

**YHDISTETYN VOIMA- JA KESTÄVYYSHARJOITTELUN
SUORITUSJÄRJESTYKSEN VAIKUTUS LAJIHYPPYIHIN
12-14-VUOTIAILLA JOUKKUEVOIMISTELIJATYTYÖILLÄ**

Terhi Hiltunen

Pro gradu -tutkielma

Valmennus- ja testausoppi

Syksy 2012

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaaja: Keijo Häkkinen

TIIVISTELMÄ

Hiltunen, Terhi 2012. Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun suoritusjärjestyksen vaikutus lajihyppyihin 12–14-vuotiailla joukkuevoimistelijatyöillä. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, 63 sivua.

Joukkuevoimistelussa tarvitaan fyysisiä ominaisuuksia, kuten liikkuvuutta, nopeutta ja voimaa. Joukkuevoimistelun kilpailuohjelma koostuu muun muassa hyppyistä, tasapainoista ja vartalon liikkeistä. Voimistelulajeissa hyppiminen on yksi tärkeimmistä motorisista taidoista. Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun järjestyksen vaikutusta joukkuevoimistelun hyppyihin sekä kestävyys- ja voimaominaisuuksiin 12–14-vuotiailla joukkuevoimistelijatyöillä. Tutkimukseen osallistui syksyn 2011 ja kevään 2012 aikana 14 joukkuevoimistelijaa. Tutkimuksessa heidät jaettiin sattumanvaraisesti kahteen ryhmään. Ryhmät suorittivat kaksi seitsemän viikon pituista harjoittelujaksoa sekä osallistuivat tutkimuksen alku-, väli- ja loppumittauksiin. Harjoitusjaksoilla ryhmät suorittivat kestävyys- ja voimaharjoitteluharjoitteet eri järjestyksessä toisiinsa nähden. Tutkimuksessa koehenkilöiltä mitattiin antropometriset muuttujat eli pituus ja paino sekä alaraajojen isometriset maksimivoimat ja vertikaalihypyt. Kehon painopisteen nousukorkeudet määritettiin vertikaalihypyistä. Näiden lisäksi spaagaatit lattialla ja viisi eri lajihyppyä videokuvattiin liikeanalyysia varten. Lajihypyistä analysoitiin hypyn pituus ja nousukorkeus sekä nivelkulmia. Tilastollisen merkitsevyyden raja oli alle 0.05. Jalkalihasten isometrisistä maksimivoimista tilastollisesti merkitsevästi parani vasemman etureiden (345 ± 65 N vs. 366 ± 78 N, $p < 0.001$), oikean takareiden (133 ± 34 N vs. 169 ± 29 N, $p < 0.01$), vasemman takareiden (134 ± 44 N vs. 172 ± 32 N, $p < 0.05$) sekä vasemman pohkeen (565 ± 190 N vs. 648 ± 237 N, $p < 0.05$) voimat alkumittauksesta välimittaukseen. Vastaa- vasti kestävyys parani (64 ± 7 sukkulaa vs. 96 ± 16 sukkulaa, $p < 0.001$) sekä eräät lajihyppyjen nivelkulmat suurenivat. Ryhmittäin vertailtaessa ei havaittu suuria eroja tuloksissa. Lajihyppyjen nivelkulmissa ryhmien välillä oli satunnaisia eroja. Joukkuevoimistelun hyppyjen kehittymisen kannalta lajinomainen hyppyharjoittelu voi olla tehokkaampi kuin yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu, riippumatta harjoittelun suoritusjärjestyksestä. Tulevaisuudessa vastaavan tutkimuksen voisi tehdä myös muista voimisteluliikkeistä ja lisäksi mukana olisi hyvä olla erillinen kontrolliryhmä.

