi. Kandidaatin tutkielma, Jyväskylän yliopisto, liikuntabiologian laitos, 55s.

Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutuksista ollaan hyvin kiinnostuneita suorituskyvyn kannalta, ja tutkimuksia voima- ja kestävyysharjoitusten toteuttamisesta samassa harjoituksessa ei tällä hetkellä löydy vielä paljon. Tutkimuksen päätarkoituksena oli selvittää 12 viikon yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutuksia voimantuottokyvyn, tehontuoton ja kestävyys-suorituskyvyn suhteen. Osa koehenkilöistä suoritti yhdistettyä voima- ja kestävyysharjoittelua (E+S) ja osa pelkkää kestävyysharjoittelua (E). Näin saatiin selvitettyä myös, ilmenikö harjoitusvaikutusten suhteen interferenssiä eli kumoutuuko osa harjoitusvasteista yhdistetyn harjoittelun seurauksena.

Tutkimuksen koehenkilöinä oli 28 kestävyysharjoittelutaustaista miestä (E n=14, E+S n=14). Oman raportointinsa mukaan koehenkilöt olivat harrastaneet kestävyysjuoksua ja muuta kestävyysharjoittelua 4–10 tuntia viikossa. Koehenkilöt tekivät viikossa viisi tai kuusi kestävyysharjoitusta, joista yhdistetyn harjoittelun ryhmällä (n=14) kaksi oli yhdistettyä kestävyys- ja voimaharjoitusta. Koehenkilöiltä mitattiin m. rectus femoriksen (RF) ja m. vastus lateraliksen (VL) poikkipinta-alat alaraajoista ultraäänellä, dynaaminen yhden toiston maksimi (1RM) jalkaprässissä, kevennyshypyn nousukorkeus, 6\*1000 metrin taso-  
testin viimeisen 1000 metrin maksimaalisesti juostu loppuaika sekä nopeus veren laktaattitasolla 4 mmol/l.

E+S -ryhmällä VL:n poikkipinta-ala kasvoi tilastollisesti merkitsevästi (5,32 %,  $p<0.05^*$ ), E ryhmällä sekä VL:n että RF:n poikkipinta-alat pienenevät merkitsevästi (VL -7,32 %,  $p<0.01^{**}$  ja RF -6,56 %,  $p<0.01^{**}$ ). Ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitseviä eroja (VL  $p<0.001^{***}$ , RF  $p<0.05^*$ ). E+S ryhmän 1 RM kehittyi tilastollisesti merkitsevästi (4,3 %,  $p<0.05^*$ ) ja ryhmät erosivat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan ( $p<0.05^*$ ) E-ryhmän kevennyshypyn nousukorkeuden lasku (5,3 %) oli tilastollisesti hyvin merkitsevää ( $p<0.01^{**}$ ) 6\*1000 metrin maksimaalisesti juostun viimeisen 1000 metrin loppuajat kehittyivät molemmilla ryhmillä tilastollisesti erittäin merkitsevästi (E -7,50 %,  $p<0.001^{***}$  ja E+S-6,9 %,  $p<0.001^{***}$ ) Nopeus veren laktaattitasolla 4 mmol/l kehittyä E-ryhmällä tilastollisesti hyvin merkitsevästi (3,8 %,  $p<0.01^{**}$ ). Ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja kestävyys-suorituskykymuuttujien suhteen.

Tutkimuksen johtopäätöksenä voidaan todeta, että yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu paransi voimatasoja ja lihasten poikkipinta-aloja, eikä kestävyysharjoittelu yksinään riittänyt voimatasojen ja lihasten poikkipinta-alojen ylläpitämiseen kestävyysharjoittelu taustan omaavilla miehillä. Voimaharjoittelun adaptaatiot eivät myöskään häiriintyneet kestävyysharjoittelusta. Lihasmassa lisää kuitenkin kehon painoa, ja liian suuri painonlisäys heikentää suhteellisia voimatasoja ja voi haitata kestävyys-suorituskykyä ja esimerkiksi ta-  
loudellisuutta. Havaittiin myös, että kestävyys-suorituskykymuuttujien suhteen ei tämän tutkimuksen kaltainen voimaharjoittelu aiheuttanut interferenssiä, vaan yhdistetyn harjoittelun avulla saatiin parannusta myös niihin.

Avainsanat: yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu, adaptaatiot, voimaharjoittelu, kestävyysharjoittelu

## SISÄLTÖ

|  |    |
|--|----|
| 1 JOHDANTO .....   | 4  |
| 2 HERMO-LIHASJÄRJESTELMÄN SUORITUSKYKY .....   | 5  |
| 2.1 Voimaharjoittelu ja sen vaikutukset.....   | 5  |
| 2.2 Voimantuottoon vaikuttavat tekijät.....  | 8  |
| KESTÄVYYSSUORITUSKYKY .....  | 12 |
| 2.3 Kestävyyden määritelmä ja kestävyysharjoittelu.....  | 12 |
| 2.4 Kestävyys suorituskykyyn vaikuttavat tekijät.....  | 13 |
| 3 YHDISTETTY VOIMA- JA KESTÄVYYSHARJOITTELU.....   | 18 |
| 3.1 Yhdistetyn harjoittelun vaikutukset hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyyn ja kestävyys suorituskykyyn ..... | 18 |
| 3.2 Adaptaatioiden fysiologia .....  | 21 |
| 4 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT .....   | 24 |
| 5 MENETELMÄT .....   | 26 |
| 5.1 Koehenkilöt.....   | 26 |
| 5.2 Koeasetelma .....  | 27 |
| 5.3 Harjoittelu .....  | 27 |
| 5.4 Mittaukset.....  | 31 |
| 5.5 Tilastolliset analyysit .....  | 33 |

|  |    |
|--|----|
| 6 TULOKSET .....                               | 34 |
| 6.1 Alaraajojen lihasten poikkipinta-ala ..... | 34 |
| 6.2 Hermo-lihasjärjestelmän suorituskyky ..... | 38 |
| 6.3 Kestävyys suorituskyky .....               | 41 |
| 7 POHDINTA .....                               | 45 |
| 8 LÄHTEET .....                                | 51 |
| 9 LIITTEET .....                               | 55 |

# 1 JOHDANTO

Urheilun maailmassa mielenkiinnon kohteena on mahdollisimman tehokkaan harjoitusohjelman luominen ja urheilijan optimaalinen kehitys. Valmentajan lajiansalyttinen tieto ja sen kautta harjoittelun ohjelmointi ovat tärkeässä asemassa mahdollisimman hyvän suorituskyvyn saavuttamiseksi.

Voimaharjoittelu on yleinen harjoittelumuoto urheilijoiden ja kuntoilijoiden keskuudessa. Harjoittelun seurauksena elimistössä tapahtuu sekä rakenteellista että hermostollista adaptoitumista (Folland & Williams 2007). Voimantuottoon vaikuttavia tekijöitä on paljon, ja nämä tulee ottaa huomioon harjoittelua suunniteltaessa (Mero ym. 2004, 37–72).

Kestävyysharjoittelu poikkeaa adaptaatioiltaan voimaharjoittelusta. Kestävyteen vaikuttavat hengitys- ja verenkiertoelimistön kunto, lihasten aineenvaihdunta ja hermoston toiminta. Kestävyysuorituskykyyn vaikuttavat pitkäaikainen aerobinen kestävyys, maksimaalinen hapenotto- ja suorituksen taloudellisuus, hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyisyys sekä anaerobinen energiantuotto. (Keskinen ym. 2004, 51–124.)

Yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu on harjoittelumuoto, jossa voima- ja kestävyysominaisuuksia pyritään kehittämään yhtä aikaa. Tämän kaltainen harjoittelumuoto sopii hyvin esimerkiksi kuntoilijalle tai aktiivisesti liikuntaa harrastavalle, ja oikein suunniteltuna hyötyjä voi myös olla kilpaurheilijalle. Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun avulla voidaan saada kehitettyä voimaa ja tehontuottoa yhdessä kestävyysuorituskyvyn rinnalla, jos harjoittelu suunnitellaan oikein, ja urheilijan tai kuntoilijan tarpeita vastaavaksi.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää minkälaisia adaptaatioita yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu aiheuttaa hermo-lihasjärjestelmän suorituskyvyssä ja kestävyysuorituskyvyssä. Yhdistettyä voima- ja kestävyysharjoittelua toteutettiin kaksi kertaa viikossa sekä muuta kestävyysharjoittelua useampana kertana viikossa.

## 2 HERMO-LIHASJÄRJESTELMÄN SUORITUSKYKY

### 2.1 Voimaharjoittelu ja sen vaikutukset

Voimaharjoittelu on hyvin yleinen ja käytetty harjoittelumuoto sekä urheilijoiden että kuntoilijoiden keskuudessa. Sen avulla on tarkoitus pyrkiä parantamaan muun muassa urheilijan tai esimerkiksi kuntoilijan suorituskykyä, lihaksiston ja luuston toimintaa ja hyvinvointia. Terveydellisten näkökulmien lisäksi voimaharjoittelulla voidaan tavoitella myös esteettisiä asioita. Voimaharjoittelun seurauksena lihaksiston voima kasvaa elimistössä tapahtuvien, hermostollisten ja rakenteellisten adaptaatioiden yhteisvaikutuksesta. Harjoittelun alkuvaiheessa voiman lisäys tapahtuu usein hermoston adaptoitumisen seurauksena, kun taas harjoittelun edetessä alkaa lihaksistossa tapahtua myös rakenteellisia muutoksia. (Folland & Williams 2007.)

Suurin osa rakenteellisista muutoksista on seurausta lihaksen hypertrofiasta. Lihassolujen poikkipinta-ala kasvaa myofibrillien koon ja määrän kasvun takia. Supistuvan proteiinin, aktiinin ja myosiinin, määrä myofibrilleissa lisääntyy, jolloin poikittaissilloja ja sarkomeereja muodostuu enemmän, ja näin ollen myofibrillin koko ja poikkipinta-ala siis kasvaa. (Komi 2003, 231–264.) Tämä taas vaikuttaa lihassolujen poikkipinta-alojen kasvuun, joka lisää edelleen koko lihaksen poikkipinta-alaa. On havaittu, että 2 tyypin lihassoluissa tapahtuu hypertrofiaa 1 tyypin lihassoluja herkemmin/nopeammin. 2 tyypin lihassoluissa on inaktiivisuuden seurauksena havaittu myös atrofiaa 1 tyypin lihassoluja nopeammin. Lihassolun kalvorakenteissa sijaitsee satelliittisoluja, jotka aktivoituessaan muodostavat uusia tumia lihassoluihin ja aiheuttavat hypertrofisia muutoksia lihaksissa syntetisoiden supistuvia proteiineja.(Folland & Williams 2007.) Muita mahdollisia rakenteellisia muutoksia ovat muun muassa muutokset lihassolutyypissä, lihassolujen hyperplasia, myofilamenttien tiheyden

kasvu, lihassolujen pennaatiokulman kasvu ja jänteiden ja nivelsiteiden rakenteelliset muutokset. (Folland & Williams 2007; Komi 2003, 231–264.)

Rakenteellisten muutosten, pääasiassa lihashypertrofian takana, on kasvu proteiinisynteesissä. Proteiinisynteesin lihaksessa täytyy olla suurempaa kuin proteiinien hajotus, jotta anabolian tila vallitsee. Lisääntyneen proteiinisynteesin ja lihaskasvun takana ovat luultavasti mekaaninen kuormitus ja jännitys, aineenvaihdunnan tuotteet (esimerkiksi laktaatti ja vetyionit, epäorgaaniset fosfaatit ja kreatiini), hormonit ja sytokiinit (esimerkiksi testosteroni ja IGF-1), hapenpuute lihaksessa, solun turvotus ja lihassoluvauriot. Nämä tekijät yhdessä laukaisevat useiden solunsisäisten signalointireittien toiminnan, jotka lisäävät proteiinisynteesiä. Yksi tärkeimmistä reiteistä on P13K/Akt/mTOR-signalointireitti. Muita tällaisia reittejä ovat esimerkiksi MAPK-signalointireitti ja kalsiumriippuvainen signalointireitti. (Schoenfeld 2000.)

Hermostollisen adaptaation piiriin kuuluu koordinaation kehittyminen liikkeissä. Parantunut koordinaatio johtuu työskentelevien agonistilihasten suuremmasta aktivaatiosta suoritusten aikana. Myös synergistit toimivat aktiivisesti tukien agonistilihasten toimintaa. Agonistilihasten tehokkaan toiminnan mahdollistamiseksi, täytyy antagonistilihaksien olla mahdollisimman inaktiivisia, jottei liike häiriinny. Voimaharjoittelun seurauksena myös motoristen yksiköiden rekrytointi mahdollisesti lisääntyy, jolloin saadaan enemmän lihassoluja aktivoitua käyttöön. Lisäksi niiden syttymistiheys paranee ja yksiköiden synkronisaatiossa suhteessa toisiinsa voi tapahtua edullisia muutoksia. Selkäydinrefleksit muuntuvat myös siten, että voimantuottoa lisääviä refleksejä ilmenee enemmän kuin ennen voimaharjoittelua. Voimantuottoa vähentäviä refleksejä ilmenee puolestaan vähemmän. (Folland & Williams 2007.) Cross-over efektillä tarkoitetaan sitä, että harjoitettaessa esimerkiksi vain yhtä raajaa, ilmenee harjoitusvaikutuksia (esimerkiksi voima kasvu) myös kontralateraalissa (toisessa) raajassa. Tämä viittaisi keskushermostossa tapahtuvaan adaptaatioon. Motorisella kuorikeroksella tapahtuu siis myös muutoksia. Esimerkiksi mielikuvaharjoittelun avulla saadaan

lisättyä kortikospinaalisten ratojen aktivaatiota, mikä lisää työskentelevien lihasten aktiivisuutta. Myös bilateraalista vajetta saadaan voimaharjoittelun seurauksena vähennettyä. Tällöin kahdella raajalla tuotettu voima on suurempi kuin raajojen erikseen tuottamien voimien summa. (Gabriel ym. 2006.)

Toki harjoittelutapa vaikuttaa siihen, millaisia vaikutuksia voimaharjoittelun avulla saadaan aikaiseksi. Voimia voidaan kehittää yleisesti ottaen maksimivoimaharjoittelun, hypertrofisen voimaharjoittelun ja räjähtävän voimaharjoittelun/nopeusvoimaharjoittelun avulla. Maksimivoimaharjoittelussa kuorma on suuri (noin 80-100% 1 RM) ja toistomäärät sarjoissa pieniä (noin 1-3). Maksimivoimaharjoittelun seurauksena hermoston aktivaatio työskentelevissä lihaksissa lisääntyy ja voimatasoissa esiintyy kasvua, adaptaatiot ovat pääasiassa hermostollisia. Toistomäärän vähäisyyden takia lihashypertrofiaa ei juuri tapahdu. Maksimivoima lihaksen pinta-alayksikköä kohden kasvaa, mikä vaikuttaa edullisesti suhteellisiin voimatasoihin. Hypertrofisessa voimaharjoittelussa kuorma on pienempi (noin 60-80% 1RM), mutta toistomäärät sarjoissa suurempia (noin 6-12). Harjoitusvasteisiin kuuluu proteiinisynteesin kasvun seurauksena tapahtuva lihashypertrofia, myös hyperplasiaa saattaa esiintyä. Voimatasoissa esiintyy myös kasvua, ja aloittelevalla voimaharjoittelijalla voimatasojen kasvu on alkuun seurausta hermoston adaptoitumisesta. Harjoittelun edetessä alkaa usein esiintyä myös rakenteellisia muutoksia. Räjähtävässä voimaharjoittelussa kuorma on enää noin 30–60 % 1RM:stä, mutta suoritusnopeus liikkeessä pyritään pitämään maksimissa jokaisessa toistossa. Räjähtävän voimaharjoittelun seurauksena voima-nopeuskäyrässä voimatasojen suhteen tapahtuu parannusta. Harjoitetuissa lihaksissa hermoston aktivaatio lisääntyy, jolloin harjoiteltuja liikkeitä pystytään suorittamaan räjähtävämmiin ja esimerkiksi suuremmilla painoilla. Harjoittelun seurauksena myös agonistien aktivaatio paranee ja antagonistilihaksissa tapahtuu koaktivaatiota. (Kraemer & Häkkinen 2002, 20–36.) Voimaharjoittelua voidaan toteuttaa myös kestovoimatyypisistä. Keskisen ym. (2004, 125–189) mukaan kestovoima voidaan määrittää lihaksen kyvyksi tehdä työtä tai tuottaa toistuvia lihasupistuksia tietyssä ajassa tietyllä kuormituksella, joka tuottaa lihasväsymystä. Lisäksi kes-



tovoima voidaan määritellä kyvyksi ylläpitää tiettyä voimatasoa esimerkiksi mahdollisimman kauan. Harjoittelun seurauksena pystytään ylläpitämään tiettyä voimatasoa pidempään tai suorittamaan enemmän toistoja jossain liikkeessä. Kestovoiman avulla ylläpidetään myös asentoja ja ryhtiä. Aerobinen kestovoima yhdistetäänkin yleensä toimintakykyyn ja anaerobinen kestovoima suorituskykyyn. (Keskinen ym. 2004, 125–189.)

Harjoittelutavan lisäksi henkilön harjoittelutaustalla on vaikutusta siihen, kuinka suuria muutoksia saadaan aikaiseksi hermostollisissa ja hypertrofisissa adaptaatiomekanismeissa. Vaikutukset kohdistuvat myös näiden adaptaatiomekanismien keskinäiseen ajoittumiseen voimaharjoittelun edetessä. Esimerkiksi nopeusvoimaharjoittelun avulla saadaan kehitettyä sekä tahdonalaista että luultavasti myös reflektorista säätelyjärjestelmää niin, että motoristen yksiköiden rekrytointi varsinkin nopeassa ja lyhytaikaisessa kertasuorituksessa lisääntyy. Lihasmassan kasvu on tämäntyyppisen harjoittelun seurauksena varsin vähäistä. Nopeissa soluissa kasvua kylläkin saattaa ilmetä. Harjoittelun spesifiset muutokset ilmenevät kuitenkin voima-nopeuskäyrällä. Onnistuneen harjoittelun seurauksena käyrän nopeuspäässä ilmenee kehitystä. Lihassolujakauma vaikuttaa harjoitusvaikutuksiin siten, että yleensä nopean lihassolukon omaava urheilija on hitaamman solukon omaavaan urheilijaan verrattuna jo lähtötilanteessa käytännössä tätä edullisemmassa asemassa. Erot näkyvät esimerkiksi voima-nopeuskäyrän nopeuspäässä, vaikka voimapää olisikin suunnilleen samalla tasolla. (Keskinen ym. 2004, 125–189.)

## **2.2 Voimantuottoon vaikuttavat tekijät**

Lihaksen työtapa on yksi voimantuottoon vaikuttavista tekijöistä. Hermoston välittämää impulssi kulkee hermoja pitkin hermo-lihasliitoksen kautta lihakseen, joka välittyy sidekudosrakenteiden ja jänteiden kautta luihin aikaansaaden liikettä. Lihastyötavat voidaan jakaa staattisiin (liikettä ei tapahdu) ja dynaamisiin työtapoihin. Isometrinen lihastyö, jossa lihaspituus ei muutu supistuksen aikana, voidaan luokitella staattiseksi työtavaksi. Dynaamisiin

työtapoihin kuuluvat konsentrisen ja eksentrisen lihastyö. Konsentrisen työn aikana lihas lyhenee supistuessaan ja eksentrisen työn aikana lihas pitenee supistuessaan. Liikkeet ovat usein kuitenkin eksentrisen ja konsentrisen lihastyön yhdistelmiä. Venymislyhenemissykluksella tarkoitetaan luonnollista lihaksen toimintamallia, jossa eksentristä lihastyötä seuraa heti konsentrisen lihastyö. (Komi 2003, 3–7.) Lihastyötavan lisäksi lihaspituudella ja nivelkulmalla on voimantuottoon yhteyttä. Suurin voima tuotetaan yleisesti ottaen sarkomeerien, lihaksen pienimpien supistuvien yksiköiden keskipituuksilla. Poikkeuksena eksentrisen lihastyö, jossa suurin voima tuotetaan suurilla lihaspituuksilla. Nivelkulmalla on voimantuottoon vaikutusta siten, että eri nivelten yli menevillä lihaksilla on optimaaliset nivelkulmat, joilla suurin voima saadaan tuotettua. (Mero ym. 2004, 34–72.)

Voima-aika riippuvuus ja voima-nopeus riippuvuus vaikuttavat voimantuottoon (Komi 2003, 27–47). Nopeiden, 2-tyyppin lihassolujen avulla saadaan tuotettua enemmän ja nopeammin voimaa kuin 1-typin hitaiden lihassolujen avulla. Lihassolujakaumalla on siis suuri vaikutus siihen, kuinka paljon ja kuinka nopeasti voimaa saadaan tuotettua. (Kraemer & Häkkinen 2002, 1–19.) Harjoittelua tarkasteltaessa esimerkiksi nopeusharjoittelun avulla pyritään kehittämään voimantuottonopeutta. (Mero ym. 2004, 37–72) Maksimaalisen voimatason saavuttamiseen voi kulua aikaa noin 0,5–2,5 sekuntia (Keskinen ym. 2004, 125–189). Hermolihasjärjestelmään pyritään aikaansaamaan adaptaatiota, jotta mahdollisimman paljon motorisia yksiköitä saataisiin rekrytoitua ja niiden syttymistäajuutta lisättyä. (Mero ym. 2004, 37–72.) Koska tehontuotto on riippuvainen tuotetusta voimatasosta ja lihaksen supistumisnopeudesta, saadaan tehontuottoa eli nopeusvoimaominaisuuksia kehitettyä parantamalla maksimivoimatasoja tai lihaksen supistumisnopeutta (Keskinen ym. 2004, 125–189).

Lihassolusuhteen lisäksi lihassolujen poikkipinta-ala vaikuttaa voimantuottoon yleisesti siten, että mitä suurempi on lihaksen poikkipinta-ala, sitä suurempi lihas on, ja sitä suurempi on myös sen voimantuottokapasiteetti (Kraemer & Häkkinen 2002, 1–19). Lihassolujen

lukumäärä, koko, ja niiden asento, eli pennaatiokulma ovat myös lihasrakenteeseen liittyviä voimantuottoon, ja sitä kautta myös tehontuottoon vaikuttavia tekijöitä (Mero ym. 2004, 37–72). On myös havaittu että lihassolukimpun pituus vaikuttaa lihaksen supistumisnopeuteen, ja sitä kautta tehontuottoon. Mitä pidempi lihassolukimppu on, sitä suurempi on mahdollisesti myös supistumisnopeus. Esimerkiksi pikajuoksijoilla on havaittu suurempia lihassolukimppujen pituuksia vastus lateraliksessa ja gastrocnemius medialiksessa verrattuna kestävyysjuoksijoihin. Pitkistä lihassolukimpuista näyttäisi siis olevan hyötyä suuremmilla juoksunopeuksilla. (Abe ym. 2000.)

Lihaksen jäykkyys. Bojsen-møller ym. (2005) ovat havainneet, että lihasjännekompleksin jäykkyydellä on vaikutusta voimantuottoon. Kyseisen tutkimuksen mukaan jäykemmällä lihaksella saadaan tuotettua suurempia voimatasoja sekä voimaa nopeammin. Näin ollen jäykkyydellä on vaikutusta myös tehontuottoon. Jäykässä lihaksessa tuotettu voima siirtyy nopeammin jänteen ja sidekudosrakenteiden kautta luuhun saaden aikaan liikettä. (Bojsen-møller ym. 2005.)

Tarkasteltaessa voimantuottoa hermoston kannalta, vaikuttaa motoristen yksiköiden rekrytointi voimantuottoon. Motorinen yksikkö on neuromuskulaarisen järjestelmän voimantuoton perusyksikkö. Se koostuu motorisesta liikehermosta ja sen hermottamista lihassoluista. Mitä enemmän saadaan aivojen kautta aktivoitua motorisia yksiköitä käyttöön, sitä enemmän tuotetaan voimaa. Motorisen yksikön tyyppi vaikuttaa myös voimantuoton suuruuteen. Hitaat, isokokoisemmat, motoriset yksiköt eivät kykene tuottamaan yhtä paljon voimaa kuin nopeat motoriset yksiköt, mutta niiden kestävyyskapasiteetti on nopeita yksiköitä parempi. Hitailta yksiköillä on myös alhaisempi syttymiskynnys kuin nopeilla yksiköillä, ja siksi ne aktivoituvatkin alhaisilla voimatasoilla ensiksi tuottaen voimaa. Kun vaadittu voimataso kasvaa, rekrytoidaan mukaan myös yhä enemmän nopeita motorisia yksiköitä. Tätä syttymisjärjestystä kutsutaankin ”Hennemannin periaateksi” (Henneman’s size principle). Maksimaalisen voimatason tuottamiseksi pyritään aktivoimaan kaikki motoriset

yksiköt. Erityistilanteissa, kuten hyvin nopeissa suorituksissa voivat nopeat yksiköt aktivoitua ennen hitaita.. (Kraemer & Häkkinen 2002, 1-19.)