Avainsanat: joukkuevoimistelu, kestävyysharjoittelu, voimaharjoittelu, järjestysvaikutus, liikeanalyysi

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
2 JOUKKUEVOIMISTELUN OMINAISPIIRTEET JA LAJIN HARJOITTELU	6
2.1 Ohjelman vaatimukset.....	7
2.2 Hypyt.....	7
2.3 Hyppyjen harjoittelu.....	10
2.4 Liikkuvuuden harjoittelu	11
3 LASTEN HARJOITTELU.....	12
3.1 Kasvun biologinen näkökulma.....	12
3.2 Voimaharjoittelu	14
3.3 Kestävyysharjoittelu.....	15
4 YHDISTETTY VOIMA- JA KESTÄVYYSHARJOITTELU.....	18
4.1 Voima- ja kestävyysasuoritus	18
4.2 Järjestysvaikutus	19
5 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT	21
6 MENETELMÄT	22
6.1 Koehenkilöt.....	22
6.2 Tutkimussuunnitelma.....	23
6.2.1 Harjoitusjaksot	24
6.2.2 Mittaukset.....	28
6.2.3 Analyysit	31
7 TULOKSET	34
7.1 Jalkalihasten maksimivoimat	34
7.2 Kestävyys	34
7.3 Vertikaalihyppy.....	35
7.4 Lajihyppy	35
7.5 Ryhmien vertailu.....	40

7.5.1 Jalkalihasten maksimivoimat	40
7.5.2 Kestävyys	41
7.5.3 Vertikaalihyppyt.....	41
7.5.4 Lajihyppyt	42
8 POHDINTA	48
9 LÄHTEET	56
LIITE 1. Tiedote tutkittaville ja suostumus tutkimukseen osallistumisesta	
LIITE 2. Koehenkilöiden esitietolomake	
LIITE 3. Kestävyyssukkulajuoksun viitearvot	

1 JOHDANTO

Joukkuevoimistelussa tarvitaan fyysisen suorituskyvyn ominaisuuksia, kuten liikkuvuutta, nopeutta, voimaa, koordinaatiota ja kykyä liikkua vaivattomasti. Joukkuevoimistelun sommittelu koostuu muun muassa hyppyistä, tasapainoista ja vartalon liikkeistä. Joukkuevoimistelun kilpailujoukkueessa on kuudesta kymmeneen voimistelijaa. Ryhmätyö ja yhtenäisyys ovat lajissa olennaisia. Koreografia muodostaa mieleenpainuvan tarinan musiikin tulkinnan kautta. Joukkuevoimistelu onkin taidetta, jossa ilmaisu ja tunteet yhdistyvät haastavaksi kilpaurheiluksi. (IFAGG 2009).

Hyppäämisen ajatellaan olevan yksi tärkeimmistä motorisista taidoista voimistelulajeissa. Hyppäämiseen vaikuttavat muun muassa luurankolihakset, voima, nopeus ja kehonkoostumus. Lisäksi hyppytekniikka on suuressa roolissa. (Polishchuk & Mosakowska 2007.) Joukkuevoimistelussa hyppyjen tulee olla ponnistuksen, ilmalennon ja alastulon kokonaisuus, jossa esimerkiksi hypyn ponnistus tulee tehdä ojennusten kautta, hypyn muodon tulee olla selkeä sekä alastulon kevyt ja pehmeä (IFAGG 2006, 2011). Joukkuevoimistelun kilpailuohjelmassa suuremmilla liikelaajuuksilla suoritettavat hyppyt tai tasapainot ovat arvokkaampia kuin pienemmillä liikelaajuuksilla suoritettavat (Svoli 2010). Oikeanlaisella harjoittelulla voidaan parantaa yleistä voimaa ja liikkuvuutta, niin kauan kuin harjoittelu on suoritettu teknisesti oikein (Alter 2004). Voimaharjoittelulla voidaan vaikuttaa positiivisesti urheilusuoritukseen ja kehon koostumukseen. Sen avulla voidaan lisäksi pienentää urheilun loukkaantumisten määrää sekä loukkaantumisen jälkeistä kuntoutusaikaa. (van Praagh 1998.) Lapsi ei ole pieni aikuinen, vaan eroaa merkittävästi esimerkiksi kehon koostumukseltaan ja biologisilta ominaisuuksiltaan aikuisesta. Nuoren kasvun ja kehityksen kannalta on tärkeää, että mukana on fyysistä aktiivisuutta. (Sebic ym. 2010.) Urheilun määrällä ja intensiteetillä sekä ravitsemuksella onkin vaikutusta lasten kasvunopeuteen (Courteix ym. 2001). Rankka harjoittelu ja siihen liittyvä riittämätön ravitsemus voi johtaa amenorreaan (Shephard & Åstrand 2000, 514–515).