Voimantuottoa voidaan lisätä motoristen yksiköiden syttymistaajuutta lisäämällä. Kasvatamalla syttymistaajuutta, eli etenevien sähköisten impulssien määrää motorisessa yksikössä, saadaan voimantuottoa lisättyä. Syttymistaajuuden on havaittu esimerkiksi maksimaalisessa tahdonalaisessa liikkeessä olevan paljon suurempi verrattuna siihen syttymistaajuuteen, mikä vaaditaan isometrisen maksimivoiman tuottamiseen. Näin ollen myös voimantuottonopeus on suurempi. (Kraemer & Häkkinen 2002, 1–19.)

Voimantuottoa säätelevät myös erilaiset hermostolliset palautejärjestelmät. Venytysrefleksi on yksi tällainen mekanismi. Venytysrefleksin saa aikaan lihaksessa sijaitseva lihassukkula (lihasspindeli), joka reagoi lihaksen venytykseen lisäämällä lihasaktiivisuutta. Golgin jänneelin on toinen tärkeä palautejärjestelmä. Se aktivoituu inhiboiden voimantuottoa, jos vammutumisen, esimerkiksi lihaksen tai jänneen repeämisen riski lisääntyy voimien kasvaessa liian suureksi (Kraemer & Häkkinen 2002, 1–19; Komi 2003, 11–26.) Voimantuotossa on myös kyse siitä, että lihasten koordinointi on tarkoituksenmukaista. Agonistien, synergistien ja antagonistien oikeanlainen yhteistoiminta mahdollistavat tehokkaan voimantuoton ja hyvän koordinaation liikkeissä. Liikkeet ovat monimutkaisia kokonaisuuksia, ja voimantuotto onkin usein opittua taitoa. (Kraemer & Häkkinen, 2002, 1–19.)

## KESTÄVYYSSUORITUSKYKY

### 2.3 Kestävyyden määritelmä ja kestävyysharjoittelu

Kestävyys voidaan määrittää elimistön kykyä vastustaa väsymystä fyysisessä kuormituksessa (Keskinen ym. 2004, 51–124). Hawleyn (2002) mukaan kestävyys voidaan sanoa olevan yksilön kyky suorittaa toistuvia lihassupistuksia pidennetyn ajanjakson ajan annetulla submaksimaalisella teholla tai nopeudella.

Kestävyyteen vaikuttavat erityisesti hengitys- ja verenkiertoelimistön kunto, lihasten aineenvaihdunta ja hermoston toiminta. Kestävyysuorituskykyyn vaikuttavia tekijöitä ovat aerobinen kestävyys, maksimaalinen hapenottokyky, suorituksen taloudellisuus sekä hermolihaskäytön suorituskykyisyys. Alle 5 min kestävässä lyhytkestoisissa suorituksissa myös anaerobisella energiantuotolla on vaikutusta suorituskykyyn. (Keskinen ym. 2004, 51–124.)

Harjoittelun aikaansaamat vaikutukset ovat hyvin paljon riippuvaisia harjoittelun intensiteetistä, volyymistä sekä siitä, kuinka harjoitellaan (Karavirta ym. 2011). Tarkasteltaessa kestävyysharjoittelua yleisesti, sen avulla saadaan parannettua hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa ja aerobista kapasiteettia. Harjoittelun seurauksena esimerkiksi lihasten aerobinen aineenvaihdunta paranee sekä mitokondrioiden määrä, kapillaarien eli hiusverisuonien tiheys ja aerobisen energiantuoton entsyymien aktiivisuus kasvaa (Hawley 2002). (Keskinen ym. 2004; Karavirta ym. 2011.) Näiden morfologisten muutosten seurauksena lihakset pystyvät käyttämään rasvoja tehokkaammin energian lähteenä. Näin ollen glykolyyttistä vajetta esimerkiksi suorituksen aikana pystytään ehkäisemään paremmin. Lisäksi happoemästäsapainoa pystytään kontrolloimaan tehokkaammin, kun laktaattia akkumuloituu vähemmän esimerkiksi jollain tietyllä hapenkulutuksen tasolla. (Bassett & Howley 2000.)

Jotta harjoittelu tuottaa tulosta, täytyy elimistön tasapainotilaa horjuttaa ja ylikuormittaa jotta saadaan aikaiseksi harjoitusvaikutuksia. Harjoittelun kuormittavuutta voidaan säädellä muuntelemalla harjoittelukertojen määrää, intensiteettiä ja harjoituksen kestoja. Harjoitteluvaikutukset ovat myös spesifejä, eli vaikutukset riippuvat siitä, millä tavalla harjoitellaan. (McArdle ym. 2010.)

## **2.4 Kestävyyssuorituskykyyn vaikuttavat tekijät**

Aerobinen kestävyys. Kestävyys harjoittelun tehoa kontrolloidaan usein niin, että hyödynnetään urheilijan energia-aineenvaihdunnan muutoksiin perustuvia kestävyysominaisuuksia. Kestävyyden osa-alueet voidaan tehotason mukaisesti jakaa peruskestävyyteen, vauhtikestävyteen, maksimikestävyteen ja nopeuskestävyyteen. Aerobinen kynnys sijoittuu perus- ja vauhtikestävyden rajalle ja anaerobinen kynnys puolestaan vauhtikestävyden ja maksimikestävyden rajalle. Suomessa aerobinen kynnys on määritetty suurimmaksi työtehoksi ja energiankulutuksen tasoksi, jossa veren laktaattipitoisuus ei nouse yli lepotason. Anaerobinen kynnys määritetään suurimmaksi työtehoksi ja energiankulutuksen tasoksi, jossa veren laktaattipitoisuus ei kasva koko suorituksen ajan. Pitkäaikaista aerobista kestävyttä voidaankin kuvata edellä mainittujen kynnysten määrittämisen avulla. Tämä perustuu siihen, että lihaksen energia-aineenvaihdunnassa tapahtuu muutoksia suoritustehon lisääntyessä, ja niitä voidaan seurata esimerkiksi veren laktaattipitoisuuden sekä uloshengitysilman tilavuuden ja happi- ja hiilidioksidipitoisuuksien avulla. Anaerobinen energiantuotto lisääntyy suoritustehon kasvaessa, ja muutoksia tapahtuu myös hengitys- ja verenkiertoelimistön toiminnassa, kun elimistön happamuustilaa pyritään palauttamaan takaisin ennalleen. (Keskinen ym. 2004, 51–124.)

Keskisen ym. (2004, 51–124) mukaan maksimikestävyydellä kuvataan suoritustehoaluetta anaerobisen kynnyksen ja maksimaalisen aerobisen suoritustehon välillä. Maksimaaliseen aerobiseen suoritustehoon vaikuttavia tekijöitä ovat maksimaalinen hapenottokyky

(VO<sub>2</sub>max), hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyisyys ja suorituksen taloudellisuus (Keskinen ym, 2004, 51–124). Maksimaalinen hapenottokyky (VO<sub>2</sub>max) tarkoittaa suurinta tasoa/nopeutta, jolla happea voidaan ottaa ja käyttää elimistössä harjoituksen aikana. Siihen vaikuttaa siis se, kuinka hyvin hengitys- ja verenkiertoelimistö kykenee kuljettamaan happea lihassoluihin, ja kuinka hyvin lihakset kykenevät käyttämään happea energiantuottoon. Sen avulla kuvataan aerobista tehoa ja määritetään usein hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa, joten kardiovaskulaariset tekijät toimivatkin rajoittavina tekijöinä VO<sub>2</sub>max:lle (Keskinen ym. 2004, 51–124). (Bassett & Howley 2000.) Maksimaalinen hapenottokyky asettaa ylärajan kestävyysuorituskyvyille. Se ei kuitenkaan määritä yksinään lopullista suorituskykyä. Maksimaalisen hapenottokyvyn yläpuolella ei voida työskennellä hyvin pitkiä ajanjaksoja (yli 100% Vo<sub>2</sub> max). (Basset & Howley 2000.) VO<sub>2</sub>max voidaan ilmoittaa absoluuttisena tilavuutena minuutissa (l/min) tai kehonpainoon suhteutettuna (ml/kg/min). Absoluuttisia arvoja käytetään usein lajeissa, joissa väline kannattaa suurimman osan kehon painosta. Suhteellisia arvoja ovat hyödyllisiä lajeissa, jossa kehon painoa joudutaan liikuttamaan ilman välinettä. Maksimaalisessa hapenottokyvyssä on eroja sukupuolten välillä, naisilla on yleensä 40-45 % pienempi VO<sub>2</sub>max (l/min) kuin miehillä. Kun VO<sub>2</sub>max suhteutetaan kehon painoon, ero pienenee 15-20 %:iin. Tämä selittyy fysiologisilla ja anatomisilla eroilla. Ikääntymisen seurauksena VO<sub>2</sub>max pienenee noin 25 ikävuoden jälkeen noin 1 % vuodessa. Lisäksi VO<sub>2</sub>max on hyvin lajispesifinen ominaisuus. Mitä suurempi on työtä tekevien lihasten massa, sitä suurempi VO<sub>2</sub>max yleensä on. Harjoittelu kehittää kuitenkin hapenottokykyä juuri niissä lihaksissa ja lihastyötavoissa, joilla harjoittelu suurimmaksi osaksi suoritetaan. (Keskinen ym, 2004, 51–124.) Juoksunopeuden ylläpitämisen kannalta (esimerkiksi kisasuorituksessa) tärkeämpää usein on, kuinka suurta prosenttiosuutta VO<sub>2</sub>max:sta voidaan ylläpitää suorituksen aikana. Tämä siksi, että esimerkiksi kisasuorituksia pitkän matkan kisoissa ei juosta 100% VO<sub>2</sub>max:sta. Eli siis mitä suurempaa prosenttiosuutta pystytään ylläpitämään, sitä parempi suorituskyky on. Harjoittelulla voidaan vaikuttaa tähän. (Bassett & Howley 2000.)

Mekaaninen tehokkuus voidaan määritellä tehdyn työn ja kulutetun energian suhteena. Suorituksen taloudellisuus -termiä käytetään usein kuvaamaan tarvittavaa hapenkulutusta tietyllä nopeudella (Bassett & Howley 2000). Taloudellisuuteen vaikuttavat kuitenkin myös monet muut tekijät, kuten esimerkiksi ikä, askelpituus, biomekaaniset muuttujat, syke, VO<sub>2</sub>max, ventilaatio, harjoitustila, hapen kuljetus työskenteleville lihaksille ja lämpösäätely, ja yksilöllinen vaihtelu sen suhteen olla suurta. Kun näiden tekijöiden hyötysuhdetta pyritään parantamaan, muodostuu tavoitteeksi sen energiamäärän pienentäminen koko kehossa, joka tarvitaan tietyn energiamäärän tuottamiseen työskentelevissä lihaksissa (Keskinen ym. 2004, 51–124.) Submaksimaalisen juoksunopeuden ja hapenkulutuksen välillä vallitsee lineaarinen suhde. Taloudellisuudella onkin suuri vaikutus juoksunopeuteen ja tutkimuksissa on havaittu suurta korrelaatiota juoksun taloudellisuuden ja suorituskyvyn kanssa. Esimerkiksi 10 km juoksusuorituksen vaihtelu urheilijoilla, jotka omasivat saman maksimaalisen hapenottokyvyn, voitiin selittää juoksijoiden erilaisilla taloudellisuuksilla. Harjoittelusta vaikuttaa myös taloudellisuuteen, harjoitelleiden taloudellisuus esimerkiksi juoksussa on harjoittelemattomia parempi. (Bassett & Howley 2000.)

Hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyisyydestä, ja sen merkityksestä kestävyysuorituskykyyn, saa hyvän kuvan esimerkiksi vertaamalla kahta saman maksimaalisen hapenottokyvyn ja kynnyksominaisuuksien omaavaa kestävyysjuoksijaa. Vaikka fysiologiset edellytykset ovat samanlaiset, voi ero kilpailusuorituksessa olla hyvinkin iso. Tämä voidaan selittää hermolihasjärjestelmän suorituskyvyn avulla. Kaikkia muita kestävyysuorituskykyyn vaikuttavia tekijöitä paitsi hermolihasjärjestelmän suorituskykyä voidaan mitata suoran VO<sub>2</sub> max-testin avulla. Hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyisyyden mittaamiseksi on olemassa oma maksimaalinen anaerobinen suorituskykytesti (MART). (Keskinen ym. 2004, 51–124.) Hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyisyyttä voidaan tarkastella myös aktiivisten lihasten määrän avulla (lihassmassa). Mitä suurempi lihassmassa on aktiivisena suorituksen/työn aikana, sitä pienempi on yhteen lihaskiuhkoon kohdistuva työmäärä verrattuna siihen, jos lihassmassa olisi pienempi. Suurempi lihassmassa mahdollistaa myös suuremman mitokondrioiden



määrän hyödyntämisen (ATP:n tuotto jakautuu suuremman määrän kesken). (Bassett &Howley 2000.) Toisaalta liika lihasmassa lisää kehon painoa, ja heikentää näin ollen esimerkiksi suhteellista hapenottokykyä ja suhteellista voimaa. Hyvä suhteellinen hapenotto-kyky ja suuret suhteelliset voimatasot ovat eduksi lajeissa, joissa kehonpainoa joudutaan kannattelemaan. (Keskinen ym. 2004, 51–124.)

Lyhytkestoisissa suorituksissa (alle 5 min) siis myös *anaerobisella kestävyuden* eli nopeus-kestävyyden merkitys on suuri. Anaerobinen kapasiteetti, anaerobinen teho, anaerobinen taloudellisuus ja hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyisyys vaikuttavat maksimaaliseen anaerobiseen kestävyyteen. Nopeuskestävyyden testauksen kaksi mitattavaa kokonaisuutta ovat anaerobinen suorituskyky ja anaerobinen aineenvaihdunta. Anaerobista kapasiteettia voidaan mitata epäsuorasti esimerkiksi EPOC:n (Excess post-exercise oxygen consumption), maksimaalisen veren laktaattipitoisuuden ja happivajeen avulla.(Keskinen ym. 2004, 51–124.)

Laktaattitasoja ja laktaatinsietokykyä voidaan myös pitää suorituskykyä määrittävinä tekijöinä kestävyys suorituksessa. Hyvä laktaatin poistokyky korostuu esimerkiksi intervallityyppisissä suorituksissa ja kilpailuissa, joissa lähtöjä on lyhyin aikavälein. Mitä suuremaksi veren laktaattipitoisuus suorituksen aikana nousee, sitä nopeampi on myös laktaatin poistumisnopeus. (Keskinen ym. 2004, 51–124.) Usein korkeiden juoksunopeuksien ylläpitäminen linkitetään kuitenkin siihen, kuinka suuri on ATP:n tuottotaso oksidatiivisesti. Laktaatin tuotto rinnastetaan usein lihaksen mitokondrioiden kapasiteettiin/määrään. ja niiden entsyymien aktiivisuuteen. Tutkimuksissa puhutaan laktaattikynnystä (LT), mikä vastaa suomen kielen termistössä anaerobista kynnystä. Kynnysarvot vaihtelevat paljon urheilijoiden välillä, ja parannukset harjoittelun seurauksena selitetään esimerkiksi mitokondrioiden parantuneena entsyymiaktiivisuutena. Tämän seurauksena pystytään enemmän turvautumaan hapen avulla ATP:n tuottoon tietyllä teholla työskenneltäessä. Mitä enemmän joudutaan turvautumaan glykolyyttisiin reitteihin, sitä enemmän laktaattia syntyy lopputuot-

teenä. Harjoittelun tuloksena muodostuu siis vähemmän laktaattia ja glykolyyttisiä varastoja pystytään säästämään pidemmän aikaa. (Bassett & Howley 2000.) Myös laktaatin puskurointikyvyssä tapahtuu parannusta (Hawley 2002). Kun glykolyyttisiin reitteihin joudutaan turvautumaan, kykenee korkeamman maksimilaktaattipitoisuuden omaava henkilö luultavasti saamaan itsestään enemmän irti suorituksen aikana verrattuna alemman maksimilaktaattipitoisuuden omaavaan henkilöön. (Keskinen ym. 2004, 51–124.)

Myös ympäristöllisillä tekijöillä on vaikutusta kestävyysuorituskykyyn. Esimerkiksi korkeammassa ilmanalassa oleilun seurauksena valtimoiden happisaturaatiossa ja VO<sub>2</sub>max:ssa esiintyy laskua. Suorituskykyyn vaikuttaa myös ympäristön lämpötila, jossa kestävyysuoritus tapahtuu. Esimerkiksi maratoonareille optimaalinen juoksulämpötila on noin 12–13 °C. Kuumassa ilmassa työskentely lisää hiilihydraattien oksidaatiota, minkä seurauksena lihasten glykogeenivarastot ehtyvät nopeammin ja laktaattipitoisuudet nousevat korkeammiksi pitkäkestoisen suorituksen aikana. Akuutit altistumiset kuumalle ilmalle tai korkealle ilmanalalle aiheuttavat muutoksia metaboliassa, minkä seurauksena kestävyysuorituskyvyssä esiintyy laskua. (Bassett & Howley 2000.)

### **3 YHDISTETTY VOIMA- JA KESTÄVYSHARJOITTELU**

Yhdistetyllä harjoittelulla tarkoitetaan siis sitä, että urheilija/kuntoilija suorittaa sekä voima- että kestävyysharjoittelua, joko erikseen tai yhdistettynä samaan harjoituskertaan. Sekä voima- että kestävyysharjoittelulla on todettu olevan fyysiselle suorituskyvyille ja terveydelle edullisia vaikutuksia (Folland & Williams 2007). Voimaharjoittelun edulliset vaikutukset on usein rinnastettu voima- ja teholajin urheilijoille, mulla Follandin ja Williamsin (2007) mukaan myös kestävyys suorituskykyyn on saatu positiivisia vaikutuksia. On olemassa tutkimuksia, joiden mukaan harjoitusvaikutuksissa ilmenee interferenssiä, jos kestävyys- ja voimaharjoitus toteutetaan samassa harjoituksessa. Osa tutkimuksista taas on sitä mieltä, että toteutettaessa molempia harjoitusmuotoja yhtä aikaa, ovat harjoittelun aikaansaamat vaikutukset samanlaiset verrattuna siihen, että harjoitukset toteutettaisiin erikseen. (Aagaard & Anderson 2010.)

#### **3.1 Yhdistetyn harjoittelun vaikutukset hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyyn ja kestävyys suorituskykyyn**

McCarthy ym. (1995) tutkimuksessa selvitettiin yhdistetyn voima- ja kestävyys harjoittelun vaikutuksia verrattuna pelkkään voimaharjoitteluun. Osa koehenkilöistä toteutti pelkkää voimaharjoittelua, osa kestävyys harjoittelua ja osa yhdistettyä voima- ja kestävyys harjoittelua 10 viikon ajan. Yhdistetyn harjoittelun ryhmä ja voimaharjoitteluryhmän tulokset olivat samankaltaisia. Molemmat ryhmät paransivat 1 RM:ää kyykyssä (n. 20%) ja penkkipunnerruksessa (18%). Kehitystä havaittiin myös maksimaalisessa isometrisessä polven ojennuksessa ja kevennyshypyssä. Myös kehon rasvaton massa lisääntyi hieman molemmilla ryhmillä. E ryhmällä ei muutoksia havaittu edellä mainittujen muuttujien suhteen. Tarkasteltaessa kestävyys suorituskykyä, Vo<sub>2</sub>peak- arvo, joka tarkoittaa korkeinta yksittäistä hapenkulutuksen arvoa VO<sub>2</sub>max-testin aikana, kasvoi sekä kestävyys harjoitelleilla (18 %) että yh-

distettyä harjoittelua toteuttaneilla (16%). Tutkimuksessa saatiin siis selkeästi yhdistetyn harjoittelun avulla parannuksia sekä voima- että kestävyysominaisuuksiin, joten varsinaista interferenssiä ei ilmennyt. (McCarthy ym. 1995.) Gravelle & Blessing (2000) eivät havainneet myöskään negatiivisia vaikutuksia voimaominaisuuksien ja tehontuoton suhteen yhdistetyn harjoittelujakson jälkeen pelkkää voimaharjoittelua suorittaneisiin verrattuna 11 viikon tutkimuksen aikana. Myöskään voima- ja kestävyysharjoituksen suoritusjärjestyksellä ei ollut merkitystä harjoittelun tuloksiin. Kestävyysominaisuuksien suhteen interferenssiä saattoi kuitenkin ilmetä. Suoran hapenottotestin loppuajan suhteen ei havaittu merkittäviä muutoksia alkutilanteeseen nähden, VO<sub>2</sub>max-arvot kasvoivat kuitenkin hieman. (Gravelle & Blessing 2000.)

Chtara ynnä muiden (2008) tutkimuksessa yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun avulla ei saatu niin suuria tuloksia aikaiseksi voima- ja tehomuuttujien suhteen pelkkää voimaharjoittelua suorittaneisiin verrattuna. Harjoittelujakso oli 12 viikkoa ja voimaharjoittelu oli ensimmäiset 6 viikkoa kestovoimatyypistä ja loput 6 viikkoa räjähtävää nopeusvoimatyypistä voimaharjoittelua. Kestävyysharjoittelu koostui korkeaintensiteettisestä intervallityyppisestä harjoittelusta. Harjoituskertoja oli kaksi viikossa. Myöskään tässä tutkimuksessa ei ollut merkitystä suoritusjärjestyksellä yhdistettyä harjoittelua tarkasteltaessa. Näin ollen voi olla mahdollista, että tämän tutkimuksen yhdistetyn harjoittelun kestävyyskomponentti, korkeaintensiteettinen intervalliharjoittelu, aiheutti interferenssiä voimamuuttujien ja tehontuoton adaptaatioihin. (Chtara ym. 2008.)

Hendricksonin ym. (2010) tutkimuksen mukaan yhdistetty harjoittelu ei aiheuttanut interferenssiä voima- ja kestävyysominaisuuksien parantumisen suhteen. 8 viikon harjoittelujakson seurauksena parannuksia saatiin muun muassa 1 RM kyykyssä (15,3 %), 1 RM penkkipunnerruksessa (20,9 %), VO<sub>2</sub>peak- arvossa (7.6%) ja 3,2 km:n juoksuajassa (10,4 %). Harjoitusohjelma sisälsi räjähtävää voimaharjoittelua ja korkeaintensiteettistä intervalliharjoittelua. Tutkimuksesta käy ilmi, että yhdistetty harjoittelu saattaa parantaa lihaksen sisäistä ka-

pillarisaatiota enemmän kuin kestävyysharjoittelu yksinään. Lisääntynyt kapillarisaatio parantaa puolestaan hapenkuljetuskykyä ja sen käyttöä. Aerobisen kapasiteetin paranemisen taustalla ovat myös parannukset juoksun taloudellisuudessa ja hermolihasjärjestelmän aktiiviossa. Voimaominaisuuksien kehittymistä tarkasteltaessa on havaittu, että kestävyysharjoittelun seurauksena lihasten poikkipinta-aloissa ei usein esiinny muutoksia, negatiiviset muutoksetkin ovat mahdollisia. Korkeaintensiteettisten intervallien ja räjähtävän voimaharjoittelun seurauksena motoristen yksiköiden määrä ja koko, sekä niiden aktiivisuus kuitenkin mahdollisesti kasvavat. (Hendrickson ym. 2010.)

Taipale ym. (2010) havaitsivat tutkimuksessaan taloudellisuuden ja  $V_{vo2max:n}$  (nopeus, jolla maksimaalinen hapenotto saavutetaan) suhteen suuremmat parannukset maksimivoima- tai nopeusvoimaharjoittelua sisältävän yhdistetyn harjoittelun seurauksena verrattuna kestävyys- ja kuntopiirityyppiseen harjoitteluun. Voimaharjoittelu, joka paransi hermolihasjärjestelmän suorituskykyä, paransi myös urheiluspesifiä taloudellisuutta kestävyysharjoittelussa (esimerkiksi juoksua). (Taipale ym. 2010.)