Tutkimuksen tarkoituksena on tutkia yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun järjestyksen vaikutusta joukkuevoimistelun hyppyihin sekä muun muassa kestävyys- ja voimaominaisuuksiin nuorilla joukkuevoimistelijatyttöillä.

2 JOUKKUEVOIMISTELUN OMINAISPIIRTEET JA LAJIN HARJOITTELU

Joukkuevoimistelu on suomalaisten kehittämä urheilulaji, joka on muotoutunut suomalaisesta naisvoimistelusta. Joukkuevoimistelun elementit ovat olleet olemassa naisten voimistelussa, mikä on ollut Suomessa yksi tyttöjen liikunnan opetuksen muoto. Ammattimaiset valmentajat ovat kuluvien vuosien aikana monipuolistaneet liikkeitä sekä voimistelijoiden teknisiä taitoja ja standardeja. Kilpailuohjelmien vaativuus ja urheilullisuus on lisääntynyt paljon lajin alkuajoista. (Ahonen 2005.)

Joukkuevoimistelu on taidokasta voimistelua, joka perustuu tyyliin vartalon kokonaisvaltaiseen liikkeeseen. Joukkuevoimistelu eroaa muista voimistelulajeista siinä, että tämä laji perustuu keskivartalon liikkeisiin sekä virtaavaan ja dynaamiseen liikkeeseen, jonka keskustassa on lantio. (Ahonen 2005.) Liikkeet vaihtuvat sujuvasti toiseen, niin kuin uusi liike olisi tehty edelliseen. Näistä liikkeistä tulee nähdä liikkeen amplitudi, dynamiikka ja nopeus. Suorituksen sommittelun tulee sisältää monipuolisia ja erilaisia vartalon liikkeitä, kuten esimerkiksi vartalon aaltoliikkeitä, tasapainoja ja hyppyjä. (IFAGG 2009.)

Joukkuevoimistelu on ottanut vaikutteita erityisesti rytmisestä kilpavoimistelusta ja tanssista (Pitenius 1998). Rytmisen voimistelu on myös esteettinen urheilulaji, mutta siinä voimisteluliikkeet suoritetaan välineiden eli narun, pallon, vanteen, keilojen tai nauhan kanssa (Mkaouer ym. 2012). Myös rytmisessä voimistelussa kilpailusuoritukset perustuvat tarkkuuteen, koordinaatioon sekä teknisten liikkeiden kuten hyppyjen, tasapainojen, liikkuvuus- ja aaltoliikkeiden suorituspuhtauteen musiikin tahdissa (El-Hammid 2010).

Rytmisessä voimistelussa teknisillä taidoilla on suuri merkitys. Suurin osa näistä taidoista vaatii todella hyvää liikkuvuutta, voimaa sekä aerobista että anaerobista kuntoa. Pelkästään lajitaitojen harjoittelu kasvattaa fyysistä kuntoa, mutta monien huippuvoimistelijoiden on lisäksi tehtävä erillisiä voimaharjoituksia pärjätäkseen kansainvälisesti

lajissa. Rytmisillä voimistelijoilla tulee myös olla itsevarmuutta, jota ilman ei voi menestyä lajissa. (Alexander 1989.)