Karavirran ym. (2011) tutkimuksen tulokset ovat myös samansuuntaisia edellä mainittujen tutkimusten kanssa. 21 viikon korkeaintensiteettisen yhdistetyn harjoittelun seurauksena (4 harjoituskertaa viikossa) saatiin parannuksia maksimivoimatasoihin, konsentriseen tehontuottoon, aerobiseen suorituskykyyn ( $VO_{2peak}$ -arvo ja maksimiteho polkupyöräergometri-testissä). Näiden muuttujien suhteen ei interferenssiä ilmennyt verrattuna pelkästään kestävyys- tai voimaharjoittelua toteuttaneisiin henkilöihin. Hypertrofisten muutosten suhteen interferenssiä saattoi kuitenkin ilmetä, sillä Vastus lateraloksen poikkipinta-alassa ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia. (Karavirta ym. 2010.) Bell ym. (2000) havaitsivat lihashypertrofian sekä myös voimatasojen suhteen antagonistisia vaikutuksia kestävyysharjoittelun seurauksena. On myös näyttöä, että kovatehoinen kestävyysharjoittelu aiheuttaisi muutoksia lihassoluissa niin, että I- ja II-tyypin lihassolujen määrä vähenisi. Tällaisia vaikutuksia on havaittu nuoria henkilöitä tutkittaessa. (Trappe ym. 2006.) McCarthy

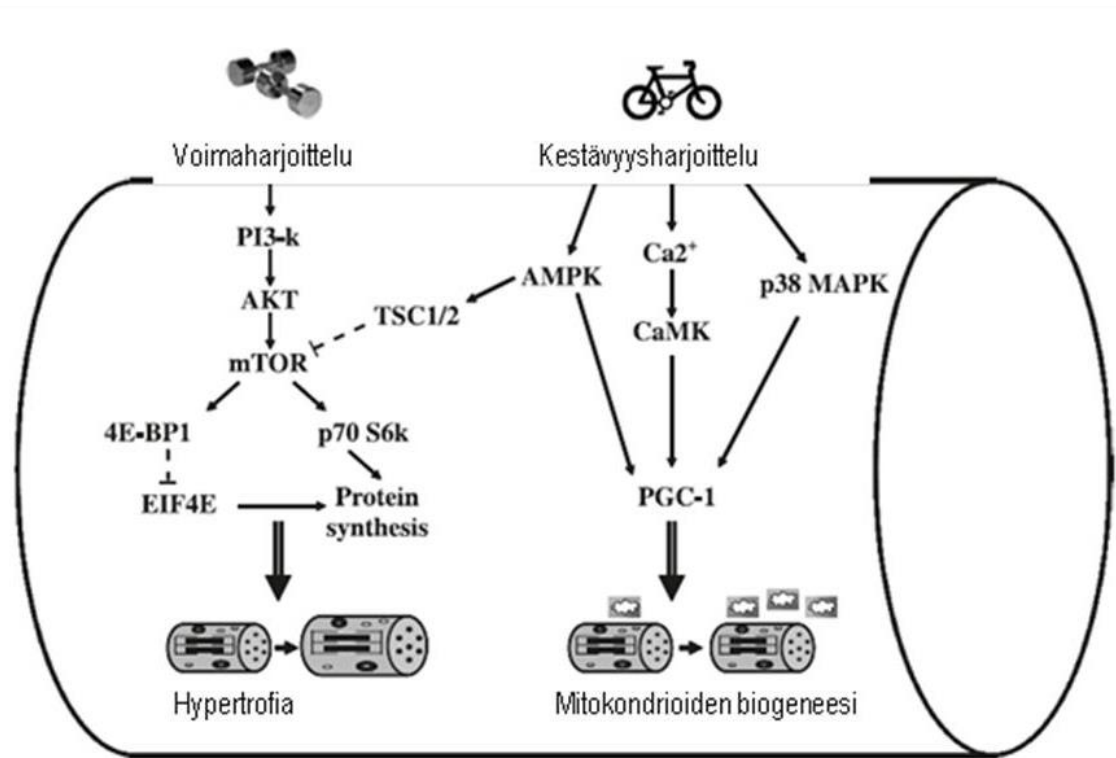
ym. (2002) havaitsivat reiden ojentajien poikkipinta-aloissa 14 %:n kasvua ja reiden koukistajien poikkipinta-aloissa 6 %:n kasvua 10 viikon (3 harjoituskertaa/viikko) yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelujakson seurauksena. Kasvu kohdistui II- tyyppin lihassoluihin (McCarthy ym. 2002). Nelsonin ym. (1990) tutkimuksessa lihasten poikkipinta-alojen kasvu kohdistui I-, IIa- ja IIb-tyypin soluihin. Yhdistettyä harjoittelua toteutettiin 4 kertaa viikossa 20 viikon ajan (Nelson ym. 1990).

### 3.2 Adaptaatioiden fysiologia

Kilpailevat harjoitusvasteet voivat olla syynä häiriöiden ilmenemiseen esimerkiksi voimaominaisuuksien suhteen, kun yhdistettyä voima- ja kestävyys harjoittelua toteutetaan. Molempien ominaisuuksien yhtäaikainen harjoittelu saattaa aiheuttaa kompromisseja adaptaatioissa verrattuna kestävyys- ja voimaominaisuuksien harjoittamiseen erikseen. On havaittu, että kestävyys- ja voimaharjoittelu aktivoivat eri geneettisiä ja molekulaarisia mekanismeja sekä solunsisäisiä signaalintireittejä, ja yhdistetty harjoittelu voi aiheuttaa sen, että osa mekanismeista tai reiteistä blokkautuu pois tai niiden toiminta häiriintyy. Voimaharjoittelun seurauksena aktivoituvia proteiinisynteesejä edistävä PI3k-Akt-mTor – signaalintireitti mainittiin aiemmin. Signaalintireitin seurauksena tunnetuimpina proteiineina aktivoituvat P70 S6k ja 4E-BP1. Yhdessä useiden eri ympäröivien stimulusten (ravinto, kasvutekijät, harjoitus ja solunsisäiset signaalit) seurauksena reitti säätelee proteiinien synteesiä ja hajotusta, eli solujen kasvua ja lihashypertrofiaa. Kestävyys harjoittelun seurauksena aktivoituvista reiteistä yksi tunnetuimmista on AMPK-signaalintireitti. Kyseinen signaalintireitti edistää esimerkiksi rasva-aineenvaihduntaa ja mitokondriaalista biogeneesiä (mitokondrioiden tiheyden kasvu ja oksidatiivisten entsyymien parantunut aktiivisuus) sekä palauttaa ATP-varastoja. Proteiineista esimerkiksi PGC-1 $\alpha$ -kompleksi on mitokondriaalisen biogeneesin kannalta tärkeä, ja se aktivoituu muun muassa AMPK-reitin aktivoituessa. On mahdollista, että AMPK-reitin aktivoituminen inhiboi mTOR-reitin toimintaa TSC-nimisen kompleksin avul-

la, ja siten siis myös proteiinisynteesiä. (Hawley 2009.) Kuvassa 1 näkyy kuvattuna signaalintireitit, jotka ovat yhteydessä harjoittelun seurauksena tapahtuviin adaptaatioihin.

Kun yhdistetyn harjoittelun volyyymi, kesto ja useus säilyvät kohtalaisena, ei kestävyys- ja voimaharjoittelun vaikutusten välillä pitäisi ilmetä interferenssiä (Häkkinen ym 2003; Izquierdo ym 2005). Häkkisen ym. (2003) tutkimuksen mukaan voiman kehitys ja lihaksen hypertrofia eivät häiriintyneet yhdistetyn harjoittelun seurauksena. Häiriötä saattaa kuitenkin mahdollisesti ilmetä nopeusvoimaominaisuuksien kehittymisen suhteen. (Häkkinen ym. 2003; Hendrickson ym. 2010). Jos harjoitteluvolyymi on liian iso tai yhdistetty harjoittelu on pitkittynyttä, saattaa häiriötä ilmetä myös lihashypertrofiassa, voimatasojen saavuttamisessa, tai aerobisessa kapasiteetissa verrattuna pelkästään kestävyys- tai voimaharjoittelun aikaansaamiin muutoksiin (Bell ym. 1997; Bell ym. 2000; Nelson ym. 1990). Chtaran ynnä muiden (2008) mukaan esimerkiksi 4-6 päivänä viikossa toteutettu yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu voi heikentää voimatasojen kehittymistä. Jos harjoittelumäärää vähennetään 2-3 kertaa viikossa, on havaittu esimerkiksi maksimivoiman kehittyvän sekä lyhyen (<12 viikkoa) että pidemmän (>20 viikkoa) harjoittelujakson seurauksena samalla tavalla kuin pelkän voimaharjoittelun avullakin. Voimaominaisuuksien kehittymistä ei yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu häiritse, kun määrä säilyi kohtuullisena. (Chtara ym. 2008.)



KUVA 1. Voima- ja kestävyysharjoittelun seurauksena aktivoituvat solunsisäiset signaalintireitit, jotka johtavat harjoittelun seurauksena tapahtuviin adaptaatioihin (Mukaeltu Hawley 2009).



## 4 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT

Tämä kandidaatin tutkielma kuuluu osaksi Jyväskylän Yliopiston Liikuntabiologian laitoksen suurempaa tutkimusprojektia, jossa pyrittiin selvittämään yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun akuutteja ja kroonisia kardiovaskulaarisia, neuromuskulaarisia ja hormonaalisia vasteita. Tämä kandidaatin tutkielma kuuluu osaksi väitöskirjatutkimusta (Schuman ym.), jossa tutkitaan yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun akuutteja ja kroonisia vasteita useamman eri koasetelman avulla aiemman harjoitustaustan omaavilla miehillä että miehillä ja naisilla, joilla ei aikaisempaa harjoitustaustaa ole. Tässä tutkimuksessa keskitytään kestävyysharjoitteluiden koehenkilöiden kroonisiin neuromuskulaarisiin ja kardiovaskulaarisiin adaptaatioihin. Hermolihasjärjestelmän osalta keskitytään voimantuottokykyyn, ja kardiovaskulaaristen adaptaatioiden osalta kestävyysuorituskykyä muuttujiin (juoksuaika ja laktaattitasot).

### *1. Tutkimuskysymys*

Eroaako yhdistetty voima- ja kestävyysharjoitteluryhmä (E+S) maksimivoiman, lihasten poikkipinta-alojen ja kevennyshypyn tulosten suhteen kestävyysharjoitteluryhmästä (E)?

### *1. Hypoteesi*

Kyllä Eroaa.

### *1. Perustelu*

Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun seurauksena on havaittu maksimivoimatasojen (mm. Karavira ym. 2011; Hendrickson ym. 2010) ja lihasten poikkipinta-alojen kasvavan (McCarthy ym. 2002; Nelson ym. 1990). Tuloksien katsotaan olevan seurausta voimaharjoittelun aiheuttamista adaptaatioista. Myös tehontuotossa on havaittu positiivisia muutoksia yhdistetyn harjoittelun seurauksena (Chtara ym. 2008; Häkkinen ym. 2001).

## *2. Tutkimuskysymys*

Eroaako yhdistetty voima- ja kestävyys harjoitteluryhmä (E+S) tässä tutkimuksessa mitattujen kestävyys suorituskyky muuttujien tulosten suhteen (1000m juoksutestin loppuaika ja nopeus veren laktaattitasolla 4 mmol/l) kestävyys harjoitteluryhmästä (E)?

## *2. Hypoteesi*

Kyllä eroaa.

## *2. Perustelu*

Voimaharjoittelulla on havaittu olevan vaikutuksia juoksun taloudellisuuteen. Harjoittelun seurauksena on havaittu, että submaksimaalisilla nopeuksilla on kasvanut juoksunopeus ollut yhteydessä pienentyneeseen hapenkulutukseen. Tällöin juoksu on ollut siis taloudellisempaa. Aerobinen kestävyys suorituskyky siis parantui parantuneen taloudellisuuden ansiosta. (Hoff ym. 2002.) Taipaleen ym. (2010) tutkimuksen mukaan yhdistetty harjoittelu paransi juoksun taloudellisuutta enemmän pelkkään kestävyystyypin harjoitteluun verrattuna.

## 5 MENETELMÄT

### 5.1 Koehenkilöt

Tutkimuksen koehenkilöinä oli 28 kestävyysharjoittelutaustaista miestä. Koehenkilöt rekrytoitiin henkilökohtaisten kontaktien kautta. Kaikki koehenkilöt olivat harrastaneet oman raportointinsa mukaan ennen tutkimuksen aloittamista kestävyysjuoksua tai muuta kestävyystyypistä harjoittelua 4-10 tuntia viikossa. Ennen tutkimuksen aloittamista, koehenkilöt allekirjoittivat kirjallisen suostumuksen, josta selvisi tutkimuksen kulku, koehenkilöiden oikeudet, edut ja riskit. Jyväskylän yliopiston eettinen komitea antoi suostumuksensa tutkimuksen toteuttamiselle. Taulukosta 1 on nähtävissä koehenkilöiden tarkemmat tiedot.

TAULUKKO 1. Koehenkilöiden lukumäärä, ikä, pituus, paino ja painoindeksi (BMI). E=kestävyysharjoitteluryhmä, E+S=yhdistetyn harjoittelun (voima- ja kestävyysharjoittelu) ryhmä

|                          | E           | E+S         |
|--------------------------|-------------|-------------|
| Koehenkilöt (n)          | 14          | 14          |
| Ikä (y)                  | 34,40±6,82  | 32,43±6,52  |
| Pituus (cm)              | 180,00±7,14 | 179,21±3,42 |
| Paino (kg)               | 77,60±8,66  | 79,89±5,49  |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ) | 23,8±2,39   | 24,88±1,72  |

## 5.2 Koeasetelma

Tämä tutkimus toteutettiin pitkittäistutkimuksena 12 viikon aikana. Tutkimus kuuluu osaksi Jyväskylän Yliopiston Liikuntabiologisen laitoksen suurempaa tutkimusprojektia, jossa pyrittiin selvittämään yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun akuutteja ja kroonisia, kardiovaskulaarisia, neuromuskulaarisia ja hormonaalisia vasteita. Tutkimuksen johtajana toimi professori Keijo Häkkinen. Tässä tutkimuksessa keskityttiin kestävyysharjoitteluiden koehenkilöiden kroonisiin neuromuskulaarisiin ja kardiovaskulaarisiin adaptaatioihin. Koehenkilöitä oli kahdessa ryhmässä. Syksyllä 2011 rekrytoitiin pelkästään E+S ryhmään koehenkilöitä, jotka suorittivat harjoittelun ja mittaukset syksyn 2011 ja kevään 2012 ajan. Syksyllä 2012 rekrytoitiin E-ryhmään koehenkilöitä, jotka suorittivat harjoittelun ja mittaukset syksyn 2012 ja kevään 2013 aikana. Jälkimmäisessä rekrytointivaiheessa jouduttiin myös ottamaan muutama koehenkilö E+S ryhmään muutamien keskeytysten takia (syksyn 2011–keväät 2012 aikana). Toinen ryhmä suoritti yhdistettyä kestävyys- ja voimaharjoittelua (E+S), ja toinen ryhmä suoritti kestävyysharjoittelua (E). Koehenkilöt toteuttivat ohjelmoitua harjoittelua 12 viikon ajan. Mittaukset suoritettiin Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitoksella syksyllä 2011 ja 2012 sekä keväällä 2012 ja 2013. Testitulosten vakioimiseksi koehenkilöitä pyydettiin välttämään raskasta fyysistä liikuntaa mittauksia edeltäneenä päivänä sekä nukkumaan vähintään 8 tunnin yöunet. Pehdytyskerran aikana koehenkilöille esiteltiin tutkimuksessa käytettävät testilaitteet ja tutkimusmenetelmät.

## 5.3 Harjoittelu

Yhdistettyä harjoittelua suorittavien koehenkilöiden (E+S) harjoitusohjelma koostui kahdesta yhdistetystä kestävyys- ja voimaharjoituksesta, yhdestä pitkästä kestävyysharjoituksesta, yhdestä intervalliharjoituksesta, yhdestä kevyestä kestävyysharjoituksesta sekä yhdestä vapaaehtoisesta kestävyysharjoituksesta. Yhdistetty kestävyys- ja voimaharjoitus koostui 1,75

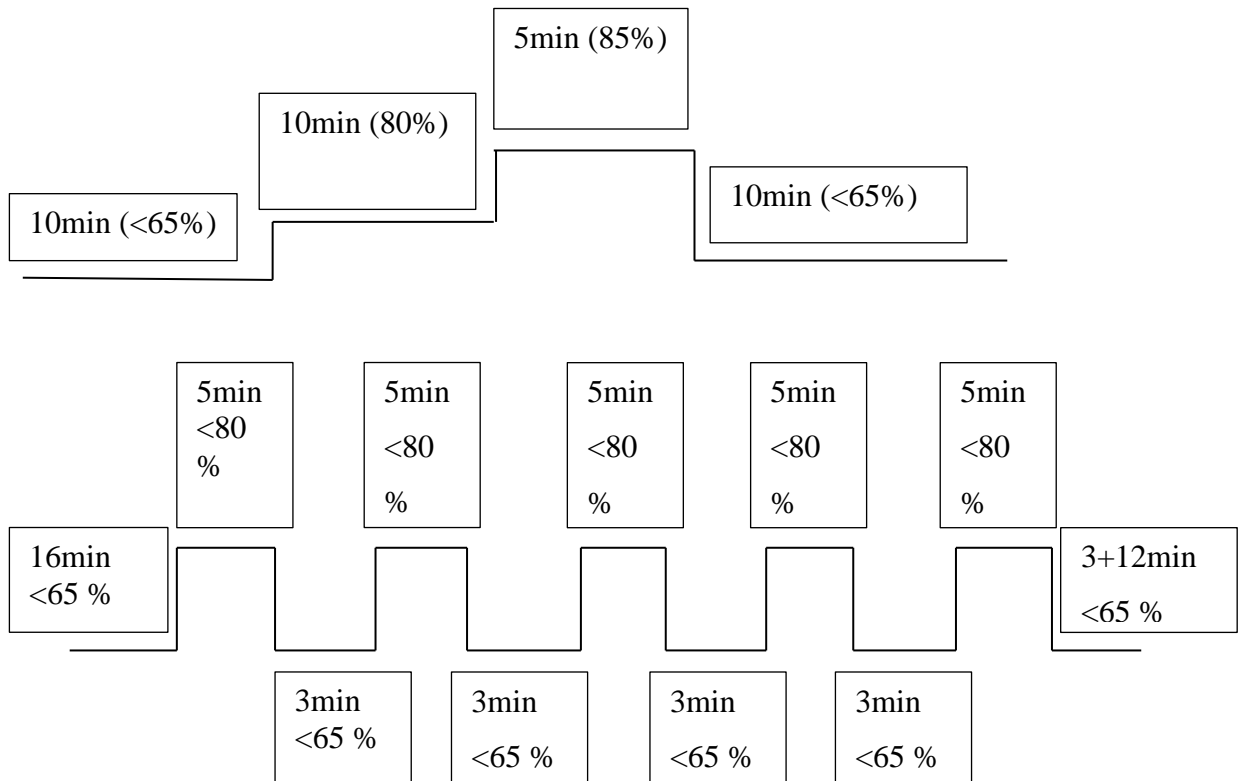
km pituisesta ennalta sovitusta lenkistä sekä voimaosiosta, joka toteutettiin ohjatusti Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitoksen tiloissa. Viikoittainen harjoittelu tuli rytmittää niin, että ennen yhdistettyä kestävyys- ja voimaharjoitusta tuli olla kevyt kestävyysharjoitus tai lepopäivä. Harjoitusohjelmaan kuului myös kevennetty harjoitusviikko joka neljännellä viikolla. Tällöin harjoittelun määrää ja intensiteettiä kevennettiin. Lisäksi koehenkilöitä testattiin 6\*1000 m tasotestillä joka neljäs viikko. Testit toteutettiin Hipposhallissa 200 m juoksuradalla, ja sillä korvattiin yhden yhdistetyn harjoituksen kestävyysosio.

Pelkkää kestävyysharjoittelua suorittavien koehenkilöiden (E) harjoitteluohjelma oli muutoin samankaltainen kuin yhdistetyn harjoittelun koehenkilöillä, mutta salilla tehtävää harjoittelua ei E-ryhmän koehenkilöiden viikkorytmiin kuulunut. Harjoitteluohjelma kestävyysharjoitusten osalta molemmille ryhmille (E+S ja E) sekä niiden eteneminen on nähtävissä taulukosta 2. Koehenkilöt saivat harjoittelujakson ajaksi sykemittarit, joiden avulla kontrolloitiin harjoittelun intensiteettiä. Harjoittelu suoritettiin aina tietyllä prosenttiosuudella maksimisykkeestä, joka määritettiin tutkimuksen alussa juoksumatolla suoritettua maksimaalisen hapenottotestin perusteella juoksumatolla. Harjoitusohjelmien kestävyysharjoitukset suoritettiin aina yleensä juosten. Tarvittaessa harjoituksia voitiin toteuttaa myös sisätiloissa kuntopyörää polkien. Juoksuharjoitus oli mahdollisuus korvata kuntopyörällä esimerkiksi liian kylmän ulkoilman tai rasisusvammojen takia. Pitkän kestävyysharjoituksen ja vapaaehtoisin kestävyysharjoituksen koehenkilöt pystyivät suorittamaan halutessaan myös pyöräillen tai hiihtäen juoksun sijaan.

TAULUKKO 2. Harjoitusviikkojen aikaiset kestävyysharjoitukset. Intensiteetti prosentteina maksimisykkeestä.

|   | Viikot 1-4<br>Kesto/intensiteetti | Viikot 5-8<br>Kesto/intensiteetti | Viikot 9-12<br>Kesto/intensiteetti |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Kestävyys + yhdistetyn harjoittelun kestävyysosio x 2 | 35min/65-85%                      | 40min/65-85%                      | 45min/65-85%                       |
| Pitkä kestävyysharjoitus                              | 70-110min/60-65%                  | 75-115min/60-65%                  | 80-120min/60-65%                   |
| 4-5 x 5min Intervallit                                | 20min/80%                         | 20min/85%                         | 25min/85%                          |
| Kevyt kestävyysharjoitus                              | 35-40min/60-65%                   | 35-40min/60-65%                   | 35-40min/60-65%                    |
| Vapaaehtoinen kestävyysharjoitus                      | 35-40min/70-75%                   | 35-40min/70-75%                   | 35-40min/70-75%                    |

Kaksi kertaa viikossa toteutettava kestävyysharjoitus (yhdistettyä harjoittelua suorittaville (E+S) kyseinen harjoitus on ennen voimaosiota tehtävä harjoitusosio) toteutettiin nousujohteisena harjoituksena, jossa teho nousi portaittain. Intervalliharjoitus toteutettiin 5 minuutin intervalleina, niin että harjoitus sisälsi 4-5 vetoa. Vetojen välissä oli palautusta 3 minuuttia, ja se suoritettiin kävellen/hölkäten/juosten. Kuvasta 2 löytyy kuvattuna esimerkki nousevasta kestävyysharjoituksesta sekä intervalliharjoituksesta viikoilta 1-4. Loput harjoitusmuodot, pitkä kestävyysharjoitus, kevyt kestävyysharjoitus ja vapaaehtoinen kestävyysharjoitus suoritettiin tasavauhtisina harjoituksina tasaisessa maastossa.



KUVA 2. Nousujohteisen kestävyysharjoituksen kulku (yläpuolella) ja intervalliharjoituksen kulku (alapuolella) viikoilta 1-4.

Yhdistettyä harjoittelua suorittavien voimaosio keskittyi erityisesti alaraajojen harjoittamiseen. Harjoittelu toteutettiin progressiivisena nousevana kuormituksena, jossa edettiin kestovoimatyypisistä harjoittelusta maksimaalisen voiman ja räjähtävän voiman harjoittamiseen. Voimaharjoittelu on kuvattuna Taulukossa 3. Pääliikkeitä ohjelmassa olivat jalkaprässi, penkillenousu, polvenkoukistus ja erilaiset hyppelyharjoitteet (pudotushyppy, vuoro-loikat).

TAULUKKO 3. Voimaharjoitteluohjelman eteneminen harjoitusjakson aikana.

|               | <b>Viikot 1-4</b> | <b>Viikot 5-8</b>       | <b>Viikot 9-10</b>          | <b>Viikot 11-12</b>         |
|---------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|               | Kestovoima        | Hypertrofinen/räjähtävä | Maksimaalinen/<br>räjähtävä | Maksimaalinen/<br>räjähtävä |
| Intensiteetti | 40-50%            | 60-80%/40%              | 80-85%/50%                  | 85-90%/40%                  |
| Toistot       | 20-30             | 8-12                    | 4-5/8-10                    | 3-4/8-12                    |
| Sarjat        | 2-3               | 2-3                     | 3-4/2-3                     | 4-5/3                       |

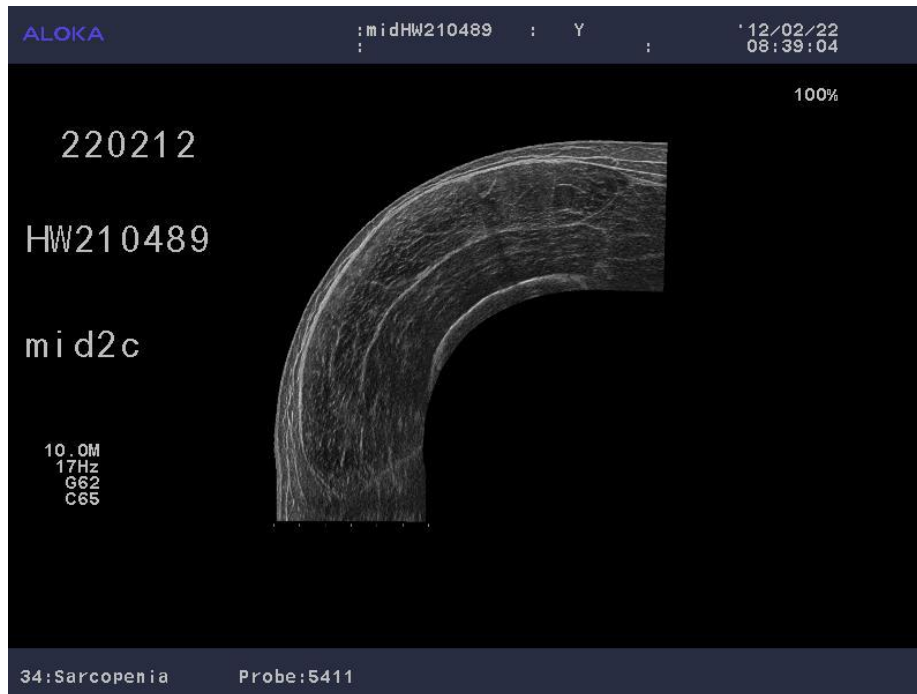
Harjoitusohjelmat tarkempine kuvauksineen viikoille 1-4, viikoille 5-8 ja viikoille 9-12 löytyvät vielä kokonaisuudessaan Liitteistä (LIITE 1).