2.1 Ohjelman vaatimukset

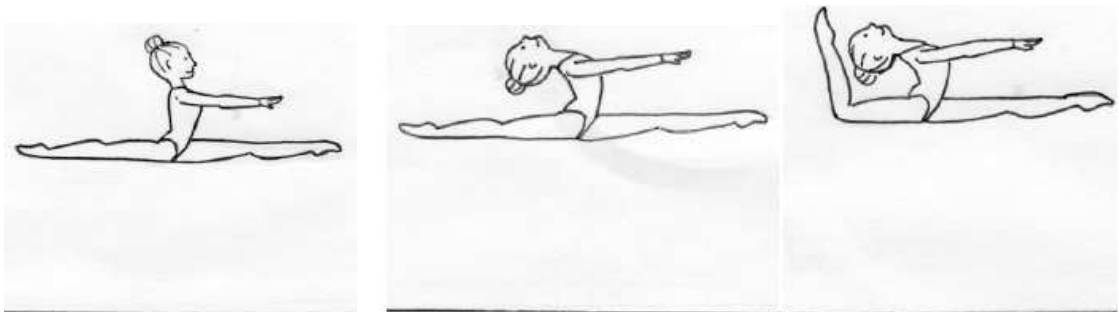
Joukkuevoimistelun kilpailuohjelman sommitteluun tulee muodostaa kokonaisuus, joka tukee voimistelijaa perustekniikan oppimisessa. Sommitteluun valittujen taito-osien tulee vastata joukkueen voimistelijoiden taito- ja ikätasoa. Kilpailuohjelman sommittelu tulee koostua monipuolisesti eri liikeryhmistä ja niiden yhdistelmistä. Sommittelun eri liikeryhmät ovat vartalon liikkeet, tasapainot, hyppy, käsiliikkeet, askelsarjat ja hyppeilyt, akrobatialiikkeet sekä liikkuvuusliikkeet. Tyttösarjojen, eli 10–12-vuotiaiden ja 12–14-vuotiaiden sarjoissa, kilpailuohjelman sommitteluun tulee siis sisältää liikkeiden sarjoja ja eri liikesukujen yhdistelmiä nostaten sommittelun arvoa. Kilpailuohjelman pituus joukkuevoimistelun tyttösarjoissa on 2-2,5 minuuttia. Tyttösarjojen kilpailuohjelma ei saa sisältää voltteja, eikä voimistelijoiden kannattamista, kantamista tai nostamista kokonaan irti lattiasta. (IFAGG 2006.)

2.2 Hyppy

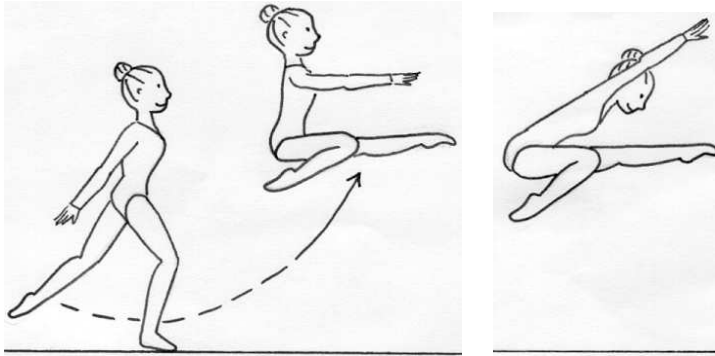
Rytmisessä voimistelussa, kuten useissa muissakin lajeissa, hyppyominaisuus on tärkeä komponentti, koska hypyn korkeus ja toistettavuus vaikuttavat pisteisiin (Hutchinson ym. 1998). Rytmisen voimistelu on siis laji, joka vaatii korkeita hyppyjä. Voimistelijan hyppyominaisuuksien ajatellaan olevan tärkeimpiä asioita osoittamaan lahjakkuutta lajissa. (di Cagno ym. 2008.) Polishchuk ja Mosakowska osoittivat (2007), että rytmisillä voimistelijoilla iällä ja hyppyominaisuuksilla on merkitsevä yhteys. Tutkimuksessa tutkittiin muun muassa vertikaalihyppyjen korkeuden, maksimaalisen voiman ja nopeuden, maksimaalisen ja keskimääräisen tehon sekä ponnistusvoiman yhteyttä ikään 9-16-vuotialla lapsilla. Vanhemmat tytöt saavuttivat tutkimuksessa paremmat arvot mitatuista muuttujista eli heidän hyppyominaisuutensa olivat paremmat kuin nuoremmilla tutkimuksen tytoilla. Lisäksi pienellä rasvaprosentilla on huomattu olevan positiivinen yhteys lihasten voimaan ja hyppyominaisuuksiin (di Cagno ym. 2008).

Joukkuevoimisteluhypyn tulee olla ponnistuksen, ilmalennon ja alastulon kokonaisuus. Ponnistus alkaa polvien tai polven koukistuksesta eli plié:stä, jonka jälkeen jalkojen, polvien ja nilkkojen tulee ojentua nopeasti. (IFAGG 2006, 18.) Joukkuevoimisteluohjelman kaikkien hyppyjen pitää olla muodoltaan selkeitä. Hypyn muodon tulee siis olla hyvin havaittavissa hypyn ilmalennon aikana. Riittävä laajuus sekä muodossa että korkeudessa tulee olla nähtävissä jokaisessa hypyssä. Vartalon kannatuksen tulee olla hyvä ja hallittu hypyn aikana, kuten myös ennen ja jälkeen hypyn. Lisäksi hypyn alastulon tulee olla kevyt ja pehmeä. (IFAGG 2011, 10.)

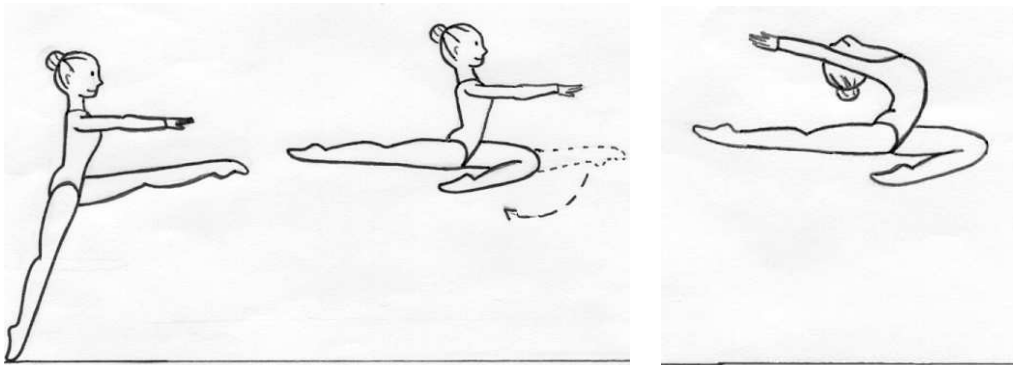
Joukkuevoimisteluohjelmassa yli 14-vuotiaiden sarjoissa tulee olla vähintään kaksi erilaista hypyä sekä yksi hyppysarja, joka koostuu vähintään kahdesta erilaisesta hypystä (IFAGG 2011, 11). 10–12-vuotiaiden sarjan ohjelmassa vaaditaan olevan vähintään yksi hyppy sekä hyppysarja. 12–14-vuotiaiden sarjassa puolestaan ohjelman koreografian tulee sisältää vähintään kaksi hypyä ja hyppysarja. (IFAGG 2006, 6-9) Joukkuevoimistelun hypyt yli 14-vuotiaiden sarjoissa jaetaan A- ja B- hypyihin niiden vaikeustason mukaan. B-hypyt ovat vaativampia kuin A-hypyt (kuvat 1, 2 ja 3). Kaikki hypyt, jotka kääntyvät tai pyörivät hypyn ilmalennon aikana vähintään 180 astetta luetaan B- hypyiksi paitsi polvennostohyppy, varshyppy ja tasahyppy, joiden tulee kääntyä vähintään 360 astetta. B- hypyiksi luokitellaan myös hypyt, joissa suoritetaan ilmalennon aikana voimakas vartalonliike, kuten esimerkiksi taivutus tai koonto. Hyppysarja puolestaan luokitellaan A-, C- tai D- sarjaksi eri hyppyjen vaikeustason mukaan siten, että A-sarja muodostuu kahdesta A- hypystä, C- sarja yhdestä A- hypystä ja yhdestä B- hypystä sekä D- sarja kahdesta B- hypystä. (IFAGG 2011, 11.)



KUVA 1. A-hyppy: harppaushyppy sekä B- hypyt: harppaus taaksetaivutuksella ja rengasharppaus (IFAGG 2011, 17).



KUVA 2. A- hyppy: kasakkahyppy sekä B- hyppy: kasakkahyppy eteentaivutuksella (IFAGG 2011, 13).



KUVA 3. A- hyppy: kaurishyppy sekä B- hyppy: kaurishyppy taivutuksella (IFAGG 2011, 14).