## 5.4 Mittaukset

*Antropometria.* Koehenkilöille suoritettiin antropometriamittaukset ennen harjoittelun aloitusta ja 12 viikon harjoitteluohjelman suorittamisen jälkeen. Koehenkilöille tehtiin kehonkoostumusmittaukset DXA:lla (Dual-energy X-ray absorptiometry) ja bioimpedanssilaitteella (InBody). Näiden lisäksi mitattiin pituus ja paino manuaalisesti määrittäen.

*Alaraajojen lihasten poikkipinta-alaa* mitattiin ultraäänen avulla (model SSD-2000, Aloka, Tokyo). Mittaukset suoritettiin polven ojentajista m. rectus femoriksesta ja m. vastus lateraliksesta 50 % kohdalla femurin pituudesta. Mittauskohtaan tehtiin tatuoinnit ja tussilla piirrettyjen viivojen avulla liikuteltiin mittausanturia (7cm). Kuvatuista kohdista otettiin kolme kuvaa, joista kaikki analysoitiin. Tilastollisia analyyseja varten valittiin kaksi toisiaan lähimpänä ollutta kuvaa, ja käytettiin niiden keski-arvoa. Kuvassa 3 on nähtävillä esimerkkikuva, jota on käytetty ultraäänimittauksen analysoinnissa. Mittausvirheen minimoimiseksi, koehenkilöiden ultraäänimittaukset ja saadun datan analysoinnin suoritti sama tutkija.





KUVA 3. Ultraäänimittauksen kuva m. rectus femoriksen ja m. vastus lateraliksen poikkipinta-alan määrittystä varten.

*Hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyä* mitattiin suorittamalla dynaamisia mittauksia. Bilateraalilla alaraajojen ojennuksella jalkaprässissä (David 200) mitattiin maksimaalista konzentrista yhden toiston maksimia (1RM). Dynaamista tehontuottoa mitattiin kevennyshyppyjen avulla. Hyppyt suoritettiin voimalevyn päällä. Hyppyä suoritettaessa koehenkilön tuli pitää kädet lantiolla koko suorituksen ajan. Varpaiden tuli irrota viimeisenä levystä ponnistettaessa. Niiden täytyi myös olla ensimmäisenä kosketuksissa voimalevyyn alastulossa. Näin liike pyrittiin vakioimaan, jotta mittausvirheet saataisiin minimoitua. Kevennyshypystä laskettiin nousukorkeus impulssista. Kaikki data hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyä mittaavista testeistä kerättiin ja analysoitiin tietokoneella Signal-ohjelmiston avulla (Signal 2.15, Cambridge Electronic Design Ltd. 1998-2004).

*Kestävyysuorituskykyä ja sen kehitystä seurattiin harjoitusviikoilla 1 ja 12 tehtyjen 6\*1000 m tasotestien kuudennen, maksimaalisesti juostun 1000 metrin ajan perusteella. Testi oli rakennettu niin, että juoksuvauhti nousi portaittain jokaiselle 1000 metrille. Juoksuvauhdin nousu tapahtui seuraavasti: 1. juoksu 6:00 (min:s), 2. juoksu 5:30 (min:s), 3. juoksu 5:00 (min:s), 4. juoksu 4:30 (min:s), 5. juoksu 4:00 (min:s) ja 6. juoksu oli maksimaalinen (ajat 1000 m loppuaikoja, kierrosajat saadaan laskettua jakamalla loppuaika juostujen kierrosten lukumäärällä (5x200 m)). Viimeisen 1000 m:n, maksimaalisen juoksun ajat mitattiin sekuntikellolla mittaajien toimesta.*

## **5.5 Tilastolliset analyysit**

Tilastollisten analyysien tekemiseen käytettiin seuraavia ohjelmistoja: Excel 2010 ja PASW Statistics 20.0 (SPSS Inc, Chigago, Yhdysvallat). Kaikista muuttujista laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat. Muuttujille suoritettiin alku ja loppumittausten välillä riippuvien otosten t-testi, jonka avulla saatiin selville keskiarvotulosten muutosten tilastollisia merkitsevyyksiä. Lisäksi tutkittiin ryhmien välisiä eroja riippumattomien otosten t-testeillä. Tilastollisen merkitsevyyden arvona käytettiin riskitasoa  $p < 0.05$ .

## 6 TULOKSET

Alkutesteissä E- ja E+S -ryhmien välillä ei ollut yleisesti ottaen tilastollisesti merkitseviä eroja lähtötasossa mitattavien muuttujien osalta. Ainoastaan m. rectus femoriksen osalta havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero alkutesteissä ( $p < 0.05$ )

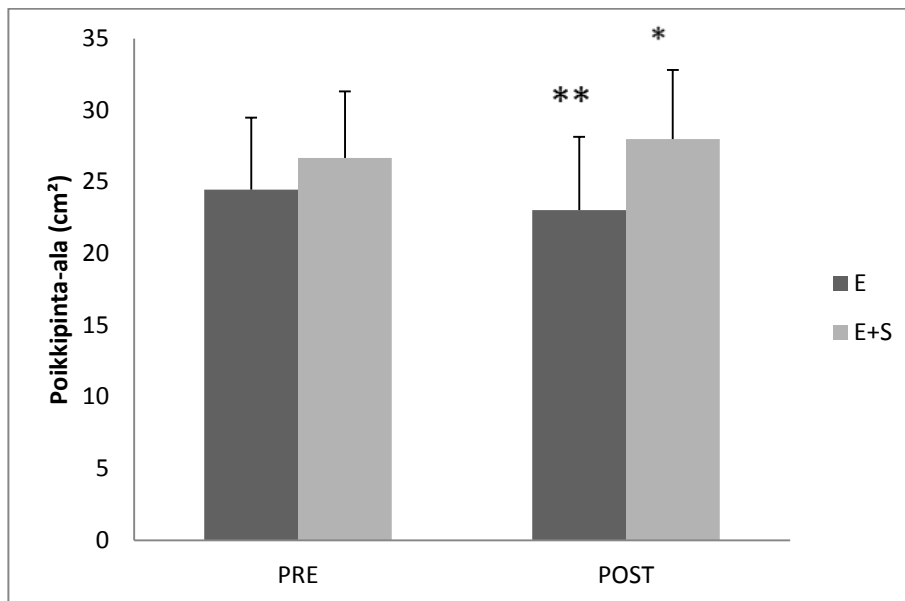
### 6.1 Alaraajojen lihasten poikkipinta-ala

Alaraajojen lihasten osalta sekä m. vastus lateraliksessa (VL) että m. rectus femoriksessa (RF) havaittiin poikkipinta-alojen laskua kestävyysharjoitteluiden ryhmässä (E). Tämä lasku oli molempien lihasten poikkipinta-alojen osalta (VL ja RF) tilastollisesti hyvin merkitsevää ( $p < 0.01$ ). E-ryhmällä VL:n poikkipinta-ala saatiin alkumittauksissa  $24,45 \pm 5,03 \text{ cm}^2$ , ja loppumittauksissa  $23,03 \pm 5,11 \text{ cm}^2$  (Taulukko 4). Vastaavat tulokset RF:n osalta olivat alkumittauksissa  $6,02 \pm 1,44 \text{ cm}^2$  ja loppumittauksissa  $5,63 \pm 1,43 \text{ cm}^2$  (Taulukko 4).

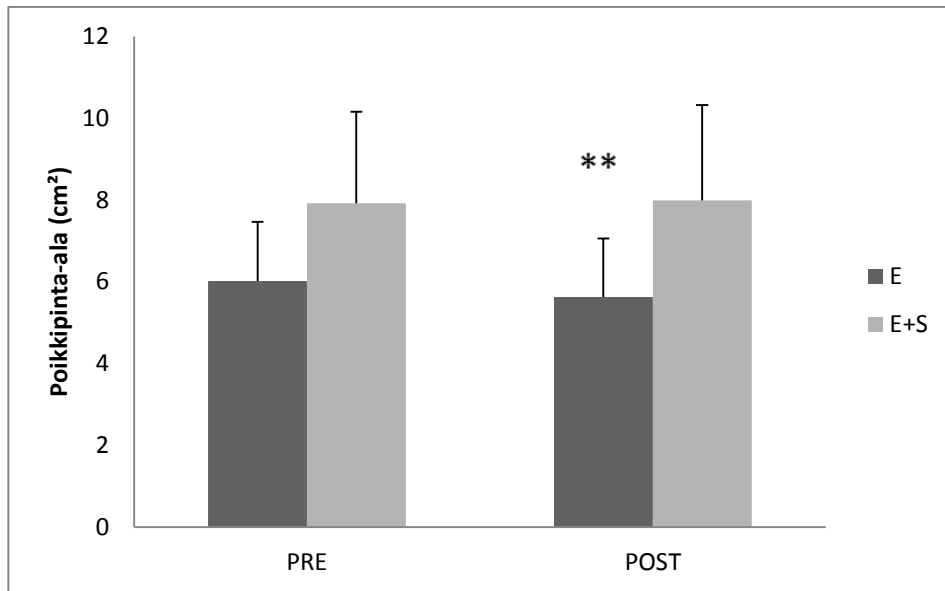
Yhdistettyä voima- ja kestävyysharjoittelua suorittavien ryhmässä (E+S) havaittiin kasvua sekä m. vastus lateraliksessa (VL) että m. rectus femoriksessa (RF). Tilastollisesti merkitsevää ( $p < 0.05$ ) kasvu oli ainoastaan m. vastus lateraliksensa osalta (VL). E+S ryhmällä VL:n poikkipinta-ala oli alkumittauksissa  $26,66 \pm 4,64 \text{ cm}^2$ , ja loppumittauksissa  $27,99 \pm 4,80 \text{ cm}^2$  (Taulukko 4). Vastaavat tulokset RF:n osalta olivat alkumittauksissa  $7,92 \pm 2,23 \text{ cm}^2$ , ja loppumittauksissa  $7,99 \pm 2,33 \text{ cm}^2$  (Taulukko 4). Kuviosta 1 on nähtävissä VL:n osalta ryhmien keskiarvotulokset ja keskihajonnat alku- ja loppumittausten osalta. Kuviosta 2 löytyvät vastaavat tulokset RF:n osalta

TAULUKKO 4 VL:n ja RF:n poikkipinta-alat (cm<sup>2</sup>) ja niiden muutokset (%) (keskiarvo±keskihajonta)

|   | E              |                  |                | E+S            |                 |                |
|---|----------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
|   | PRE            | POST             | MUUTOS(%)      | PRE            | POST            | MUUTOS(%)      |
| VL:n 50% poikkipinta-ala (cm <sup>2</sup> ) | 24,45±<br>5,03 | 23,03±<br>5,11** | -7,32±<br>6,99 | 26,66±<br>4,64 | 27,99±<br>4,80* | 5,32±<br>7,54  |
| RF:n 50 % poikkipinta-ala(cm <sup>2</sup> ) | 6,02±<br>1,44  | 5,63±<br>1,43**  | -6,56±<br>6,92 | 7,92±<br>2,23  | 7,99±<br>2,33   | 1,13±<br>10,46 |

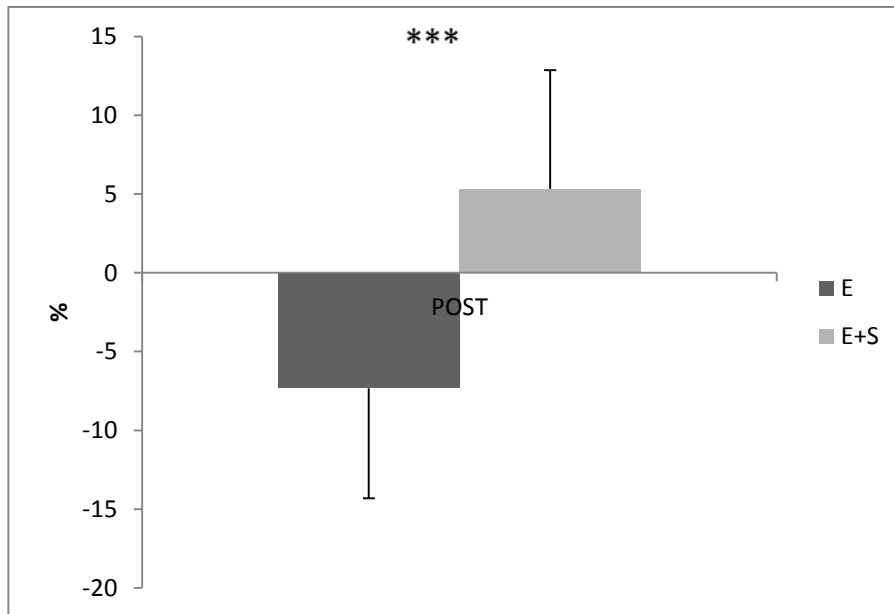


KUVIO 1. VL:n (50%) poikkipinta-alojen keskiarvojen muutokset ja keskihajonnat alku- ja loppumittausten osalta. \*= tilastollisesti merkitsevä muutos (p<0.05). \*\*=tilastollisesti hyvin merkitsevä muutos (p<0.01).

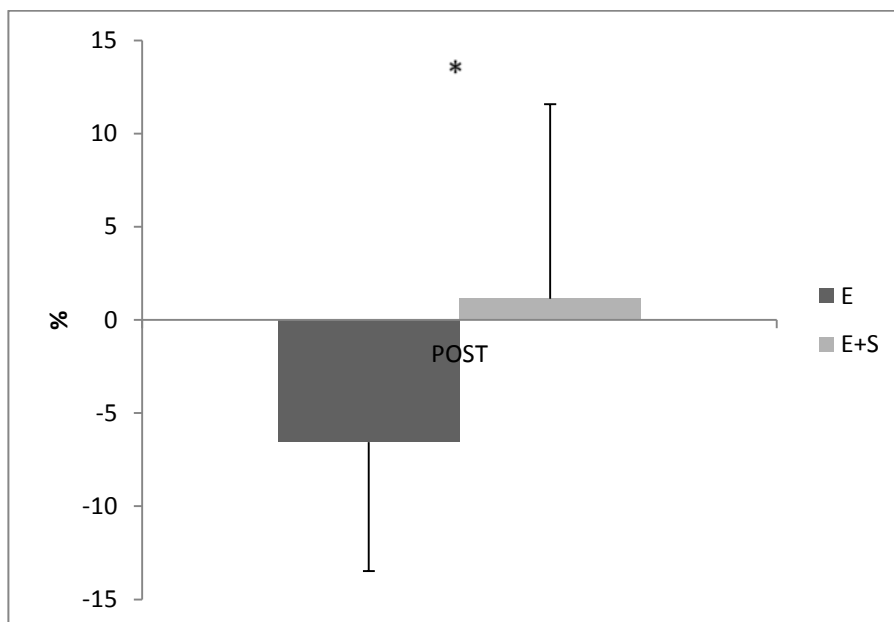


KUVIO 2. RF:n (50%) poikkipinta-alojen keskiarvojen muutokset ja keskihajonnat alku- ja loppumittausten osalta. \*\*=tilastollisesti hyvin merkitsevä muutos ( $p < 0.01$ ).

Kun vertailtiin kahta harjoitteluryhmää toisiinsa (E ja E+S), havaittiin, että E-ryhmä erosi tilastollisesti erittäin merkitsevästi E+S ryhmästä VL:n poikkipinta-alamuutosten osalta ( $p < 0.001$ ). Prosentuaalinen ero ryhmien välillä oli 12,65 prosenttiyksikköä. Kuviosta 3 löytyvät VL:n suhteelliset muutokset alku- ja loppumittausten välillä ryhmittäin. RF:n osalta havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero ( $p < 0.05$ ) ryhmien välillä. Prosentuaalinen ero oli 7,69 prosenttiyksikköä. Kuviossa 4 on kuvattuna RF:n suhteelliset muutokset alku- ja loppumittausten välillä ryhmittäin.



KUVIO 3. VL:n poikkipinta-alan suhteellinen muutos alku- ja loppumittausten välillä ryhmittäin (%). \*\*\*=tilastollisesti erittäin merkitsevä muutos ( $p < 0.001$ ) ryhmien välillä.



KUVIO 4. RF:n poikkipinta-alan suhteellinen muutos alku- ja loppumittausten välillä ryhmittäin (%). \*=tilastollisesti merkittävä muutos ( $p < 0.05$ ) ryhmien välillä.

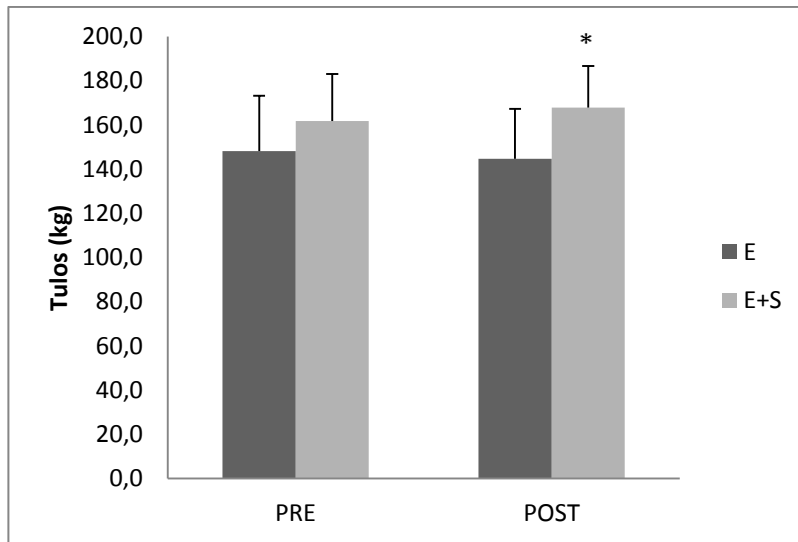
## 6.2 Hermo-lihasjärjestelmän suorituskyky

*Dynaamisessa voimantuotossa* tulokset laskivat sekä 1RM:n että kevennyshypyn nousukorkeuden osalta kestävyysharjoitteluiden ryhmässä (E). Lasku oli tilastollisesti hyvin merkittävää kevennyshypyn nousukorkeuden osalta ( $p < 0.01$ ). E-ryhmällä alkumittauksien 1 RM oli  $148,0 \pm 25,2$  kg ja kevennyshypyn nousukorkeus  $31,5 \pm 3,5$  cm (Taulukko 5). Loppumittauksissa 1 RM oli  $144,6 \pm 22,6$  kg ja kevennyshypyn nousukorkeus  $29,7 \pm 2,8$  cm (Taulukko 5).

Yhdistetyn harjoittelun ryhmällä (E+S) havaittiin tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0.05$ ) kasvu 1 RM:n osalta. Kevennyshypyn nousukorkeuden suhteen ei tapahtunut suuria muutoksia, tulokset laskivat hieman. E+S ryhmällä alkumittauksien 1 RM oli  $161,7 \pm 21,3$  kg ja kevennyshypyn nousukorkeus  $31,0 \pm 4,1$  cm (Taulukko 5). Loppumittauksissa 1 RM oli  $167,9 \pm 18,7$  kg ja kevennyshypyn nousukorkeus  $30,1 \pm 4,0$  cm (Taulukko 5). Kuviossa 5 ja 6 on esitettyä dynaamisen voimantuoton keskiarvotulokset ja keskihajonnat 1RM:n ja kevennyshypyn osalta alku- ja loppumittauksissa.

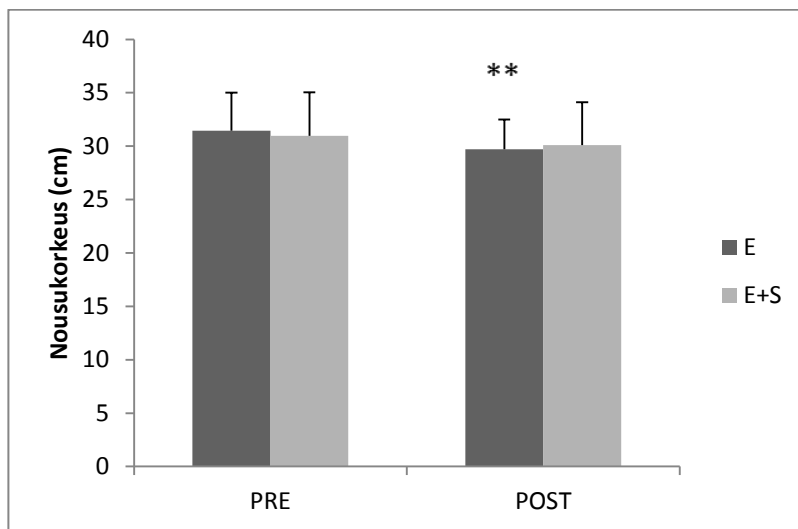
|                                 | E                |                     |                | E+S              |                    |                |
|---------------------------------|------------------|---------------------|----------------|------------------|--------------------|----------------|
|                                 | PRE              | POST                | MUUTOS(%)      | PRE              | POST               | MUUTOS(%)      |
| 1 RM (kg)                       | $148,0 \pm 25,2$ | $144,6 \pm 22,6$    | $-2,0 \pm 5,5$ | $161,7 \pm 21,3$ | $167,9 \pm 18,7^*$ | $4,3 \pm 6,8$  |
| Kevennyshypyn nousukorkeus (cm) | $31,5 \pm 3,5$   | $29,7 \pm 2,8^{**}$ | $-5,3 \pm 5,1$ | $31,0 \pm 4,1$   | $30,1 \pm 4,0$     | $-2,6 \pm 8,3$ |

Taulukko 5. 1 RM (kg) ja kevennyshypyn nousukorkeus (cm) ja niiden muutokset (%) (keskiarvo $\pm$ keskihajonta)



KUVIO 5. 1 RM:n keskiarvojen muutokset ja keskihajonnat alku- ja loppumittausten osalta.

\*=tilastollisesti merkitsevä muutos ( $p < 0.05$ ).

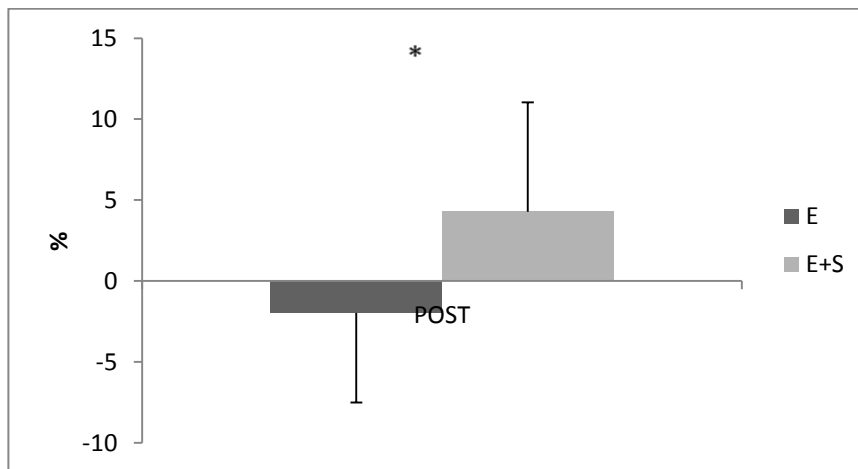


KUVIO 6. Kevennyshypyn nousukorkeuksien keskiarvojen muutokset ja keskihajonnat alku- ja loppumittausten osalta. \*\*=tilastollisesti hyvin merkitsevä muutos ( $p < 0.01$ ).

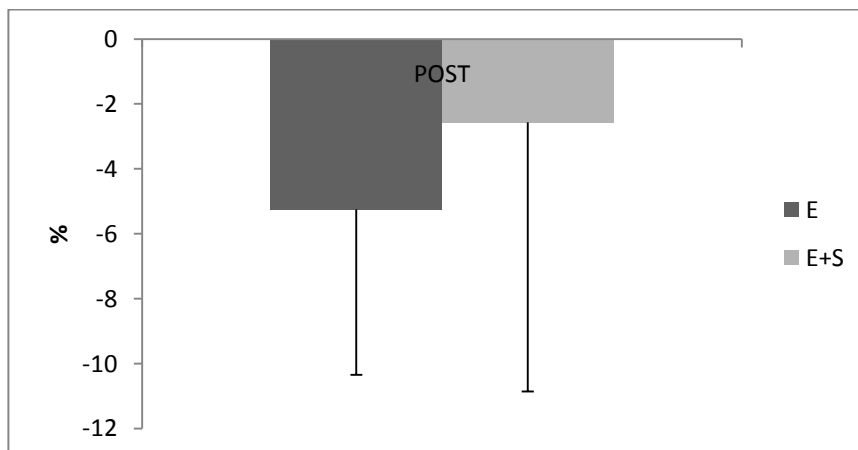
Vertailtaessa kahta harjoitteluryhmää toisiinsa (E ja E+S), havaittiin, että E-ryhmä erosi tilastollisesti merkitsevästi E+S -ryhmästä 1 RM:n muutosten osalta ( $p < 0.05$ ). Prosentuaali-



nen ero ryhmien välillä oli 6,24 prosenttiyksikköä. Kevennyshypyn nousukorkeuden muutosten suhteen ei tilastollista merkitsevyyttä ryhmien välillä löytynyt. Prosentuaalinen ero ryhmien välillä oli 2,68 prosenttiyksikköä. Kuviosta 7 ja 8 löytyvät 1 RM:n ja kevennyshypyn suhteelliset muutokset alku- ja loppumittausten välillä ryhmittäin.



KUVIO 7. 1RM suhteellinen muutos alku- ja loppumittausten välillä ryhmittäin (%).  
\*=tilastollisesti merkitsevä muutos ( $p < 0.05$ ) ryhmien välillä.