Vartalonliikkeisiin, joita suoritetaan hypyn aikana, on määritelty vaaditut liikelaaajuudet. Hypyn eteentaivutuksen on oltava laajuudeltaan niin suuri, että selkä pyöristyy ja rintakehä sekä yläselkä taipuvat lantion etupuolelle. Taaksetaivutuksessa pälaen tulee olla lantiolinjalla ja hartiat samassa tasossa. Rintakehän tulee taipua vähintään 80 astetta pystylinjasta, mutta taivutuksen ei tarvitse olla koko selästä. Taaksetaivutuksessa siis riittää, että taivutus on vain yläselästä. Hypyn aikaisessa vartalon sivutaivutuksessa vastakkaisen olkanivelen tulee olla lantion kanssa samalla pystylinjalla. Esimerkiksi oikealle taivutettaessa vasen olkanivel taipuu oikean lonkan kanssa samalle linjalle. Mikäli hypyn aikana tehdään vatsalihasten koonto, tulee koko selän pyöristyä lantion ja olkalinjan takapuolelle. Vartalon kallistuksen sivulle, eteen tai taakse tulee hypyn aikana olla laajuudeltaan 45 astetta sekä vartalon kierron 75 astetta lantion linjasta olkapäiden ollessa samassa linjassa 75 astetta lantion linjasta. (Svoli 2010, 17-18.)

2.3 Hyppyjen harjoittelu

Hutchinson ym. (1998) tutkivat kontrolloidun kuukauden ja kolmen kuukauden hyppyharjoittelujakson vaikutusta rytmisten voimistelijoiden hyppyominaisuuksiin. Harjoitusohjelmaan kuului vedessä suoritettavia hyppyharjoituksia yhden tunnin ajan kahdesti viikossa sekä pilatesta kahdesti viikossa. Hyppymittauksina käytettiin vertikaalihyppyjä, joista mitattiin hyppyjen kontaktiajat, jalkojen räjähtävä voima sekä keskimääräinen hyppykorkeus. Kaikkien niiden voimistelijoiden, jotka olivat mukana harjoitusohjelmassa, hyppykorkeus suureni ja kontaktiaika lyheni. Tutkimuksessa todettiin, että hyppyominaisuudet pysyivät melkein yhtä hyvinä neljän kuukauden ja vuoden jälkeen, vaikka varsinainen hyppyharjoittelu loppuikin. Tutkimuksessa todettiin, että parhaimmiston kuuluvat rytmisen voimistelijat voivat parantaa hyppyominaisuuksiaan tietyn intensiivisen hyppyharjoittelun avulla. Tutkimus tuki myös hypoteesia, jonka mukaan hyppyharjoittelulla on voimistelijaille suuri kognitiivinen oppimisvaikutus, eikä se näin ollen lisää pelkästään lihasvoimaa. (Hutchinson ym. 1998.)

El-Hamid (2010) tutki rytmisen voimistelun hyppyjä ja pyrki tunnistamaan biomekaaniset muuttujat, jotka vaikuttavat ensisijaisesti niihin. Tarkoituksena oli saada valmentajille tietoa, miten hyppyjä tulisi harjoitella laadukkaasti. Tutkimuksessa rytmiset voimistelijat suorittivat kuuden viikon hyppyharjoittelujakson, jossa harjoituksia oli kolmesti viikossa 30 minuuttia kerrallaan. Voimistelijat suorittivat useita erilaisia hyppy- ja ponnistusharjoituksia, jotka videokuvattiin ennen ja jälkeen harjoitusjakson. El-Hamid (2010) totesi, että hyppyominaisuudet riippuvat horisontaalisen nopeuden muutoksesta. Hypyn ponnistukseen positiivisesti vaikuttavat kulman ja vertikaalisen nopeuden lisääntyminen puolestaan lisäävät horisontaalista nopeutta. Ponnistusnopeuden lisääntyminen yleisesti parantaa siis hyppytekniikkaa ja saa aikaan korkeampia hyppyjä. (El-Hamid 2010.)

2.4 Liikkuvuuden harjoittelu

Yleisesti on todettu, että pienet lapset ovat luonnostaan notkeita. Liikkuvuus kuitenkin heikkenee kouluiässä murrosikään asti ja sen jälkeen paranee nuoruusvuosina. Aikuisena liikkuvuus heikkenee. Yleisesti liikkuvuutta voidaan parantaa iästä riippumatta sopivalla liikkuvuusharjoittelulla, vaikka liikkuvuuden kehittymisen suuruus vaihtelee iän myötä. (Alter 2004, 118-125.) On todettu, että tytöillä ja naisilla on parempi liikkuvuus kuin pojilla ja miehillä (Juhas 2011). Erityisesti tämä ero on havaittu lantion alueen liikkuvuudessa. Näyttöä on olemassa myös siitä, että genetiikka vaikuttaa enemmän liikkuvuuteen kuin voimaan ja motorisiin taitoihin. (Alter 2004, 118-125.) Useissa tutkimuksissa on todettu, että staattiset venytykset saattavat heikentää venytysten jälkeistä voimantuottoa aikuisilla. Myös lapsilla jalkojen suurimman voimantuoton todettiin heikenevän, kun tietty hyppysuoritus tehtiin välittömästi passiivisen ja staattisen venyttelyn jälkeen. (McNeal & Sands 2003.)

Useissa joukkuevoimistelun hyppyissä ja tasapainoissa vaaditaan jalkojen avaamista 180 asteeseen. Suuremmilla liikelaajuuksilla suoritettavat hypyt tai tasapainot ovat siis arvokkaampia. Myös hypyn tai tasapainon aikana tehtävien vartalonliikkeiden liikelaajuudet on määritetty. (Svoli 2010, 13.) On yleisesti todettu, että rytmisessä voimistelussa vaaditaan suurta liikkuvuutta ja voimaa sekä niiden hyvää kehittymistä. Liikkuvuuden ja voiman kehitys voi auttaa voimistelijaa esiintymään taitavammin muun muassa parantamalla hyppyjen korkeutta ja pituutta eri hyppyjen aikana. Fyysinen harjoittelu kehittää ja ylläpitää voimistelijan fyysisiä ominaisuuksia, jotka ovat erittäin tärkeitä onnistuneen teknisen suorituksen aikaansaamiseksi rytmisessä voimistelussa. Liikkuvuuden kehittymisen tulisi vastata sitä voimaa, joka tarvitaan tukemaan niveliä. Esimerkiksi jalan heittoon hypyn aikana urheilija tarvitsee suuren määrän voimaa, mutta liikkeen toistamiseen 3-4 tunnin pituisissa säännöllisissä harjoituksissa vaaditaan lihaskestävyttä. Voidaan todeta, että voimistelijan voiman ja liikkuvuuden kehittyminen ovat suurimmat menestykseen vaikuttavat tekijät. (Douda ym. 2008.)

3 LASTEN HARJOITTELU

Fyysisellä aktiivisuudella on todettu olevan elinikäisiä myönteisiä terveysvaikutuksia niin lapsille kuin aikuisillekin. Aikuisilla fyysinen aktiivisuus on yhdistetty painon ylläpitoon tai sen pudotukseen. Lapsilla fyysisen aktiivisuuden ajatellaan puolestaan kuuluvan normaaliin kasvuun ja kehitykseen. (Nicklas 2002, 153-154.)

3.1 Kasvun biologinen näkökulma

Ihmisen luiden massa ja tiheys lisääntyvät kasvuvuosien aikana. Eniten luut vahvistuvat naisilla 11–14 ikävuoden aikana. Näiden vuosien aikana 40 % luun tiheyden lisääntymisestä on riippuvainen sukupuolihormonista. Useat tekijät vaikuttavat tähän luiden vahvistumiseen. Perinnöllisyyden lisäksi fyysinen aktiivisuus vaikuttaa suuresti luiden massan suuruuteen. (Courteix ym. 2001.) Vaikka säännöllisellä harjoittelulla ei tiedetä olevan tiettyä vaikutusta kehon rakenteeseen, on sillä merkittävä vaikutus kehonkasvuun sekä kudosten, kuten luiden, lihasten ja rasvojen, suhteellisiin määriin. Fyysinen aktiivisuus edistää myös luuston mineralisaatiota ja tiheyttä. Lisäksi se stimuloi luiden kasvua ja aiheuttaa lihasten hypertrofiaa. (Richards ym. 1999.)

Ennen murrosikää suoritetun intensiivisen harjoittelun ei ole todettu vaikuttavan soomaattiseen kasvuun. Murrosiän aikana urheilu voi lisätä hormonaalista toimintahäiriötä ja siten mahdollisuutta kasvunopeuden hidastumiseen. Toki urheilun määrällä ja intensiteetillä sekä esimerkiksi ravinnolla on vaikutusta kasvunopeuteen. (Courteix ym. 2001.) Optimaalinen kehonkasvu tai viivästynyt murrosikä nuorilla urheilijoilla voi olla yhteydessä säännölliseen harjoitteluun ja kilpailemiseen (Richards ym. 1999). Oikeastaan vain urheilu, jossa käytetään suuria kuormia ja harjoitusmääriä sekä tiettyä ruokavaliota tai kilpaillaan korkealla tasolla, voi johtaa krooniseen stressiin. Tämä stressi aiheuttaa hypotalamus-aivolisäke-lisämunuaiskuoren akselin toiminnan hidastumista, mikä on syynä kasvussa tapahtuviin muutoksiin. (Courteix ym. 2001.)