KUVIO 8. Kevennyshypyn suhteellinen muutos alku- ja loppumittausten välillä ryhmittäin (%).

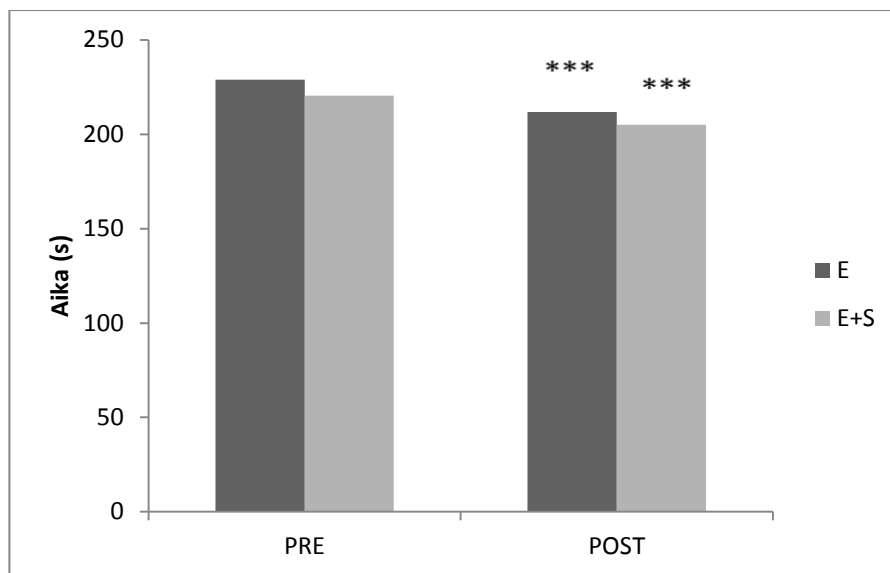
### 6.3 Kestävyysuorituskyky

Kestävyysuorituskyvyn osalta tarkastelussa olivat 6\*1000 metrin tasotestin viimeisen kuormaportaan loppuajat sekä nopeus veren laktaattitasolla 4 mmol/l. Kestävyysharjoittelua toteuttaneiden koehenkilöiden ryhmässä € nähtiin tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $p < 0.001$ ) positiivinen kehitys maksimaalisesti juostun 1000 metrin ajassa. Viimeisen kuormaportaan aika parantui siis harjoitteluintervention jälkeen alkumittauksiin nähden. E-ryhmällä tasotestin viimeisen kuormaportaan loppuaika alkumittauksissa oli  $228,9 \pm 16,7$  s (3:48,9 (min:s)), ja loppumittauksissa  $211,8 \pm 23,1$  s (3:31,8 (min:s)) (Taulukko 6). Tarkasteltaessa nopeutta 4mmol:n laktaattitasolla, havaittiin E-ryhmällä tilastollisesti hyvin merkitsevä parannus ( $p < 0.01$ ). Nopeus veren laktaattitasolla 4 mmol/l oli alkumittauksissa  $3,6 \pm 0,4$  m/s, ja loppumittauksissa  $3,8 \pm 0,3$  m/s (Taulukko 6).

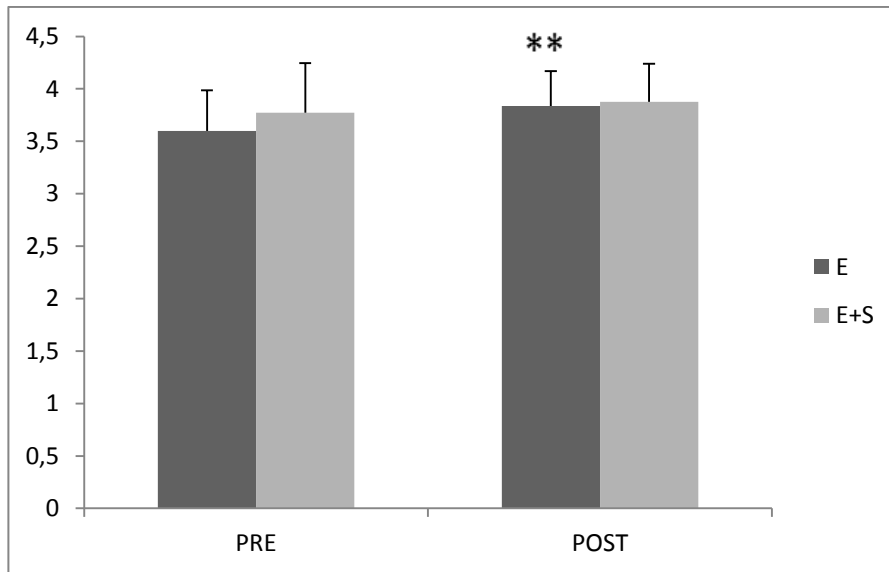
Kestävyysuorituskyvyn suhteen havaittiin tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $p < 0.001$ ) kehitys myös yhdistetyn harjoittelun ryhmällä (E+S). Kuviosta 9 on nähtävissä kestävyysuorituskyvyn osalta 6\*1000 metrin testin maksimaalisesti juostujen aikojen keskiarvotulokset ja keskihajonnat alku- ja loppumittauksissa. E+ S ryhmällä tasotestin viimeisen kuormaportaan loppuaika alkumittauksissa oli  $220,4 \pm 18,9$  s (3:40,4 (min:s)), ja loppumittauksissa  $205,0 \pm 21,3$  s (3:25,0 (min:s)) (Taulukko 6). Nopeus veren laktaattitasolla 4 mmol/l oli alkumittauksissa  $3,8 \pm 0,5$  m/s, ja loppumittauksissa  $3,9 \pm 0,4$  m/s (Taulukko 6). Nopeuden muutosten suhteen ei tilastollista merkitsevyyttä havaittu.

|  | E              |                   |                  | E+S            |                   |              |
|--|----------------|-------------------|------------------|----------------|-------------------|--------------|
|  | PRE            | POST              | MUUTOS(%)        | PRE            | POST              | MUUTOS(%)    |
| 6*1000m testin<br>maksimaalisesti<br>juostu aika (s) | 228,9±<br>16,7 | 211,8±<br>23,1*** | -7,5<br>±<br>5,3 | 220,4±<br>18,9 | 205,0±<br>21,3*** | -6,9±<br>3,2 |
| Nopeus 4<br>mmol:n laktaat-<br>titasolla (m/s)       | 3,6±<br>0,4    | 3,8±<br>0,3**     | 7,1±<br>7,8      | 3,8±<br>0,5    | 3,9±<br>0,4       | 3,3±<br>7,7  |

TAULUKKO 6. 6\*100 m testin maksimaalisesti juostu aika (s) ja nopeus veren laktaattitasolla 4 mmol/l (m/s) ja niiden muutokset (%).

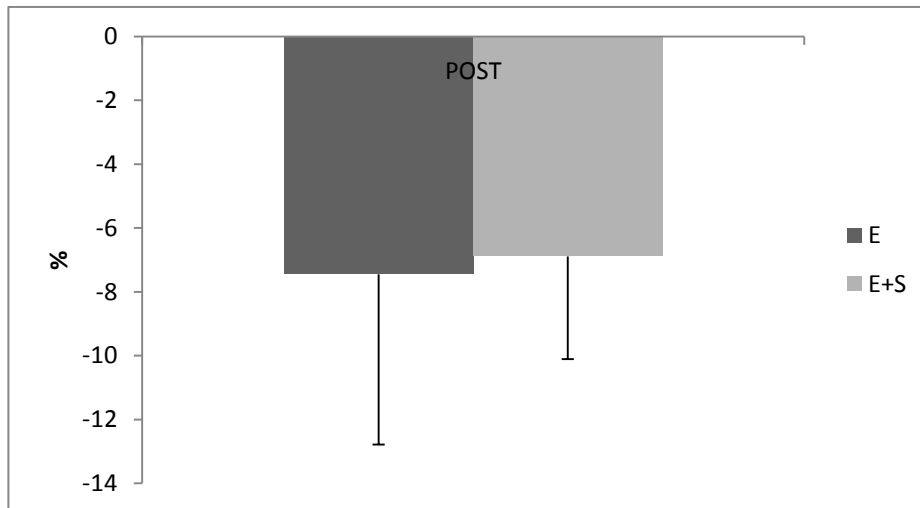


KUVIO 9. 6\*1000m testin maksimaalisesti juostujen aikojen keskiarvojen muutokset ja keskihajonnat alku- ja loppumittausten osalta. \*\*\*=tilastollisesti erittäin merkitsevä muutos ( $p<0.001$ ).

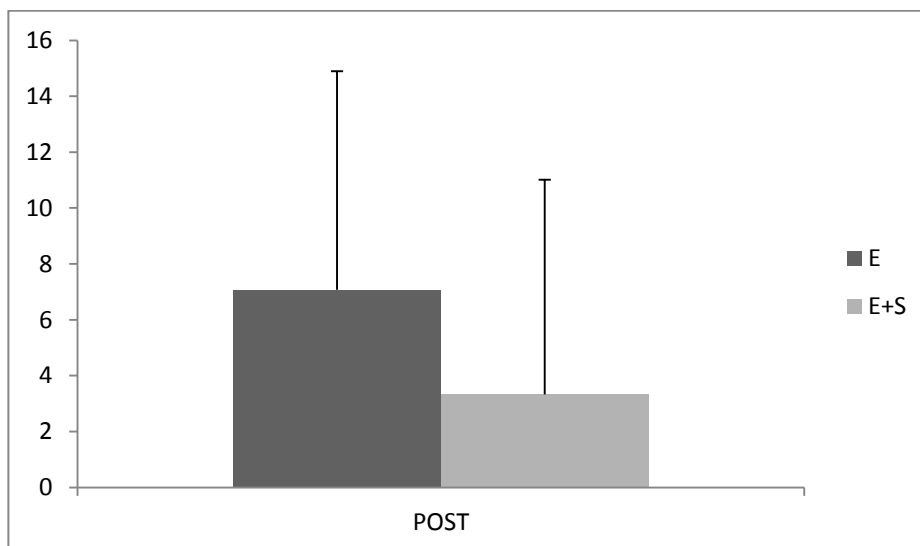


KUVIO 10. Nopeuden (m/s) keskiarvojen muutokset ja keskihajonnat alku- ja loppumittausten osalta veren laktaattitasolla 4 mmol/l. \*\*=tilastollisesti hyvin merkitsevä muutos ( $p<0.01$ )

Vertailtaessa kahta harjoitteluryhmää toisiinsa, voidaan havaita, että E- ja E+S – ryhmien kestävyys suorituskyvyn muutokset 6\*1000 m testin loppuajan suhteen eivät eronneet tilastollisesti merkittävästi toisistaan. Prosentuaalinen ero ryhmien välillä oli 0,56 prosenttiyksikköä. Kuviosta 11 löytyy 6\*1000 m testin maksimaalisesti juostujen aikojen suhteelliset muutokset alku- ja loppumittausten välillä ryhmittäin. Nopeuksien (veren laktaattitasolla 4 mmol/l) muutokset eivät eronneet myöskään tilastollisesti merkitsevästi toisistaan vertailtaessa ryhmiä toisiinsa. Prosentuaalinen ero ryhmien välillä oli 3,75 prosenttiyksikköä. Kuviosta 12 löytyy nopeuksien (veren laktaattitasolla 4 mmol/l) suhteelliset muutokset l alku- ja loppumittausten välillä ryhmittäin.



KUVIO 11. 6\*1000m testin maksimaalisesti juostujen aikojen suhteelliset muutokset alku- ja loppumittausten välillä ryhmittäin (%).



KUVIO 12. Nopeuksien suhteelliset muutokset 4 mmol:n laktaattitasolla alku- ja loppumittausten välillä ryhmittäin (%).

## 7 POHDINTA

*Päätulokset.* Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että yhdistettyä voima- ja kestävyysharjoittelua suorittaneiden (E+S) henkilöiden voimatasojen muutos 1 RM:n osalta oli tilastollisesti merkitsevää verrattuna kestävyysharjoittelua suorittaviin (E). E+S ryhmän osalta voimatasot kasvoivat tilastollisesti merkitsevästi, kun taas E-ryhmällä 1 RM tulos laski alkumittauksiin nähden. Räjähävää voimantuottoa tarkasteltaessa havaittiin, että kevennyshypyn muutosten suhteen ei ryhmien välillä tilastollisesti merkitsevää eroa löytynyt suhteellisia (prosentuaalisia) muutoksia tarkasteltaessa. Absoluuttisesti kevennyshypyn nousukorkeudet laskivat molemmilla ryhmillä, mutta vain E ryhmän osalta tämä lasku oli tilastollisesti hyvin merkitsevää. Yhdistettyä voima- ja kestävyysharjoittelua tehneillä myös alaraajojen poikkipinta-alat kasvoivat, mutta vain VL:n osalta muutos oli tilastollisesti merkitsevää. Kestävyysharjoitteluryhmällä (E) poikkipinta-aloissa havaittiin tilastollisesti hyvin merkitsevää laskua. Harjoitteluryhmien välillä muutokset olivat näin ollen VL:n osalta tilastollisesti erittäin merkitsevää ja RF:n osalta tilastollisesti merkitsevää. Kestävyysuorituskyvyn osalta molemmilla harjoitteluryhmillä paranivat 6\*100 m testin maksimaalisesti juostun viimeisen 1000 m loppuajat. Tämä parannus oli molemmilla ryhmillä tilastollisesti erittäin merkitsevää. Nopeudet veren laktaattitasolla 4 mmol/l paranivat myös molemmilla ryhmillä, mutta vain E-ryhmän osalta parannus oli tilastollisesti hyvin merkitsevää. Vertailtaessa ryhmiä toisiinsa, ei tilastollista merkitsevyyttä kummankaan kestävyysuorituskyky-muuttujan osalta havaittu.

*Vastaus ensimmäiseen tutkimuskysymykseen.* Ensimmäinen tutkimuskysymys oli eroaako yhdistetty voima- ja kestävyysharjoitteluryhmä (E+S) maksimivoiman, lihasten poikkipinta-alojen ja kevennyshypyn tulosten suhteen kestävyysharjoitteluryhmästä (E)? Hypoteesi oli, että eroaa, sillä tulokset luultavasti paranisivat enemmän yhdistettyä harjoittelua tekevillä. Kirjallisuuden mukaan yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun on havaittu saavan aikaan

positiivisia muutoksia niin maksimivoimatasoissa, lihasten poikkipinta-aloissa kuin tehontuotossakin (Karavirta ym. 2011; Hendrickson ym. 2010; McCarthy ym. 2002; Nelson ym. 1990; Chtara ym. 2008; Häkkinen ym. 2001). Tulosten on katsottu olevan seurausta voimaharjoittelun aiheuttamista adaptaatioista. Hypoteesi toteutui maksivoiman ja lihaksen poikkipinta-alan osalta, sillä ryhmien välillä oli merkitseviä eroja tulosten suhteen. Kevennyshypyn suhteen hypoteesi kuitenkin kumoutui, sillä molemmilla harjoitusryhmillä kevennyshypyn nousukorkeus huononi, tosin E+S-ryhmällä vähemmän kuin E-ryhmällä. Aikaisemmissa tutkimuksissa on kuitenkin havaittu, että nopeusvoimaominaisuuksien kehittymisen suhteen saattaa mahdollista häiriötä ilmetä (Häkkinen ym. 2003; Izquiero ym. 2001). On siis mahdollista, että interferenssiä tehontuoton suhteen on ilmennyt. Koska tehontuottoa voidaan parantaa maksimivoimaa tai supistumisnopeutta parantamalla, voi negatiivisten muutosten taustalla olla se, ettei supistumisnopeuksissa ole tapahtunut parannusta (Kraemer & Häkkinen 2002). Tämä siksi, koska maksimivoimatasot kuitenkin E+S ryhmällä kehittivät. E-ryhmän osalta tulokset olivat odotetun kaltaisia, sillä heidän harjoitteluunsa ei kuulunut voimaharjoittelua. Harjoitusvaikutukset ovat aina spesifejä, eli ne ominaisuudet harjaantuvat, mitä harjoitellaan. Voimaharjoitteluohjelma ei sisältänyt kovin paljon nopeusvoimatyypisiä liikkeitä, joten myös se voi olla syynä siihen, ettei kevennyshypyn suhteen tapahtunut kehitystä. E+S-ryhmällä kevennyshypyn tulos ei kuitenkaan heikentynyt niin paljon kuin E-ryhmällä, joten voi myös olla, että voimaharjoittelun avulla saatiin ylläpidettyä paremmin räjähtävää voimantuottoa kevennyshypyn suhteen. Lisäksi harjoittelun voimaosio suoritettiin aina kestävyysosion jälkeen, joten kestävyysosio on voinut aiheuttaa myös pientä väsymystä elimistöön. Jos nopeusvoimaharjoitteet olisi tehty täysin palautuneessa tilassa, olisivatko tulokset kevennyshyppyä tarkasteltaessa olleet paremmat? On myös mahdollista, että kaksi kertaa viikossa toteutettu, tämän tutkimuksen kaltainen voimaharjoitus ei voimantuotonopeuden lisäämiseksi ollut ehkä riittävä aikaansaamaan tarpeeksi isoa ärsykettä, jotta adaptaatiota tapahtuisi.

Selkeästi voidaan kuitenkin sanoa, että ainakaan tässä tutkimuksessa toteutettu kestävyysharjoittelu ei riitä ylläpitämään voimatasoja. Myös työskentelevien lihasten poikkipinta-aloissa alaraajojen osalta tapahtui laskua, ja näin ollen siis myös lihasmassan määrä väheni. Samankaltaisia tuloksia on saatu myös useissa muissa tutkimuksissa (Hendrickson ym. 2010; Bell ym. 2000; Trappe ym. 2006). Voimatasojen kasvun ja lihashypertrofian takana oli siis selkeästi voimaharjoittelu E+S-ryhmällä. Voimatasojen kasvu on varmasti alkuun ollut seurausta hermostossa tapahtuvista adaptaatioista, mikä on usein harjoittelun alkuvaiheessa syynä voimatasojen kasvulle, varsinkin jos kokemusta ei voimaharjoittelusta kovinkaan paljon ole (Folland & Williams 2007). Voimaharjoittelu oli myös ensimmäiset kuusi viikkoa kestovoimatyypistä harjoittelua. Tulokset voimantuoton suhteen olisivat voineet olla suuremmat, jos harjoittelun pääpaino olisi ollut enemmän esimerkiksi hypertrofisessa tai maksimivoimatyypisessä harjoittelussa. Nopeusvoimaominaisuuksien kehittämisen suhteen hermostollinen maksimivoimaharjoittelu ja lajityyppinen nopeusvoimaharjoittelu olisivat voineet tuottaa parannuksia tehontuottoon. Taipaleen ym. (2010) tutkimuksen mukaan maksimivoimaharjoittelulla ja räjähtävällä voimaharjoittelulla saatiin aikaan suuremmat parannukset hermo-lihasjärjestelmän suorituskyvyssä verrattuna circuit-tyyppiseen harjoitteluun. Lihashypertrofisia muutoksia saatiin kuitenkin myös aikaan, mutta olisiko hypertrofia ollut vielä suurempaa, jos harjoittelujakso olisi ollut pidempi? Mielenkiintoista olisi ollut tietää, mistä hypertrofia Vastus lateralis ja Rectus Femoris lihaksissa tässä tutkimuksessa johtuu, sillä Follandin ja Williamsin (2007) mukaan 2 tyypin lihassoluissa tapahtuu hypertrofiaa 1 tyypin lihassoluja nopeammin. Tämä olisi tietysti ollut mahdollista ainoastaan lihassolunäytteiden avulla, jolloin saataisiin analysoitua lihassolujakaumaa, ja mahdollisesti sitä, missä hypertrofiaa on tapahtunut. Hypertrofiaa tarkasteltaessa täytyy myös huomioda, että ryhmät erosivat Rectus Femoriksen poikkipinta-alojen suhteen merkitsevästi toisistaan. Tämän takia tuloksiin täytyy suhtautua tietyllä varauksella. Myös yksilöllinen vaihtelu tuloksissa oli suurta. Tähän vaikuttaa tietysti aikaisempi harjoittelutausta ja monet muut tekijät. Huomioitava asia on myös se, että osa koehenkilöistä, jotka toteuttivat ainoastaan kestävyysharjoittelua, oli tehnyt voimaharjoittelua jokseenkin säännöllisesti ennen tut-



kimukseen mukaan tuloa. Spesifisyyden periaatteen takia (ei ärsykeitä voimatasojen ylläpitämiseksi), voimatasot näillä koehenkilöillä saattoivat heiketä harjoittelujakson seurauksena enemmän kuin sellaisilla koehenkilöillä, joilla ei aikaisempaa voimaharjoittelutaustaa ollut. Tämä vaikuttaa omalta osaltaan tuloksiin.

*Vastaus toiseen tutkimuskysymykseen.* Toinen tutkimuskysymys oli Eroaako yhdistetty voima- ja kestävyysharjoitteluryhmä (E+S) tässä tutkimuksessa mitattujen kestävyysuorituskyky muuttujien tulosten suhteen (1000m juoksutestin loppuaika ja nopeus veren laktaattitasolla 4 mmol/l) kestävyysharjoitteluryhmästä (E)? Hypoteesi oli, että eroaa, sillä tulokset luultavasti paranisivat yhdistetyn harjoittelun ryhmällä enemmän. Kirjallisuuden mukaan voimaharjoittelulla on havaittu olevan yhteyttä parantuneeseen juoksun taloudellisuuteen (Hoff ym. 2002; Taipale ym. 2010). Taipale ym. (2010) havaitsivat tutkimuksessaan yhdistetyn harjoittelun parantaneen juoksun taloudellisuutta enemmän kuin pelkän kestävyysharjoittelun. Hypoteesi ei tässä tutkimuksessa kuitenkaan toteutunut. Parannusta tapahtui molemmilla ryhmillä 1000 metrin juoksutestin osalta, ja parannus oli jopa suurempi E-ryhmällä lähtötasoon verrattuna. Tosin E+S-ryhmällä alkutestien tulokset olivat jo lähtökohtaisesti E-ryhmää paremmat, joten voi olla, että tämän tutkimuksen kaltainen kestävyysharjoittelu ei heille ollut riittävää, jotta olisi aikaansaatu suurempia adaptaatioita. Myös nopeudet veren laktaattitasolla 4 mmol/l paranivat molemmilla ryhmillä, ja E-ryhmällä enemmän kuin E+S ryhmällä. Tosin alkutestien nopeus oli aikaisempi eli E+S ryhmä kykeni juoksemaan ennen harjoitusjakson alkamista nopeammin veren laktaattitasolla 4 mmol/l. Selkeästi siis kestävyysharjoittelun avulla saatiin parannusta kestävyysuorituskykyyn edellä mainittujen muuttujien osalta. Voidaan myös todeta, että interferenssiä ei voimaharjoittelu ainakaan tässä tutkimuksessa kestävyysuorituskykyyn aiheuttanut, koska ryhmien välillä ei ollut merkitseviä eroja tuloksissa. Kestävyysharjoittelu, jota koehenkilöt harjoittelujakson aikana toteuttivat, oli suhteellisen matalaintensiteettistä. Tarkastelemani muuttuja 1000 m juoksutestissä oli maksimaalisesti juostu loppuaika, joten voi olla että muutoksia olisi voinut olla enemmän nähtävissä matalammilla nopeuksilla ja tehotasoilla. Parannuksia kuitenkin aero-

bisen kestävyuden yläpäähän saatiin, joten selkeästi tämän tutkimuksen kaltaisella harjoittelulla oli siihen positiivisia vaikutuksia.

Taloudellisuusmuuttujan osalta kumpikin ryhmä siis pääsi juoksemaan lujempaa veren laktaattitasolla 4 mmol/l, eli mahdollisesti glykolyyttisiin energiantuottoreitteihin turvautuminen siirtyi myöhemmäksi. Bassett & Howleyn (2000) mukaan nopeuden parannukset ja korkeamman juoksunopeuden pidempi ylläpito selitetään usein lisääntyneellä mitokondrioiden määrällä ja niiden entsyymien parantuneella aktiivisuudella. Myös happo-emäs tasapainon kontrolloinnissa on tapahtunut luultavasti parannusta, koska laktaattia akkumuloitui vähemmän alkutestien nopeudella, sillä nopeudet lopputesteissä paranivat. Hapenkulutusarvojen avulla voisi tietysti ottaa vielä tarkemmin kantaa taloudellisuuden parantumiseen. Taloudellisuudella on kuitenkin suuri vaikutus juoksunopeuteen, ja harjoittelun seurauksena on havaittu taloudellisuuden olevan esimerkiksi juoksussa harjoittelemattomia parempi (Bassett & Howley 2000). Lisäksi taloudellisuuteen toki vaikuttavat myös monet muut tekijät, kuten esimerkiksi ikä, askelpituus, biomekaaniset muuttujat ja harjoitustila (Keskinen ym. 2004, 51–124). Yksilöllinen vaihtelu voi olla suurta, ja tämä oli huomattavissa myös koehenkilöitä seurattaessa. Juoksutekniikan suhteen vaihtelu saattoi olla hyvinkin suurta. Kestävyys suorituskyky muuttujien osalta olisi mielenkiintoista tietää, millaiset olisivat tulokset toisen, yhtä pitkän harjoitusjakson jälkeen. Jos kestävyys harjoitusten intensiteetti olisi toteutetulla harjoittelujaksolla ollut suurempi, olisiko tuloksiin alkutesteihin nähden saatu suuremmat parannukset, ja ryhmien välille merkitseviä eroja?

Tuloksia tarkasteltaessa täytyy myös huomioida, että koehenkilöiden ruokavaliota ja lepoa ei kunnolla vakioitu. Harjoittelu oli osittain kontrolloitua, koehenkilöt suorittivat valvotusti kaksi harjoitusta viikosta. Lisäksi he lähettivät esimerkiksi sykedataa säännöllisesti muiden harjoitusten osalta. Harjoittelu, ravinto ja lepo ovat kuitenkin olennaiset osat kehityksen kannalta, joten vakiointi myös muiden muuttujien osalta olisi tietysti hyvä. Resurssien rajallisuus tulee kuitenkin usein tässä suhteessa vastaan. Yksilöllisyys on myös huomioitava

tuloksia tulkittaessa. Esimerkiksi aikaisemmalla harjoittelutaustalla on suuri vaikutus siihen, minkälaisia muutoksia harjoittelun seurauksena tapahtuu. Luotettavuutta pystytään aina tietysti parantamaan lisäämällä koehenkilöiden määrää, jolloin saadaan paljon kattavampi kuva esimerkiksi harjoittelun vaikutuksista, ja tuloksia pystytään paremmin kohdistamaan ja suhteuttamaan väestöön.

*Johtopäätökset ja tutkimustulosten hyödyt käytännön valmennukseen.* Tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että tutkimuksen kaltainen yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu parantaa voimatasoja ja lisää alaraajojen lihasten poikkipinta-aloja. Myös kestävyysuorituskyvyssä saatiin aikaan parannusta, joten voimaharjoittelu ei aiheuttanut interferenssiä kestävyysharjoittelun aikaansaamiin adaptaatioihin. Suunniteltaessa urheilijan harjoittelua, täytyy ottaa aina huomioon hänen tarpeensa ja kehityksen kohteet. Spesifisyys täytyy ottaa huomioon, sillä ne ominaisuudet kehittyvät, mitä harjoitellaan. Jotta voima- ja kestävyysominaisuudet saataisiin maksimoitua, tarvitaan lisää ymmärrystä ja tutkimustietoa tältä saralta vielä. Valmentajan lajiansalyttinen osaaminen korostuu tässä tilanteessa harjoittelua ohjelmoitaessa. Mitä korkeammalla tasolla urheilijan fyysiset ominaisuudet ovat, sitä suurempi ja voimakkaampi ärsyke tarvitaan horjuttamaan elimistön tasapainotilaa, jotta kehitystä tapahtuisi. Kilpaurheilija vaatisi harjoitusohjelman, joka olisi intensiteetiltään ja voilyymiltaan tämän tutkimuksen harjoitusohjelmaa suurempi. Tämän tutkimuksen tyyppistä harjoittelua voi kuitenkin selkeästi suositella kuntoilijoille, ja aktiivisille liikunnan harrastajille. Voimaharjoittelu lisää harjoitteluun esimerkiksi kestävyuden ohella monipuolisuutta, ja sen tuomat positiiviset vaikutukset hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyyn auttavat myös kestävyysuorituskyvyn parantamisessa.

## 8 LÄHTEET

- Aagaard, P. & Anderson, J. L. 2010. Effects Of Strength Training On Endurance Capacity In Top-Level Endurance Athletes. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports* 20, 39 – 47.
- Abe, T., Kumagai, K. & Brechue, W. F. 2000. Fascicle length of leg muscles is greater in sprinters than distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 32 (6), 1125-1129.
- Bassett, D. R.. & Howley E. T. 2000. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exer* 32, 70 – 84.
- Bell, G., Syrotuik, D., Socha, T., Maclean, I. & Quinney, H.A. 1997. Effect of strength training and concurrent strength and endurance training on strength, testosterone, and cortisol. *J Strength Cond Res* 11, 57–64.
- Bell, G.J., Syrotuik, D., Martin, T.P., Burnham, R. & Quinney, H.A. 2000. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *Eur J Appl Physiol* 81, 418–427.
- Chtara, M., Chaouacrn, A., Levin, G. T., Chaouachi, M., Chamari, K., Amri, M. & Laursen, P. B. 2008. Effect Of Concurrent Endurance And Circuit Resistance Training Sequence On Muscular Strength And Power Development. *Journal Of Strength & Conditioning Research* 22, 1037 – 1045.
- Enoka, R. M. 2008. *Neuromechanics of human movement*. Human Kinetics, Sheridan Books, USA, fourth edition, 349–403.
- Folland, J. P. & Williams, A.G. 2007. The Adaptations to Strength Training: Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength. *Sports Med* 37 (2), 145-168.
- Gabriel, D. A., Kamen, G. & Frost, G. 2006. Neural adaptations to resistive exercise mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med* 36(2), 133–149.

- Gravelle, B. & Blessing, D. 2000. Physiological Adaptation In Women Concurrently Training For Strength And Endurance. *Journal Of Strength & Conditioning Research* 14, 5–13.
- Hawley, J. A. 2002. Adaptations of skeletal muscle to prolonged intense endurance training. *Clin Exp Pharmacol P* 29, 218 – 222.
- Hawley, J. 2009. Molecular Responses To Strength And Endurance Training: Are They Incompatible? *Applied Physiology Of Nutritional Metabolism* 34, 355–361.
- Hendrickson, N., Sharp, M., Alemany, J., Walker, L., Harman, E., Spiering, B., Hatfield, D., Yamamoto, L., Maresh, C., Kraemer, W., Nindl, B. 2010. Combined resistance and endurance training improves physical capacity and performance on tactical occupational tasks. *Eur J Appl Physiol* 109, 1197–1208.
- Hoff, J., Gran, A. & Helgerud, J. 2002. Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scand Journal of Medicine & Science in Sports* 12,288–295.
- Häkkinen, K., Kraemer, W.J., Newton, R.U. & Alen, M. 2001. Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiol Scand* 171, 51–62.
- Häkkinen, K., Alen, M., Kraemer, W.J., Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Rusko, H., Mikkola, J., Häkkinen, A., Valkeinen, H., Kaarakainen, E., Romu, S., Erola, V., Ahtiainen, J. & Paavolainen, L. 2003. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *Eur J Appl Physiol* 89, 42–52.
- Izquierdo, M., Ibanez, J., Häkkinen, K., Kraemer, W.J., Larrion, J.L. & Gorostiaga, E.M. 2004. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Med Sci Sports Exerc* 36, 435–443.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., Ibanez, J., Kraemer, W.J. & Gorostiaga, E.M. 2005. Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength, power, muscle cross-sectional area, and endurance markers in middle-aged men. *Eur J Appl Physiol* 94, 70–75.

- Karavirta, L., Häkkinen A., Sillanpää E., García-Lopez, D., Kauhanen A., Haapasaari A., Alen M., Pakarinen A., Kraemer, W. J., Izquierdo, M., Gorostiaga, E. & Häkkinen K. 2011. Effects of combined endurance and strength training on muscle strength, power and hypertrophy in 40-67-year-old men. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 21, 402-411.
- Keskinen, K.L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.) 2004. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156. Tammer-Paino oy, Tampere, 51–124, 125–189.
- Kraemer, W. J. & Häkkinen, K. 2002. Strength training for sport. An IOC Medical Commission Publication, Iowa State University Press, Iowa, USA, 1-19.
- McArdle W.D., Katch F.I. & Katch V.L. 2010. Exercise Physiology: nutrition, energy and human performance. 7. painos. Lippincott Williams & Wilkins. Baltimore, ML, Yhdysvallat.
- Mccarthy, J. P., Agre, J.C., Graf, B. K., Pozniak, M. A., Vailas, A. C. 1995. Compatibility Of Adaptive Responses With Combining Strength And Endurance Training. *Medicine & Science In Sports & Exercise* 27, 429–436.
- Mccarthy, J. P., Pozniak, M. A. & Agre, J. C. 2002. Neuromuscular Adaptations To Concurrent Strength And Endurance Training. *Medicine & Science In Sports & Exercise* 34, 511 –519.
- Mero, A., Nummela, A., Leskinen K. L. & Häkkinen, K. (toim.) 2004. Urheiluvalmennus VK -Kustannus Oy, Gummeruksen Kirjapaino Oy, Jyväskylä, 37-72, 73-144.
- Mikkola., J. S., Rusko, H. K., Nummela, A. T., Paavolainen, L. M. & Häkkinen, K. 2007. Concurrent endurance and explosive type strength training increases activations and fast force production of leg extensor muscles in endurance athletes. *J Strength Cond Res* 21,613–620.
- Nelson, A.G., Arnall, D.A., Loy, S.F., Silvester, L.J. & Conlee, R.K. 1990. Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Phys Ther* 70, 287–294.

- Schoenfeld, B.J. 2010. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24 (10), 2857-2872
- Taipale, R. S., Mikkola, J., Nummela, A., Vesterinen, V., Capostagno, B., Walker, S., Gitonga, D., Kraemer, W.J. & Häkkinen, K. 2010 Strength training in endurance runners. *Int J Sports Med* 31, 468–476.
- Trappe, S., Harber, M., Creer, A., Gallagher, P., Slivka, D., Minchev, K. & Whitsett D. 2006. Single muscle fiber adaptations with marathon training. *J Appl Physiol* 101, 721–727.

## 9 LIITTEET

Ensimmäisen harjoitusjakson kestävyysharjoitusohjelma, viikot 1-4. Ikonen, Schumann, Häkkinen et al. 2011

### Kestävyysharjoitteluohjelma viikoilla 1-4

#### 1. Harjoitusten kuvaus

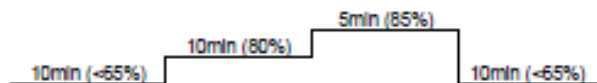
Ensimmäisen neljän viikon harjoitusohjelma pitää sisällään viisi (5) pakollista harjoitusta ja yhden vapaaehtoisen (1) harjoituksen viikossa. Pakolliset harjoitukset koostuvat kahdesta (2) kestävyyskuormituksesta voimaharjoitusta ennen ja kolmesta (3) omatoimisesta kestävyysharjoituksesta (Taulukko 1). Yksittäiset harjoitukset on kuvattu kappaleissa 1.1 - 1.3. Otsikossa on mainittu sykemittarista valittava harjoitusmoodi. Harjoitusviikkojen 1-4 aikana toteutettavat harjoitukset löytyvät kappaleesta 2.

Taulukko 1. Pakolliset kestävyysharjoitteet viikkojen 1-4 aikana. (Intervalliharjoituksessa tehdään lisäksi 40min verryttelyä ja palautuksia vetojen välillä).

| Harjoitusohjelma viikot 1-4                    | Viikot 1-4          |
|--|---------------------|
|  | Kesto/intensiteetti |
| Kestävyys+ voimaharjoituksen kestävyysosio x 2 | 35min/65-85%        |
| Pitkä lenkki                                   | 70-110min/60-65%    |
| 4 x 5min intervallit                           | 20min/80%           |
| Kevyt lenkki                                   | 35-40min/60-65%     |

Seuraavat harjoitukset suoritetaan aina juosten (1.1-1.3):

#### 1.1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio – 2x/vko (harjoitusmoodi K+V)



Kuvaus: Kestävyyskuormitus yhdistetyissä kestävyys + voimaharjoituksissa tehdään aina juosten. Kuormitus tehdään aina ennen voimaharjoitusta ja intensiteetti on yksilöllinen (% HR<sub>max</sub>). Kuormitus suoritetaan aina samalla reitillä Hippoksen alueen ympäri (1.75km). Pidä huoli, että olet 35min kohdalla Vitecan ala-sulan ovella (oikaise tai juokse edestakaisin tarvittaessa):

Kesto: 35 min.

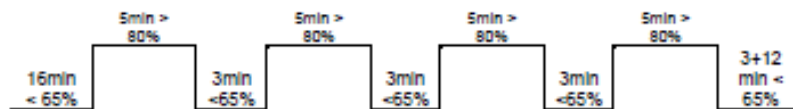
Intensiteetti: Nouseva + loppuverryttely. Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla: sykkeen tulee nousta yllä olevan kuvan mukaisesti ensimmäiset 25min ja viimeinen 10min juostaan samalla sykkeellä kuin ensimmäinen 10min.

HUOM! Viikoilla 1 ja 4 toinen kestävyyskuormituksesta tehdään Hipposhallissa. Silloin käytetään protokollana 6 x 1000m tasotestiä, ja siinä intensiteetti nousee 60% HR<sub>max</sub> - ~100% HR<sub>max</sub>.



Ensimmäisen harjoitusjakson kestävyysharjoitusohjelma, viikot 1-4. Ikonen, Schumann, Häkkinen et al. 2011

### 1.2. Intervalliharjoitus juosten 4 x 5min/3min – 1x/vko (harjoitusmoodi Interval1)



**Kuvaus:** Intervalliharjoitus tehdään aina juosten ja samalla reitillä, mikäli mahdollista. Vetoja tehdään 4 x 5min. Juoksu/hölkä/kävelypalautus 3min. Viikolla 4 intervalliharjoitusta ei tehdä!

**Kesto:** 60 min (20min intervallit, 40min verryttely/palautukset (veryytely yht. 31min ja palautukset yht. 9min).

**Intensiteetti:** Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla;  $HR_{avg}$  pitää olla 80%  $HR_{max}$  intervalleissa ja alle 65%  $HR_{max}$  verryttelyissä/palautuksissa. **HUOM!** Jokaisessa vedossa syke nousee asteittain ensimmäisen 2min. Tavoitteena oleva syketaso saavutetaan näin vasta 2min kohdalla! **HUOM!!** Palautuksissa vauhtia hiljennetään **JYRKÄSTI** (tarvittaessa kävelen), niin että syke on 65%  $HR_{max}$  kun seuraava veto alkaa!

### 1.3. Kevyt lenkki juosten – 1x/vko (Easy End)

35-40min (60-65%)

**Kuvaus:** Kevyt lenkki aina juosten.

**Kesto:** 35-40 min.

**Intensiteetti:** Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla;  $HR_{avg}$  pitää olla 60-65% of  $HR_{max}$ . Älä ylitä 65% tasoa.

Seuraavat harjoitteet voi tehdä joko juosten, pyöräillen tai hiihtäen (1.4 - 1.5).

### 1.4. Pitkä lenkki – 1x/vko (LongEnd1 tai LongEnd2, kts. ohjelapusta!)

70-110min (60-65%)

**Kuvaus:** Pitkä lenkki tehdään joko juosten, pyöräillen tai hiihtäen. Kuormitus tehdään mahdollisimman tasaisella reitillä, jotta syke ei nouse mäkien vaikutuksesta liikaa. Mikäli tasainen reitti ei ole mahdollinen, pitää sykettä seurailta tarkasti! Tällöin kävely ja muu vauhdin hidastaminen on tarpeellista.

**Kesto:** 70-110 min (juoksu ja vapaan hiihto) ja 80-120min (pyöräily ja perinteisen hiihto). Kesto lisääntyy seuraavasti:

- Juoksu ja vapaan hiihto:
- vko 1: 90min, vko 2: 95min, vko 3: 100min ja vko 4: 70min
- Perinteisen hiihto ja pyöräily:
- vko 1: 100min, vko 2: 105min, vko 3: 110min ja vko 4: 80min

**Intensiteetti:** Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla;  $HR_{avg}$  pitää olla 60-65%  $HR_{max}$ . Älä ylitä 65% tasoa. Kun harjoitus tehdään pyöräillen tai perinteistä hiihtäen, syke tulee olla 60%  $HR_{max}$  tai alempi.

Ensimmäisen harjoitusjakoon kestävyysharjoitusohjelma, viikot 1-4. Ikonen, Schumann, Häkkinen et al. 2011

### 1.5. Lenkkeily "huvin vuoksi" – 1x/vko (FunEnd) 35-40min (70-75%)

**Kuvaus:** Lenkki tehdään joko juosten, pyöräillen tai hiihtäen. Kuormitus voidaan tehdä tasaisella että mäkisellä reitillä. Sykkeen ei tarvitse siis olla täysin tasainen (mikäli reitti on mäkinen), mutta harjoitus on kevyt (kts. intensiteetti).

**Kesto:** 35-40 min.

**Intensiteetti:** Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla;  $HR_{avg}$  pitää olla 70-75%  $HR_{max}$ . Älä ylitä 75% tasoa, mutta muuten syke tulisi olla yli 65%  $HR_{max}$  koko kuormituksen ajan. Kun harjoitus tehdään pyöräillen, syke tulee olla 70%  $HR_{max}$  tai alempi.

## 2. Harjoitukset viikoilla 1-4

Harjoittelun rytmitykseen on ohjeena vain se, että kevyt lenkki ja lepopäivä tulee sijoittaa ennen yhdistettyjä harjoituspäiviä! Muuten harjoittelun voi rytmittää oman viikko-ohjelman mukaan.

### Viikko 1:

- 1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 35min
- 2. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 35min
- Intervalliharjoitus juosten 5 x 5min/3min + palautukset/verryttelyt 40min
- Kevyt lenkki juosten 35-40min
- Pitkä lenkki 90min (juoksu) – 100min (pyöräily/hiihto)
- Lenkkeily "huvin vuoksi" 35-40min

### Viikko 2:

- 1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 35min
- 2. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 35min
- Intervalliharjoitus juosten 5 x 5min/3min + palautukset/verryttelyt 40min
- Kevyt lenkki juosten 35-40min
- Pitkä lenkki 95min (juoksu) – 105min (pyöräily/hiihto)
- Lenkkeily "huvin vuoksi" 35-40min

### Viikko 3:

- 1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 35min
- 2. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 35min
- Intervalliharjoitus juosten 5 x 5min/3min + palautukset/verryttelyt 40min
- Kevyt lenkki juosten 35-40min
- Pitkä lenkki 100min (juoksu) – 110min (pyöräily/hiihto)
- Lenkkeily "huvin vuoksi" 35-40min

### Viikko 4 (palautusviikko, lyhyt pitkä lenkki ja EI intervalliharjoitusta):

- 1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 35min
- 2. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 35min
- Kevyt lenkki juosten 35-40min
- Pitkä lenkki 70min (juoksu) – 80min (pyöräily/hiihto)
- Lenkkeily "huvin vuoksi" 35-40min

Ensimmäisen harjoitusjakson kestävyysharjoitusohjelma, viikot 5-8. Ikonen, Schumann, Häkkinen et al. 2011

## Kestävyysharjoitteluohjelma viikoilla 5-8

### 1. Harjoitusten kuvaus

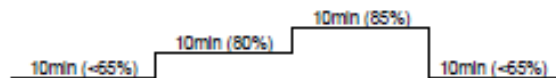
Toinen neljän viikon harjoitusohjelma pitää sisällään viisi (5) pakollista harjoitusta ja yhden vapaaehtoisen (1) harjoituksen viikossa. Pakolliset harjoitukset koostuvat kahdesta (2) kestävyys-kuormituksesta voimaharjoitteita ennen ja kolmesta (3) omatoimisesta kestävyysharjoitteesta (Taulukko 1). Yksittäiset harjoitukset on kuvattu kappaleissa 1.1 - 1.3. Otsikossa on mainittu sykemittarista valittava harjoitusmoodi. Harjoitusviikkojen 5-8 aikana toteutettavat harjoitukset löytyvät kappaleesta 2.

Taulukko 1. Pakolliset kestävyysharjoitteet viikkojen 5-8 aikana. (Intervalliharjoituksessa tehdään lisäksi 40min verryttelyä ja palautuksia vetojen välillä).

| Harjoitusohjelma viikot 5-8                    | Viikot 5-8          |
|--|---------------------|
|  | Kesto/intensiteetti |
| Kestävyys+ voimaharjoituksen kestävyysosio x 2 | 40min/65-85%        |
| Pitkä lenkki                                   | 75-115min/60-65%    |
| 4 x 5min intervallit                           | 20min/85%           |
| Kevyt lenkki                                   | 35-40min/60-65%     |

Seuraavat harjoitukset suoritetaan aina juosten (1.1-1.3):

#### 1.1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio – 2x/vko (harjoitusmoodi K+V)



Kuvaus: Kestävyyskuormitus yhdistetyissä kestävyys + voimaharjoituksissa tehdään aina juosten. Kuormitus tehdään aina ennen voimaharjoitusta ja intensiteetti on yksilöllinen (% HR<sub>max</sub>). Kuormitus suoritetaan aina samalla reitillä Hippoksen alueen ympäri (1,75km). Pidä huoli, että olet 40min kohdalla Vitecan ala-aulan ovelta (oikaise tai juokse edestakaisin tarvittaessa)!

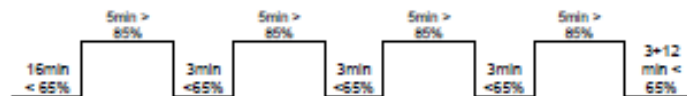
Kesto: 40 min.

Intensiteetti: Nouseva + loppuverryttely. Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla: sykkeen tulee nousta yllä olevan kuvan mukaisesti ensimmäiset 30min ja viimeinen 10min juostaan samalla sykkeellä kuin ensimmäinen 10min.

HUOM! Viikolla 8 toinen kestävyyskuormituksesta tehdään Hipposhallissa. Silloin käytetään protokollana 6 x 1000m tasotestiä, ja siinä intensiteetti nousee 60%HR<sub>max</sub> - ~100%HR<sub>max</sub>.

Ensimmäisen harjoitusjakson kestävyysharjoitusohjelma, viikot 5-8. Ikonen, Schumann, Häkkinen et al. 2011

### 1.2. Intervalliharjoitus juosten 4 x 5min/3min – 1x/vko (harjoitusmoodi Interval1)



Kuvaus: Intervalliharjoitus tehdään aina juosten ja samalla reitillä, mikäli mahdollista. Vetoja tehdään 4 x 5min. Juoksu/hölkä/kävelypalautus 3min. Viikolla 8 intervalliharjoitusta ei tehdä!

Kesto: 60 min (20min intervallit, 40min verryttely/palautukset (veryyttely yht. 31min ja palautukset yht. 9min).

Intensiteetti: Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla;  $HR_{avg}$  pitää olla  $85\%HR_{max}$  intervaleissa ja alle  $65\%HR_{max}$  verryttelyissä/palautuksissa. HUOM! Jokaisessa vedossa syke nousee asteittain ensimmäisen 2min. Tavoitteena oleva syketaso saavutetaan näin vasta 2min kohdalla! HUOM!! Palautuksissa vauhtia hidennetään JYRKÄSTI (tarvittaessa kävelen), niin että syke on  $65\%HR_{max}$  kun seuraava veto alkaa!

### 1.3. Kevyt lenkki juosten – 1x/vko (Easy End)

35-40min (60-65%)

Kuvaus: Kevyt lenkki aina juosten.

Kesto: 35-40 min.

Intensiteetti: Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla;  $HR_{avg}$  pitää olla  $60-65\%HR_{max}$ . Älä ylitä 65% tasoa.

Seuraavat harjoitteet voi tehdä joko juosten, pyöräillen tai hiihtäen (1.4 - 1.5).

### 1.4. Pitkä lenkki – 1x/vko (LongEnd1 tai LongEnd2, kts. ohjelapusta!)

75-115min (60-65%)

Kuvaus: Pitkä lenkki tehdään joko juosten, pyöräillen tai hiihtäen. Kuormitus tehdään mahdollisimman tasaisella reitillä, jotta syke ei nouse mäkien vaikutuksesta liikaa. Mikäli tasainen reitti ei ole mahdollinen, pitää sykettä seurata tarkasti! Tällöin kävely ja muu vauhdin hidastaminen on tarpeellista.

Kesto: 75-105 min (juoksu ja vapaan hiihto) ja 85-115min (pyöräily ja perinteisen hiihto). Kesto lisääntyy seuraavasti:

- Juoksu ja vapaan hiihto:
  - vko 5: 95min, vko 6: 100min, vko 7: 105min ja vko 8: 75min
- Perinteisen hiihto ja pyöräily:
  - vko 5: 105min, vko 6: 110min, vko 7: 115min ja vko 8: 85min

Intensiteetti: Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla;  $HR_{avg}$  pitää olla  $60-65\%HR_{max}$ . Älä ylitä 65% tasoa. Kun harjoitus tehdään pyöräillen tai perinteistä hiihtäen, syke tulee olla  $60\%HR_{max}$  tai alempi.

Ensimmäisen harjoitusjakson kestävyysharjoitusohjelma, viikot 5-8. Ikonen, Schumann, Häkkinen et al. 2011

### 1.5. Lenkkeily "huvin vuoksi" – 1x/vko (FunEnd) 35-40min (70-75%)

**Kuvaus:** Lenkki tehdään joko juosten, pyöräillen tai hiihtäen. Kuormitus voidaan tehdä sekä tasaisella että mäkisellä reitillä. Sykkeen ei tarvitse siis olla täysin tasainen (mikäli reitti on mäkinen), mutta harjoitus on kevyt (kts. intensiteetti).

**Kesto:** 35-40 min.

**Intensiteetti:** Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla;  $HR_{avg}$  pitää olla 70-75% $HR_{max}$ . Älä ylitä 75% tasoa, mutta muuten syke tulisi olla yli 65% $HR_{max}$  koko kuormituksen ajan. Kun harjoitus tehdään pyöräillen, syke tulee olla 70% $HR_{max}$  tai alempi.

## 2. Harjoitukset viikoilla 5-8

Harjoittelun rytmitykseen on ohjeena vain se, että ennen yhdistetyn harjoituksen päiviä tehdään joko kevyt lenkki tai pidetään lepopäivä! Ei intervalliharjoitusta ja pitkää lenkkiä ei saa tehdä ennen yhdistettyjä harjoituksia. Muuten harjoittelun voi rytmittää oman viikko-ohjelman mukaan.

### Viikko 5:

- 1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 40min
- 2. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 40min
- Intervalliharjoitus juosten 4 x 3min/3min + palautukset/verryttelyt 40min
- Kevyt lenkki juosten 35-40min
- Pitkä lenkki 95min (juoksu) – 105min (pyöräily/hiihto)
- Lenkkeily "huvin vuoksi" 35-40min

### Viikko 6:

- 1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 40min
- 2. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 40min
- Intervalliharjoitus juosten 4 x 3min/3min + palautukset/verryttelyt 40min
- Kevyt lenkki juosten 35-40min
- Pitkä lenkki 100min (juoksu) – 110min (pyöräily/hiihto)
- Lenkkeily "huvin vuoksi" 35-40min

### Viikko 7:

- 1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 40min
- 2. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 40min
- Intervalliharjoitus juosten 4 x 3min/3min + palautukset/verryttelyt 40min
- Kevyt lenkki juosten 35-40min
- Pitkä lenkki 105min (juoksu) – 115min (pyöräily/hiihto)
- Lenkkeily "huvin vuoksi" 35-40min

### Viikko 8 (palautusviikko, lyhyt pitkä lenkki ja Ei intervalliharjoitusta):

- 1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 40min
- 2. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 40min
- Kevyt lenkki juosten 35-40min
- Pitkä lenkki 75min (juoksu) – 85min (pyöräily/hiihto)
- Lenkkeily "huvin vuoksi" 35-40min

Ensimmäisen harjoitusjakson kestävyysharjoitusohjelma, viikot 9-12. Ikonen, Schumann, Häkkinen et al. 2011

## Kestävyysharjoitteluohjelma viikoilla 9-12

### 1. Harjoitusten kuvaus

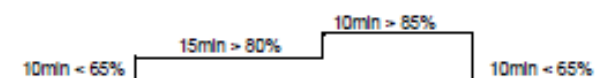
Kolmas neljän viikon harjoitusohjelma pitää sisällään viisi (5) pakollista harjoitusta ja yhden vapaaehtoisen (1) harjoituksen viikossa. Pakolliset harjoitukset koostuvat kahdesta (2) kestävyys-kuormituksesta voimaharjoitteita ennen ja kolmesta (3) amatoimisesta kestävyysharjoitteesta (Taulukko 1). Yksittäiset harjoitukset on kuvattu kappaleissa 1.1 - 1.3. Otsikossa on mainittu sykemittarista valittava harjoitusmoodi. Harjoitusviikkojen 5-8 aikana toteutettavat harjoitukset löytyvät kappaleesta 2.

Taulukko 1. Pakolliset kestävyysharjoitteet viikkojen 5-8 aikana. (Intervalliharjoituksessa tehdään lisäksi 40min verryttelyä ja palautuksia vetojen välillä).

| Harjoitusohjelma viikot 9-12                   | Viikot 9-12         |
|--|---------------------|
|  | Kesto/intensiteetti |
| Kestävyys+ voimaharjoituksen kestävyysosio x 2 | 45min/65-85%        |
| Pitkä lenkki                                   | 80-120min/60-65%    |
| 5 x 5min intervallit                           | 25min/85%           |
| Kevyt lenkki                                   | 35-40min/60-65%     |

Seuraavat harjoitukset suoritetaan aina juosten (1.1-1.3):

#### 1.1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio – 2x/vko (harjoitusmoodi K+V)



Kuvaus: Kestävyyskuormitus yhdistetyissä kestävyys + voimaharjoituksissa tehdään aina juosten.

Kuormitus tehdään aina ennen voimaharjoitusta ja intensiteetti on yksilöllinen (% HR<sub>max</sub>). Kuormitus suoritetaan aina samalla reitillä Hippoksen alueen ympäri (1.75km). Pidä huoli, että olet 45min kohdalla Vitecan ala-sulan ovella (oikease tai juokse edestekaisin tarvittaessa)!

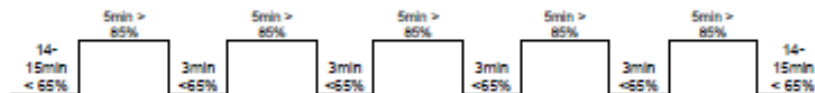
Kesto: 45 min.

Intensiteetti: Nouseva + loppuverryttely. Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla: sykkeen tulee nousta yllä olevan kuvan mukaisesti ensimmäiset 35min ja viimeinen 10min juostaan samalla sykkeellä kuin ensimmäinen 10min.

**HUOM!** Viikolla 12 toinen kestävyyskuormituksesta tehdään Hippohallissa. Silloin käytetään protokollana 6 x 1000m tasoteestiä, ja siinä intensiteetti nousee 60%HR<sub>max</sub> - ~100%HR<sub>max</sub>.

Ensimmäisen harjoitusjakson kestävyysharjoitusohjelma, viikot 9-12. Ikonen, Schumann, Hökinen et al. 2011

### 1.2. Intervalliharjoitus juosten 5 x 5min/3min – 1x/vko (harjoitusmoodi Interval1)



**Kuvaus:** Intervalliharjoitus tehdään aina juosten ja samalla reitillä, mikäli mahdollista. Vetoja tehdään täällä jaksolla yksi lisää eli 5 x 5min. Hökkä/kävely/palautus 3min. Viikolla 12 intervalliharjoitusta ei tehdä!  
**Kesto:** 69 min (25min intervallit, 43min verryttely/palautukset (veryyttely yht. 31min ja palautukset yht. 12min)).

**Intensiteetti:** Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla;  $HR_{avg}$  pitää olla  $85\%HR_{max}$  intervalleissa ja alle  $65\%HR_{max}$  verryttelyissä/palautuksissa. **HUOM!** Jokaisessa vedossa syke nousee asteittain ensimmäisen 2min. Tavoitteena oleva syketaso saavutetaan näin vasta 2min kohdalla! **HUOM!!** Palautuksissa vauhtia hidennetään JYRKÄSTI (tarvittaessa kävelen), niin että syke on  $65\%HR_{max}$  kun seuraava veto alkaa!

### 1.3. Kevyt lenkki juosten – 1x/vko (Easy End)

35-40min (60-65%)

**Kuvaus:** Kevyt lenkki aina juosten.

**Kesto:** 35-40 min.

**Intensiteetti:** Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla;  $HR_{avg}$  pitää olla  $60-65\%HR_{max}$ . Älä ylitä  $65\%$  tasoa.

Seuraavat harjoitteet voi tehdä joko juosten, pyöräillen tai hiihtäen (1.4 - 1.5).

### 1.4. Pitkä lenkki – 1x/vko (LongEnd1 tai LongEnd2, kts. ohjelapusta!)

80-120min (60-65%)

**Kuvaus:** Pitkä lenkki tehdään joko juosten, pyöräillen tai hiihtäen. Kuormitus tehdään mahdollisimman tasaisella reitillä, jotta syke ei nouse mäkien vaikutuksesta liikaa. Mikäli tasainen reitti ei ole mahdollinen, pitää sykettä seurata tarkasti! Tällöin kävely ja muu vauhdin hidastaminen on tarpeellista.

**Kesto:** 80-110 min (juoksu ja vapaan hiihto) ja 90-120min (pyöräily ja perinteisen hiihto). Kesto lisääntyy seuraavasti:

- Juoksu ja vapaan hiihto:
  - vko 9: 100min, vko 10: 105min, vko 11: 110min ja vko 12: 80min
- Perinteisen hiihto ja pyöräily:
  - vko 9: 110min, vko 10: 115min, vko 11: 120min ja vko 12: 90min

**Intensiteetti:** Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla;  $HR_{avg}$  pitää olla  $60-65\%HR_{max}$ . Älä ylitä  $65\%$  tasoa. Kun harjoitus tehdään pyöräillen tai perinteistä hiihtäen, syke tulee olla  $60\%HR_{max}$  tai alempi.

Eroimmisen harjoitusjakson kestävyysharjoitusohjelma, viikot 9-12. Ikonen, Schumann, Häkkinen et al. 2011

### 1.5. Lenkkeily "huvin vuoksi" – 1x/vko (FunEnd) 35-40min (70-75%)

Kuvaus: Lenkki tehdään joko juosten, pyöräillen tai hiihtäen. Kuormitus voidaan tehdä sekä tasaisella että mäkisellä reitillä. Sykkeen ei tarvitse siis olla täysin tasainen (mikäli reitti on mäkinen), mutta harjoitus on kevyt (kts. intensiteetti).

Kesto: 35-40 min.

Intensiteetti: Intensiteettiä kontrolloidaan sykemittarilla;  $HR_{avg}$  pitää olla 70-75% $HR_{max}$ . Älä ylitä 75% tasoa, mutta muuten syke tulisi olla yli 65% $HR_{max}$  koko kuormituksen ajan. Kun harjoitus tehdään pyöräillen, syke tulee olla 70% $HR_{max}$  tai alempi.

## 2. Harjoitukset viikoilla 9-12

Harjoittelun rytmitykseen on ohjeena vain se, että ennen yhdistetyn harjoituksen päiviä tehdään joko kevyt lenkki tai pidetään lepopäivä! Eli intervalliharjoitusta ja pitkää lenkkiä ei saa tehdä ennen yhdistettyjä harjoituksia. Muuten harjoittelun voi rytmittää oman viikko-ohjelman mukaan.

### Viikko 9:

- 1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 45min
- 2. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 45min
- Intervalliharjoitus juosten 5 x 5min/3min + palautukset/veryyttelyt 43min
- Kevyt lenkki juosten 35-40min
- Pitkä lenkki 100min (juoksu) – 110min (pyöräily/hiihto)
- Lenkkeily "huvin vuoksi" 35-40min

### Viikko 10:

- 1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 45min
- 2. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 45min
- Intervalliharjoitus juosten 5 x 5min/3min + palautukset/veryyttelyt 43min
- Kevyt lenkki juosten 35-40min
- Pitkä lenkki 105min (juoksu) – 115min (pyöräily/hiihto)
- Lenkkeily "huvin vuoksi" 35-40min

### Viikko 11:

- 1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 45min
- 2. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 45min
- Intervalliharjoitus juosten 5 x 5min/3min + palautukset/veryyttelyt 43min
- Kevyt lenkki juosten 35-40min
- Pitkä lenkki 110min (juoksu) – 120min (pyöräily/hiihto)
- Lenkkeily "huvin vuoksi" 35-40min

### Viikko 12 (palautusviikko; lyhyt pitkä lenkki ja Ei intervalliharjoitusta):

- 1. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 45min
- 2. Kestävyys + voimaharjoituksen kestävyysosio 45min
- Kevyt lenkki juosten 35-40min
- Pitkä lenkki 80min (juoksu) – 90min (pyöräily/hiihto)
- Lenkkeily "huvin vuoksi" 35-40min



Ikonen ym. 2011 voimaharjoitteluohjelma (esimerkkiohjelma + johon merkittynä yhden koehenkilön kuormat ja toistomäärät). 1. jakson kestovoima 4vk.

### Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoituksen voimaharjoitteet:

Ensimmäisellä neljällä viikolla kehitetään kestovoimaa ja luodaan valmiuksia painoilla tapahtuvaa harjoittelua varten. Laitteissa tehtävissä liikkeissä käytetään luonnollisesti lisäpainoja, mutta ne ovat hyvin kevyitä. Kaikissa harjoitteissa suoritustahhti on rauhallinen ja palaus on sekä sarjojen sekä liikkeiden välissä 1-2 min.

#### 1. Jalkaprässi:

| Harjoitusohjelma, ensimmäinen jakso (4vk) |  | Toteutunut harjoittelu, ensimmäinen jakso (4vk): |       |         |                |
|---|--|--|-------|---------|----------------|
| Harj                                      | Toistot ja kuormat harjoituksittain            | Harj   | PVM   | TOISTOT | KUORMAT        |
| 1.1                                       | 20x (-40%) 20x (-40%)<br>20x (-50%)            | 1.1  | 28.11 | 20 20   | 100, 100, 100  |
| 1.2                                       | 20x (-40%) 20x (-40%)<br>20x (-50%)            | 1.2  | 1.12  | 20 20   | 60 100 110 120 |
| 1.3                                       | 25x (-40%) 25x (-40%)<br>20x (-50%)            | 1.3  | 5.12  | 25 25   | 120 100        |
| 1.4                                       | 25x (-40%) 25x (-40%)<br>20x (-50%)            | 1.4  | 8.12  | 25 20   | 25 100 110 100 |
| 1.5                                       | 25x (-45%) 25x (-45%)<br>20x (-50%)            | 1.5  | 12.12 | 25 25   | 110 100        |
| 1.6                                       | 25x (-40%) 25x (-40%) 25x (-40%)<br>20x (-50%) | 1.6  | 15.12 | 25 25   | 25 100 100 100 |
| 1.7                                       | 20x (-40%) 20x (-40%)<br>20x (-50%)            | 1.7  | 18.12 | 20 20   | 100 110        |
| 1.8                                       | 20x (-40%) 20x (-40%)<br>20x (-50%)            | 1.8  | 22.12 | 20 20   | 100 110        |

#### 2. Penkille nousu (nousut yhteensä molemmille jaloille!):

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituksittain | Harj | PVM   | TOISTOT  | KUORMAT |
|------|-------------------------------------|------|-------|----------|---------|
| 1.1  | 20x (BW) 20x (BW)                   | 1.1  | 28.11 | 20 20    |         |
| 1.2  | 20x (BW) 20x (BW)                   | 1.2  | 1.12  | 20 20    |         |
| 1.3  | 30x (BW) 30x (BW)                   | 1.3  | 5.12  | 30 30    |         |
| 1.4  | 30x (BW) 30x (BW) 30x (BW)          | 1.4  | 8.12  | 30 30 30 |         |
| 1.5  | 30x (BW) 30x (BW)                   | 1.5  | 12.12 | 30 30    |         |
| 1.6  | 30x (BW) 30x (BW)                   | 1.6  | 15.12 | 30 30    |         |
| 1.7  | 30x (BW) 30x (BW)                   | 1.7  | 18.12 | 30 30    |         |
| 1.8  | 20x (BW) 20x (BW)                   | 1.8  | 22.12 | 20 20    |         |

Ikonen ym. 2011 voimaharjoitteluojelma

1. jakson ohjelma, kestovoima 4vk

## 3. Reisihauis:

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituksittain | Harj | PVM   | TOISTOT  | CUORMAT  |
|------|-------------------------------------|------|-------|----------|----------|
| 1.1  | 20x (-40%) 20x (-40%)               | 1.1  | 28.11 | 20 20    | 30 30    |
|      | 20x (-50%)                          |      |       |          |          |
| 1.2  | 20x (-40%) 20x (-40%)               | 1.2  | 1.12  | 20 20 20 | 30 40 30 |
|      | 20x (-50%)                          |      |       |          |          |
| 1.3  | 25x (-40%) 25x (-40%)               | 1.3  | 5.12  | 25 25    | 30 30    |
|      | 20x (-50%)                          |      |       |          |          |
| 1.4  | 25x (-40%) 25x (-40%)               | 1.4  | 8.12  | 25 20 25 | 30 40 30 |
|      | 20x (-50%)                          |      |       |          |          |
| 1.5  | 25x (-45%) 25x (-45%)               | 1.5  | 12.12 | 25 25    | 35 35    |
|      | 20x (-50%)                          |      |       |          |          |
| 1.6  | 25x (-40%) 25x (-40%) 25x (-40%)    | 1.6  | 15.12 | 25 25 25 | 30 30 30 |
|      | 20x (-50%)                          |      |       |          |          |
| 1.7  | 20x (-40%) 20x (-50%)               | 1.7  | 18.12 | 20 20    | 30 40    |
|      | 20x (-40%)                          |      |       |          |          |
| 1.8  | 20x (-40%) 20x (-50%)               | 1.8  | 22.12 | 20 20    | 30 40    |
|      | 20x (-40%)                          |      |       |          |          |

## 4. Varpalle nousu:

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituksittain | Harj | PVM   | TOISTOT | CUORMAT |
|------|-------------------------------------|------|-------|---------|---------|
| 1.1  | 20x (BW) 20x (BW)                   | 1.1  | 28.11 | 20 20   |         |
| 1.2  | 20x (BW) 20x (BW)                   | 1.2  | 1.12  | 20 20   |         |
| 1.3  | 25x (BW) 25x (BW)                   | 1.3  | 5.12  | 25 25   |         |
| 1.4  | 25x (BW) 25x (BW)                   | 1.4  | 8.12  | 25 25   |         |
| 1.5  | 30x (BW) 20x (20kg)                 | 1.5  | 12.12 | 30 20   | 20      |
| 1.6  | 30x (BW) 20x (20kg)                 | 1.6  | 15.12 | 30 20   | 20      |
| 1.7  | 20x (BW) 15x (20kg)                 | 1.7  | 18.12 | 20 15   | 20      |
| 1.8  | 20x (BW) 20x (BW)                   | 1.8  | 22.12 | 20 20   |         |

Ikonen ym. 2011 voimaharjoitteluojelma

1. jakson ohjelma, kestovoima 4vk

## 5. Vatsarutistukset:

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituksittain | Harj | PVM   | TOISTOT  | KUORMAT |
|------|-------------------------------------|------|-------|----------|---------|
| 1.1  | 15x (BW) 15x (BW)                   | 1.1  | 28.11 | 15 15    |         |
| 1.2  | 20x (BW) 20x (BW)                   | 1.2  | 1.12  | 20 20    |         |
| 1.3  | 25x (BW) 25x (BW)                   | 1.3  | 5.12  | 25 25    |         |
| 1.4  | 20x (BW) 20x (BW) 20x (BW)          | 1.4  | 8.12  | 20 20 20 |         |
| 1.5  | 20x (BW) 20x (BW) 20x (BW)          | 1.5  | 12.12 | 20 20 20 |         |
| 1.6  | 25x (BW) 25x (BW) 25x (BW)          | 1.6  | 15.12 | 25 25 25 |         |
| 1.7  | 20x (BW) 20x (BW)                   | 1.7  | 18.12 | 20 20    |         |
| 1.8  | 15x (BW) 15x (BW)                   | 1.8  | 22.12 | 15 15    |         |

## 6. Selänojenus:

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituksittain | Harj | PVM   | TOISTOT  | KUORMAT |
|------|-------------------------------------|------|-------|----------|---------|
| 1.1  | 15x (BW) 15x (BW)                   | 1.1  | 28.11 | 15 15    |         |
| 1.2  | 20x (BW) 20x (BW)                   | 1.2  | 1.12  | 20 20    |         |
| 1.3  | 25x (BW) 25x (BW)                   | 1.3  | 5.12  | 25 25    |         |
| 1.4  | 20x (BW) 20x (BW) 20x (BW)          | 1.4  | 8.12  | 20 20 20 |         |
| 1.5  | 20x (BW) 20x (BW) 20x (BW)          | 1.5  | 12.12 | 20 20 20 |         |
| 1.6  | 25x (BW) 25x (BW) 25x (BW)          | 1.6  | 15.12 | 25 25 25 |         |
| 1.7  | 20x (BW) 20x (BW)                   | 1.7  | 18.12 | 20 20    |         |
| 1.8  | 15x (BW) 15x (BW)                   | 1.8  | 22.12 | 15 15    |         |

Ikonen ym. 2011 voimaharjoitteluluohjelma

1. jakson ohjelma, kestovoima 4vk

## 7. Jännehyppy/kyykkyhyppy (esim. 1.1J jännehyppy, 1.6K kyykkyhyppy):

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituskäittain |          |          | Harj | PVM   | TOISTOT |    |    | KUORMAT |  |  |
|------|--------------------------------------|----------|----------|------|-------|---------|----|----|---------|--|--|
| 1.1J | 10x (BW)                             | 10x (BW) |          | 1.1  | 28.11 | 10      | 10 |    |         |  |  |
| 1.2J | 10x (BW)                             | 10x (BW) |          | 1.2  | 1.12  | 10      | 10 |    |         |  |  |
| 1.3J | 10x (BW)                             | 10x (BW) |          | 1.3  | 5.12  | 10      | 10 |    |         |  |  |
| 1.4J | 10x (BW)                             | 10x (BW) | 10x (BW) | 1.4  | 8.12  | 10      | 10 | 10 |         |  |  |
| 1.5J | 15x (BW)                             | 15x (BW) |          | 1.5  | 12.12 | 15      | 15 |    |         |  |  |
| 1.6K | 10x (BW)                             | 10x (BW) | 10x (BW) | 1.6  | 15.12 | 10      | 10 | 10 |         |  |  |
| 1.7J | 15x (BW)                             | 15x (BW) |          | 1.7  | 18.12 | 15      | 15 |    |         |  |  |
| 1.8K | 15x (BW)                             | 15x (BW) |          | 1.8  | 22.12 | 15      | 15 |    |         |  |  |

## 8. Hais- ja ojentajaliikkeet (esim. 1.1O ojentajat, 1.2H haisliike):

- molemmille käsille 20 toistoa!

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituskäittain |            |  | Harj | PVM   | TOISTOT |    |  | KUORMAT |     |  |
|------|--------------------------------------|------------|--|------|-------|---------|----|--|---------|-----|--|
| 1.1O | 20x (~40%)                           | 20x (~40%) |  | 1.1  | 28.11 | 20      | 20 |  | 4kg     | 4kg |  |
| 1.2H | 20x (~40%)                           | 20x (~40%) |  | 1.2  | 1.12  | 20      | 20 |  | 5kg     | 5   |  |
| 1.3O | 25x (~40%)                           | 25x (~40%) |  | 1.3  | 5.12  | 25      | 25 |  | 6       | 6   |  |
| 1.4H | 25x (~40%)                           | 25x (~40%) |  | 1.4  | 8.12  | 25      | 25 |  | 7       | 7   |  |
| 1.5O | 25x (~45%)                           | 25x (~45%) |  | 1.5  | 12.12 | 25      | 25 |  | 7       | 7   |  |
| 1.6H | 25x (~45%)                           | 25x (~45%) |  | 1.6  | 15.12 | 25      | 25 |  | 8       | 8   |  |
| 1.7O | 20x (~40%)                           | 20x (~50%) |  | 1.7  | 18.12 | 20      | 20 |  | 6       | 8   |  |
| 1.8H | 20x (~40%)                           | 20x (~50%) |  | 1.8  | 22.12 | 20      | 20 |  | 7       | 9.5 |  |

### Yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoituksen voimaharjoitteet:

Toisella jaksolla (neljä viikkoa, viikot 5-8) voimaharjoittelu on sekä hypertrofista että räjähtävän voiman harjoittelua. Tärkeää ohjeita harjoitusten toteuttamisen suhteen:

- Tästä eteenpäin jalkaprässi ja reisihauls tehdään **AINA** omalla "pikkusalillamme"
- Harjoitus tulee **AINA ALOITTA**A joko liikkeestä **1, 2 tai 3!** Vuorotellen toisien kanssa onnistuu kyllä.
- **Suoritusjärjestys:** paras tapa on tehdä vuorotellen jalkaliikkeitä ja vartaloliikkeitä. Jalkaliikkeet (1, 2, 3 ja 6) ja muun kehon liikkeet (4, 5 ja 7). Vaatii vähän siirtymistä paikasta toiseen, mutta palautukset ovat pitkiä.
- Räjähtävän voiman liikkeet (2 ja 6) tulee suorittaa mahdollisimman terävästi, pieni tauko suoritteiden välillä pitäen. Älä jätä näitä liikkeitä harjoituksen loppuun, vaan tee ne ensimmäisten 4 joukossa!
- Palautukset sarjojen ja liikkeiden välillä ovat liikekohtaisia, ja ne löytyvät liikkeiden otsikoista!

### Voimaharjoitteet jaksolla 2 (viikot 5-8):

#### 1. Jalkaprässi (pal. 1½-2min):

- sama suorituspaikka ja tekniikka kuin aiemmin
- jatkossa käytetään siis vain pikkusalin laitetta!  $40\% = 100$   $50\% = 110$

Harjoitusohjelma, toinen jakso (4vk)

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituksittain   |
|------|---|
| 2.1  | 12x (-60%) <span style="float:right">10x (-70%)</span>  |
| 2.2  | 12x (-60%) 12x (-60%) 12x (-60%)  |
| 2.3  | 10x (-70%) <span style="float:right">10x (-75%)</span>  |
| 2.4  | 10x (-70%) 10x (-70%) 10x (-70%)  |
| 2.5  | 10x (-75%) <span style="float:right">8x (-80%)</span>   |
| 2.6  | 10x (-75%) <span style="float:right">8x (-80%)</span> <span style="float:right">10x (-75%)</span> |
| 2.7  | 10x (-70%) <span style="float:right">10x (-75%)</span>  |
| 2.8  | 10x (-70%) 10x (-70%) 10x (-70%)  |

Toteutunut harjoittelu, toinen jakso (4vk):

| Harj | PVM   | TOISTOT |    |    | KUORMAT |     |     |
|------|-------|---------|----|----|---------|-----|-----|
| 2.1  | 27.12 | 12      | 10 |    | 120     | 130 |     |
| 2.2  | 29.12 | 12      | 12 | 12 | 120     | 120 | 120 |
| 2.3  | 2.1   | 10      | 10 |    | 135     | 145 |     |
| 2.4  | 5.1   | 10      | 10 | 10 | 140     | 140 | 140 |
| 2.5  | 9.1   | 10      | 8  |    | 150     | 165 |     |
| 2.6  | 12.1  | 10      | 8  | 10 | 160     | 170 | 160 |
| 2.7  | 16.1  | 10      | 10 |    | 155     | 165 |     |
| 2.8  | 19.1  | 10      | 10 | 10 | 155     | 155 | 155 |

Ikonen ym. 2011 voimaharjoitteluojelma Viikot 5-8, hypertrofinen-/räjähtävä voima 4vk

## 2. Penkille nousu / varpaille nousu (pal. PN: 2½-3min ja VN: 1½-2min):

- Penkille nousu tehdään astuen rauhallisesti penkille, mutta penkillä ponnistetaan räjähtävästi suoraan ylöspäin tehdyn pieni hyppy. Toistomäärät ovat yhteensä molemmilla jaloilla.
- Varpaille nousu tehdään käsipainojen kanssa isolla salilla. Ei räjähtävästi, vain tehokkaasti.

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituksittain                      | Harj | PVM   | TOISTOT      | KUORMAT |
|------|--|------|-------|--------------|---------|
| 2.1V | 12x (20%BW) <span style="float:right">10x (25%BW)</span> | 2.1V | 22.12 | 12 / 10      |         |
| 2.2P | 12x (BW) 12x (BW)  | 2.2P | 29.12 | 12 / 12      |         |
| 2.3V | 10x (25%BW) <span style="float:right">10x (30%BW)</span> | 2.3V | 2.1   | 10 / 10      |         |
| 2.4P | 10x (BW) 10x (BW) 10x (BW)                               | 2.4P | 5.1   | 10 / 10 / 10 |         |
| 2.5P | 14x (BW) 14x (BW)  | 2.5P | 9.1   | 14 / 14      |         |
| 2.6P | 12x (BW) 12x (BW) 12x (BW)                               | 2.6P | 12.1  | 12 / 12 / 12 |         |
| 2.7P | 10x (BW) 10x (BW)  | 2.7P | 16.1  | 10 / 10      |         |
| 2.8P | 12x (BW) 12x (BW)  | 2.8P | 19.1  | 12 / 12      |         |

## 3. Reisihaasia (pal. 1½-2min):

- Sama suorituspaikka ja tekniikka kuin aiemmin

- Jatkossa käytetään siis vain pikkusalin laitteita

40% = 30    50% = 40

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituksittain                              | Harj | PVM   | TOISTOT      | KUORMAT      |
|------|--|------|-------|--------------|--------------|
| 2.1  | 12x (-80%) <span style="float:right">10x (-70%)</span>           | 2.1  | 22.12 | 12 / 10      | 45 / 55      |
| 2.2  | 12x (-80%) 12x (-80%) 12x (-80%)                                 | 2.2  | 29.12 | 12 / 12 / 12 | 45 / 45 / 45 |
| 2.3  | 10x (-70%) <span style="float:right">10x (-75%)</span>           | 2.3  | 2.1   | 10 / 10      | 55 / 60      |
| 2.4  | 10x (-70%) 10x (-70%) 10x (-70%)                                 | 2.4  | 5.1   | 10 / 10 / 10 | 55 / 55 / 55 |
| 2.5  | 10x (-75%) <span style="float:right">8x (-80%)</span>            | 2.5  | 9.1   | 10 / 8       | 60 / 70      |
| 2.6  | 10x (-75%) <span style="float:right">8x (-80%) 10x (-75%)</span> | 2.6  | 12.1  | 10 / 8 / 10  | 65 / 75 / 65 |
| 2.7  | 10x (-70%) <span style="float:right">10x (-75%)</span>           | 2.7  | 16.1  | 10 / 10      | 60 / 70      |
| 2.8  | 10x (-70%) 10x (-70%) 10x (-70%)                                 | 2.8  | 19.1  | 10 / 10 / 10 | 60 / 60 / 60 |

Ikonen ym. 2011 voimaharjoitteluohjelma Viikot 5-8, hypertrofinen-/räjähtävä voima 4vk

#### 4. Vatsarutistukset (pal. 1½-2min):

- käytä pieniä levypainoja, pitäen niitä rintaa vasten käsillä
- suoritustekniikka ja paikka (HUR-laita) muuten samat kuin alemmin

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituksittain | Harj | PVM   | TOISTOT  | KUORMAT     |
|------|-------------------------------------|------|-------|----------|-------------|
| 2.1  | 12x(1,25kg) 10x(2,5kg)              | 2.1  | 21.12 | 12 10    | 2,5 2,5     |
| 2.2  | 10x(1,25kg) 10x(1,25kg) 10x(1,25kg) | 2.2  | 29.12 | 10 10 10 | 2,5 2,5 2,5 |
| 2.3  | 12x(1,25kg) 10x(2,5kg)              | 2.3  | 2.1   | 12 10    | 1,25 2,5    |
| 2.4  | 10x(2,5kg) 10x(2,5kg) 10x(2,5kg)    | 2.4  | 5.1   | 10 10 10 | 2,5 2,5 2,5 |
| 2.5  | 12x(2,5kg) 10x(5kg)                 | 2.5  | 9.1   | 12 10    | 2,5 5       |
| 2.6  | 12x(2,5kg) 10x(5kg) 10x(2,5kg)      | 2.6  | 12.1  | 12 10 10 | 2,5 5 2,5   |
| 2.7  | 12x(2,5kg) 10x(5kg)                 | 2.7  | 16.1  | 12 10    | 2,5 5       |
| 2.8  | 10x(2,5kg) 10x(2,5kg) 10x(2,5kg)    | 2.8  | 19.1  | 10 10 10 | 2,5 2,5 2,5 |

#### 5. Selänojennus (pal. 1½-2min):

- käytä pieniä levypainoja, pitäen niitä rintaa vasten käsillä
- suoritustekniikka ja paikka muuten samat

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituksittain | Harj | PVM   | TOISTOT  | KUORMAT     |
|------|-------------------------------------|------|-------|----------|-------------|
| 2.1  | 12x(2,5kg) 10x(5kg)                 | 2.1  | 2.1   | 12 10    | 2,5 5       |
| 2.2  | 10x(2,5kg) 10x(2,5kg) 10x(2,5kg)    | 2.2  | 29.12 | 10 10 10 | 2,5 2,5 2,5 |
| 2.3  | 12x(2,5kg) 10x(5kg)                 | 2.3  | 2.1   | 12 10    | 2,5 5       |
| 2.4  | 10x(5kg) 10x(5kg) 10x(5kg)          | 2.4  | 5.1   | 10 10 10 | 5 5 5       |
| 2.5  | 12x(5kg) 10x(7,5kg)                 | 2.5  | 9.1   | 12 10    | 5 7,5       |
| 2.6  | 12x(5kg) 10x(7,5kg) 10x(5kg)        | 2.6  | 12.1  | 12 10 10 | 5 7,5 5     |
| 2.7  | 12x(5kg) 10x(7,5kg)                 | 2.7  | 16.1  | 12 10    | 5 7,5       |
| 2.8  | 10x(5kg) 10x(5kg) 10x(5kg)          | 2.8  | 19.1  | 10 10 10 | 5 5 5       |

Ilkonen ym. 2011 voimaharjoitteluojelma Viikot 5-8, hypertrofinen-/räjähtävä voima 4vk

### 6. Kyykky-/pudotushyppy (pal. 2½-3min):

- Kyykkyhyppy (2.1K-2.4K, 2.6K ja 2.8K) tehdään tangon kanssa isolla säällä. Räjähävä suoritus.

- Pudotushyppy (2.5P ja 2.7P) suoritetaan pikkusalilla penkiltä toiselle. Räjähävä suoritus.

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituskerrain | Harj | PVM   | TOISTOT  | KUORMAT  |
|------|-------------------------------------|------|-------|----------|----------|
| 2.1K | 8x (20kg) 8x (20kg)                 | 2.1K | 4.12  | 8 8      | 20 20    |
| 2.2K | 10x (20kg) 10x (20kg) 10x (20kg)    | 2.2K | 21.12 | 10 10 10 | 20 20 20 |
| 2.3K | 10x (20kg) 10x (20kg)               | 2.3K | 2.1   | 10 10    | 20 20    |
| 2.4K | 12x (20kg) 12x (20kg) 12x (20kg)    | 2.4K | 5.1   | 12 12 12 | 20 20 20 |
| 2.5P | 10x (BW) 10x (BW)                   | 2.5P | 9.1   | 10 10    | - -      |
| 2.6K | 12x (20kg) 12x (20kg) 12x (20kg)    | 2.6K | 12.1  | 12 12    | 20 20 20 |
| 2.7P | 12x (BW) 12x (BW)                   | 2.7P | 16.1  | 12 12    | - -      |
| 2.8K | 10x (20kg) 10x (20kg)               | 2.8K | 19.1  | 10 10    | 20 20    |

### 7. Haus- ja ojentajaliikkeet (pal 1½-2min):

- terävä juoksuomainen liike hausliikkeessä, kuten aiemminkin

$$0,4 \times 6 = 2,4 \quad 5 \times 2 = 10$$

- ojentajaliike kuten aiemminkin

$$11,4 \times 0,4 = 4,56 \quad 4 \times 2 = 8$$

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituskerrain | Harj | PVM   | TOISTOT | KUORMAT   |
|------|-------------------------------------|------|-------|---------|-----------|
| 2.1O | 10x (-70%)<br>12x (-80%)            | 2.1O | 21.12 | 12 10   | 9 10      |
| 2.2H | 12x (-80%) 12x (-80%)               | 2.2H | 23.12 | 12 12   | 12,5 12,5 |
| 2.3O | 10x (-70%)<br>10x (-75%)            | 2.3O | 2.1   | 10 10   | 10,5 12   |
| 2.4H | 10x (-70%) 10x (-70%)               | 2.4H | 5.1   | 10 10   | 15 15     |
| 2.5O | 10x (-75%)<br>8x (-80%)             | 2.5O | 9.1   | 10 8    | 12 14,5   |
| 2.6H | 10x (-75%)<br>8x (-80%)             | 2.6H | 12.1  | 10 8    | 17 19,5   |
| 2.7O | 10x (-70%)<br>10x (-75%)            | 2.7O | 16.1  | 10 10   | 14 16,5   |
| 2.8H | 10x (-70%) 10x (-70%)               | 2.8H | 19.1  | 10 10   | 14,5 14,5 |



Ikonen ym. 2011 voimaharjoitteluohjelma Viikot 9-12, maksimi- ja räjähtävä voima 4vk

Nimi: Henrik Wemmua

Koodi: \_\_\_\_\_

### Yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoituksen voimaharjoitteet:

Kolmannella jaksolla (neljä viikkoa, viikot 9-12) voimaharjoittelu on sekä maksimivoima- että räjähtävän voiman harjoitusta. Tärkeitä ohjelta harjoitusten toteuttamisen suhteen (aiemmat ohjeet pätevät myös!):

- Ennen maksimaalisia jalkaliikkeitä (1 & 3) tulee suorittaa **VERRYTTELYSARJA** (5-8 x 60-70%)!
- Harjoitus tulee **AINA ALOITTA**A joko liikkeestä 1, 2 tai 3! Vuorotellen toisten kanssa onnistuu kyllä.
- **Suoritusjärjestys:** paras tapa on tehdä vuorotellen jalkaliikkeitä ja vartaloliikkeitä. Jalkaliikkeet (1, 2, 3 ja 6) ja muun kohon liikkeet (4, 5 ja 7). Vaatii vähän siirtymistä paikasta toiseen, mutta palautukset ovat pitkiä.
- Räjähtävän voiman liikkeet (2 ja 6, sekä **JALKAPRÄSSISSÄ kolme treeniä!**) tulee suorittaa mahdollisimman terävästi, pieni tauko suorittajien välillä pitäen. Älä jätä näitä liikkeitä harjoituksen loppuun, vaan tee ne ensimmäisten 4-5 harjoitteen joukossa!
- Palaautukset sarjojen ja liikkeiden välillä ovat liikekohtaisia, ja ne löytyvät liikkeiden otsikoista!

### Voimaharjoitteet jaksolla 3 (viikot 9-12):

#### 1. Jalkaprässi (pal. 2½-3min):

- Ennen maksimivoimatreeniä suoritetaan verryttelysarja (5-8 x 60-70%)!
- Huomaa räjähtävän voiman treenit (ei verryttelysarjaa) 3.3E, 3.5E ja 3.8E. Niissä pienet painot ja todella räjähtävä suoritusnopeus.

Harjoitusohjelma, kolmas jakso (4vk)

| Harj | Toistot ja kuormat harjoitukittain               |
|------|--|
| 3.1M | 5-0 x (-60-70%) 5 x (-80%) 4 x (-55%)            |
| 3.2M | 5-0 x (-60-70%) 5 x (-80%) 4 x (-55%) 5 x (-80%) |
| 3.3E | 8 x (-50%) 10 x (-40%) 10 x (-40%) 8 x (-50%)    |
| 3.4M | 5-0 x (-60-70%) 5 x (-80%) 5 x (-55%) 5 x (-85%) |
| 3.5E | 8 x (-50%) 10 x (-40%) 10 x (-40%) 8 x (-50%)    |
| 3.6M | 5-0 x (-60-70%) 5 x (-80%) 5 x (-60%) 5 x (-85%) |
| 3.7M | 5-0 x (-60-70%) 5 x (-80%) 5 x (-80%)            |
| 3.8E | 10 x (-40%) 10 x (-40%) 8 x (-40%)               |

Toteutunut harjoittelu, kolmas jakso (4vk)

75% = 165 80% = 175

| Harj | PVM  | TOISTOT   | KUORMAT         |
|------|------|-----------|-----------------|
| 3.1M | 22.1 | 8 5 4     | 160 175 185     |
| 3.2M | 26.1 | 5 5 4 5   | 160 175 185 175 |
| 3.3E | 30.1 | 8 10 10 8 | 110 120 120 110 |
| 3.4M | 32.2 | 8 5 5 5   | 160 175 185 185 |
| 3.5E | 6.2  | 8 10 10 8 | 110 110 110 110 |
| 3.6M | 9.2  | 8 5 5 5   | 160 175 185 185 |
| 3.7M | 13.2 | 8 5 5     | 160 175 175     |
| 3.8E | 16.2 | 10 10 8   | 120 120 120     |

Ikonen ym. 2011 voimaharjoitteluluohjelma Viikot 9-12, maksimi- ja räjähtävä voima 4vk

### 2. Penkille nousu (pal. 2½-3min):

- Penkille nousu tehdään nyt koko suoritus räjähtävänä. Eli sekä astuminen penkille että ponnistus ylöspäin (hypyn kanssa) mahdollisimman räjähtävästi!
- Toistomäärät ovat yhteensä molemmilla jaloilla.

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituskertain | Harj | PVM  | TOISTOT  | KUORMAT |
|------|-------------------------------------|------|------|----------|---------|
| 3.1  | 8 x (BW) 10 x (BW) 8 x (BW)         | 3.1  | 22.1 | 8 10 8   |         |
| 3.2  | 10 x (BW) 12 x (BW) 10 x (BW)       | 3.2  | 26.1 | 10 12 10 |         |
| 3.3  | 10 x (BW) 14 x (BW) 14 x (BW)       | 3.3  | 30.1 | 10 14 14 |         |
| 3.4  | 10 x (BW) 12 x (BW)                 | 3.4  | 3.2  | 10 12    |         |
| 3.5  | 12 x (BW) 16 x (BW) 16 x (BW)       | 3.5  | 6.2  | 12 16 16 |         |
| 3.6  | 12 x (BW) 14 x (BW)                 | 3.6  | 9.2  | 12 14    |         |
| 3.7  | 8 x (BW) 10 x (BW)                  | 3.7  | 13.2 | 8 10     |         |
| 3.8  | 8 x (BW) 10 x (BW)                  | 3.8  | 16.2 | 8 10     |         |

### 3. Reisihauis (pal. 2½-3min):

- Reisihauksessa EI TEHDÄ räjähtävää voimaa, vaan pelkästään maksimivoimaa
- Sama suorituspaikka ja tekniikka kuin aiemmin

$$70\% = 60 \quad 75\% = 70$$

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituskertain              | Harj | PVM  | TOISTOT | KUORMAT     |
|------|--|------|------|---------|-------------|
| 3.1  | 5-8 x (-80-70%) 5 x (-80%) 4 x (-85%)            | 3.1  | 22.1 | 8 5 4   | 55 80 85    |
| 3.2  | 5-8 x (-80-70%) 5 x (-80%) 5 x (-80%) 4 x (-85%) | 3.2  | 26.1 | 8 5 4 5 | 55 80 85 80 |
| 3.3  | 5-8 x (-80-70%) 5 x (-80%) 4 x (-85%)            | 3.3  | 30.1 | 8 5 4   | 55 80 85    |
| 3.4  | 5-8 x (-80-70%) 5 x (-80%) 5 x (-85%) 5 x (-85%) | 3.4  | 3.2  | 8 5 5 5 | 55 80 85 85 |
| 3.5  | 5-8 x (-80-70%) 5 x (-80%) 3 x (-85%)            | 3.5  | 6.2  | 8 5 5   | 60 85 95    |
| 3.6  | 5-8 x (-80-70%) 5 x (-80%) 5 x (-85%) 5 x (-85%) | 3.6  | 9.2  | 8 5 5 5 | 60 85 95 95 |
| 3.7  | 5-8 x (-80-70%) 4 x (-80%) 4 x (-80%)            | 3.7  | 13.2 | 8 4 4   | 60 85 85    |
| 3.8  | 5-8 x (-80-70%) 5 x (-75%) 5 x (-75%)            | 3.8  | 16.2 | 8 5 5   | 60 70 70    |

Ikonen ym. 2011 voimaharjoitteluohjelma

Viikot 9-12, maksimi- ja räjähtävä voima 4vk

**4. Vatsarutistukset (pal. 1½-2min):**

- käytä pieniä levypainoja, pitäen niitä rintaa vasten käsillä

- suoritustekniikka ja paikka uusi: **MAATEN MATOLLA LATTIALLA, JALAT PENKILLÄ**

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituskerrain |             |             | Harj | PVM TOISTOT |    |    |    | KUORMAT |      |      |  |  |
|------|-------------------------------------|-------------|-------------|------|-------------|----|----|----|---------|------|------|--|--|
| 3.1  | 14x(1,25kg)                         | 12x(2,5kg)  | 12x(2,5kg)  | 3.1  | 22.1        | 14 | 12 | 12 | 1,25    | 2,5  | 2,5  |  |  |
| 3.2  | 12x(1,25kg)                         | 12x(1,25kg) | 12x(1,25kg) | 3.2  | 26.1        | 12 | 12 | 12 | 1,25    | 1,25 | 1,25 |  |  |
| 3.3  | 14x(1,25kg)                         | 12x(2,5kg)  | 12x(2,5kg)  | 3.3  | 30.1        | 14 | 12 | 12 | 1,25    | 2,5  | 2,5  |  |  |
| 3.4  | 12x(2,5kg)                          | 12x(2,5kg)  | 12x(2,5kg)  | 3.4  | 3.2         | 12 | 12 | 12 | 2,5     | 2,5  | 2,5  |  |  |
| 3.5  | 16x(2,5kg)                          | 14x(5kg)    | 14x(5kg)    | 3.5  | 6.2         | 16 | 14 | 14 | 2,5     | 5    | 5    |  |  |
| 3.6  | 16x(2,5kg)                          | 14x(5kg)    | 14x(2,5kg)  | 3.6  | 9.2         | 16 | 14 | 16 | 2,5     | 5    | 2,5  |  |  |
| 3.7  | 16x(1,25kg)                         | 14x(2,5kg)  |             | 3.7  | 13.2        | 16 | 14 |    | 1,25    | 2,5  |      |  |  |
| 3.8  | 14x(1,25kg)                         | 14x(1,25kg) |             | 3.8  | 16.2        | 14 | 14 |    | 1,25    | 1,25 |      |  |  |

**5. Selänojennus (pal. 1½-2min):**

- käytä pieniä levypainoja, pitäen niitä rintaa vasten käsillä

- suoritustekniikka ja paikka muuten samat

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituskerrain |            |            | Harj | PVM TOISTOT |    |    |    | KUORMAT |     |     |  |  |
|------|-------------------------------------|------------|------------|------|-------------|----|----|----|---------|-----|-----|--|--|
| 3.1  | 14x(2,5kg)                          | 12x(5kg)   | 12x(5kg)   | 3.1  | 22.1        | 14 | 12 | 12 | 2,5     | 5   | 5   |  |  |
| 3.2  | 12x(2,5kg)                          | 12x(2,5kg) | 12x(2,5kg) | 3.2  | 26.1        | 12 | 12 | 12 | 2,5     | 2,5 | 2,5 |  |  |
| 3.3  | 14x(2,5kg)                          | 12x(5kg)   | 12x(5kg)   | 3.3  | 30.1        | 14 | 12 | 12 | 2,5     | 5   | 5   |  |  |
| 3.4  | 12x(5kg)                            | 12x(5kg)   | 12x(5kg)   | 3.4  | 3.2         | 12 | 12 | 12 | 5       | 5   | 5   |  |  |
| 3.5  | 16x(5kg)                            | 14x(7,5kg) | 14x(7,5kg) | 3.5  | 6.2         | 16 | 14 | 14 | 5       | 7,5 | 7,5 |  |  |
| 3.6  | 18x(5kg)                            | 14x(7,5kg) | 16x(5kg)   | 3.6  | 9.2         | 16 | 14 | 16 | 5       | 7,5 | 5   |  |  |
| 3.7  | 16x(2,5kg)                          | 14x(5kg)   |            | 3.7  | 13.2        | 16 | 14 |    | 2,5     | 5   |     |  |  |
| 3.8  | 14x(2,5kg)                          | 14x(2,5kg) |            | 3.8  | 16.2        | 14 | 14 |    | 2,5     | 2,5 |     |  |  |

Ikonen ym. 2011 voimaharjoitteluohjelma

Viikot 9-12, maksimi- ja räjähtävä voima 4vk

**6. Pudotushyppy/Loikat (pal. 2½-3min):**

- Pudotushyppy (2.1P-2.4P, 2.6P ja 2.8P) suoritetaan pikkusalilla penkiltä toisella. Räjähävä suoritus. Hyppyn kohteena olevaa penkkiä **KOROTETAAN!**

- Loikat (2.5L ja 2.7L) suoritetaan **KÄYTÄVÄLLÄ**, varo muita ihmisiä!

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituskerrain            | Harj | PVM  | TOISTOT  | KUORMAT |
|------|--|------|------|----------|---------|
| 3.1P | 10 x (BW) $\overline{\hspace{10em}}$ 10 x (BW) | 3.1P | 2.1  | 10 12 10 |         |
| 3.2P | 12 x (BW) $\overline{\hspace{10em}}$ 14 x (BW) | 3.2P | 2.6  | 12 14    |         |
| 3.3P | 12 x (BW) $\overline{\hspace{10em}}$ 14 x (BW) | 3.3P | 3.1  | 12 14 12 |         |
| 3.4P | 10 x (BW) $\overline{\hspace{10em}}$ 12 x (BW) | 3.4P | 3.2  | 10 12    |         |
| 3.5L | 16 x (BW) $\overline{\hspace{10em}}$ 20 x (BW) | 3.5L | 6.2  | 16 20 16 |         |
| 3.6P | 12 x (BW) $\overline{\hspace{10em}}$ 14 x (BW) | 3.6P | 7.2  | 12 14    |         |
| 3.7L | 16 x (BW) $\overline{\hspace{10em}}$ 20 x (BW) | 3.7L | 13.2 | 16 20    |         |
| 3.8P | 8 x (BW) $\overline{\hspace{10em}}$ 10 x (BW)  | 3.8P | 16.2 | 8 10     |         |

**7. Heavis- ja ojentajaliikkeet (pal. 1½-2min):**

$$0 = 75\% - 12 \quad 80 = 14,5$$

- molemmat kuten alemminkin

$$11 = 75\% - 12 \quad 80\% = 13,5$$

| Harj | Toistot ja kuormat harjoituskerrain              | Harj | PVM  | TOISTOT | KUORMAT   |
|------|--|------|------|---------|-----------|
| 3.1O | 14x (-60%) $\overline{\hspace{10em}}$ 12x (-70%) | 3.1O | 2.1  | 14 12   | 10 12     |
| 3.2H | 12x (-60%) $\overline{\hspace{10em}}$ 12x (-60%) | 3.2H | 2.6  | 12 12   | 15 15     |
| 3.3O | 12x (-70%) $\overline{\hspace{10em}}$ 10x (-70%) | 3.3O | 3.1  | 12 10   | 12 15     |
| 3.4H | 12x (-70%) $\overline{\hspace{10em}}$ 12x (-70%) | 3.4H | 3.2  | 12 12   | 17,5 17,5 |
| 3.5O | 14x (-70%) $\overline{\hspace{10em}}$ 12x (-75%) | 3.5O | 6.2  | 14 12   | 12 14,5   |
| 3.6H | 14x (-70%) $\overline{\hspace{10em}}$ 12x (-65%) | 3.6H | 7.2  | 14 12   | 15 20     |
| 3.7O | 14x (-60%) $\overline{\hspace{10em}}$ 12x (-65%) | 3.7O | 13.2 | 14 12   | 12 17,5   |
| 3.8H | 12x (-60%) $\overline{\hspace{10em}}$ 12x (-60%) | 3.8H | 16.2 | 12 12   | 14,5 14,5 |