Intensiivinen harjoittelu nuorena voi aiheuttaa komplikaatioita naisvoimistelijoille. On todettu, että ennen murrosikää ja sen aikana yli 15–18 tuntia viikossa harjoittelevilla voimistelijoilla normaali kasvu voi hidastua. (Burt ym. 2010.) Parhaimmistaan kuuluvilla 12–15-vuotiailla voimistelijoilla intensiivinen harjoittelu kuormilla voi johtaa jalan pituuden kasvun hidastumiseen. Tämä hidastuminen voi vaikuttaa lopulliseen pituuteen aikuisena. (Courteix ym. 2001.) Voimistelijoiden harjoituskuorma on tyypillisesti määritelty olevan viikoittaista voimistelun lajiharjoittelua useita tunteja kerrallaan. Voimistelijoiden valmentajia tuleekin kannustaa jaksotettujen harjoitusohjelmien suunnitteluun kaikilla harjoittelun osa-alueilla. Jaksotettu ja tarkkaan suunniteltu harjoittelu minimoi vammariskiä, optimoi huippusuorituksen ja takaa riittävän valmistautumisen ja palautumisen. (Burt ym. 2010.)

Lapsi ei ole pieni aikuinen, koska eroaa merkittävästi kehon koostumukseltaan ja biologisilta ominaisuuksiltaan aikuisesta. Hyvä ryhti on perusedellytys terveydelle, normaalille kasvuille ja yleisesti ihmisen kehitykselle. On tärkeää, että nuoren kasvun ja kehityksen aikana mukana on fyysistä aktiivisuutta. Usein liiallisesta istumisesta johtuvat ryhtiongelmat sekä lihasten jännitystilat saattavat aiheuttaa epätasapainoa lihasten voiman ja toiminnan välillä. Lasten tulisi saada osallistua oman ikäisille suunnattuihin urheiluharrastuksiin. Huomioon tulee ottaa paitsi taitojen kehittyminen, niin myös lapsen tunne-elämän kehittyminen. Rytmisen voimistelun on todettu olevan hyväksi sekä nuoren naisen henkiseksi että fyysiselle kehitykselle. Lajilla on tutkittu olevan positiivinen yhteys 8-10-vuotiaiden lasten ryhtiin ja kasvuun. (Sebic ym. 2010.)

Naiskestävyysurheilijoilla tyypillisesti alkavat ensimmäiset kuukautiset myöhemmin kuin muilla lapsilla. Pohjois-Amerikassa ensimmäiset kuukautiset alkavat tytöillä yleensä 12.3–12.8 vuoden ikäisenä, kun taas urheilevilla 1-2 vuotta myöhemmin. Onkin syytä epäillä, että intensiivisellä harjoittelulla on ainakin osittain vaikutusta kyseiseen ilmiöön. Kova harjoittelu ja siihen liittyvä riittämätön ravitsemus on yhdistetty sekundaariseen amenorreaan eli jo alkaneiden kuukautisten poisjääntiin. Myöhäisessä iässä alkavat kuukautiset voivat vaikuttaa urheilijoiden valintaan. (Shephard & Åstrand 2000, 514.) Voimistelijat ovat aina olleet pienimpiä osallistujia olympialaisissa, koska he ovat olleet keskimäärin kevyempiä, voimakkaampia kehon massaansa suhteutettuna, hoikempia ja notkeampia kuin muut osallistuneet urheilijat (Richards ym. 1999). Tytöt, joilla on kapea lantio, hoikka vartalo, pitkät jalat ja alhainen kehon rasvakudoksen määrä, pärjäävät

tyypillisesti urheilussa ja nämä tekijät liittyvät myös läheisesti myöhäiseen kuukautisten alkamisikään. (Shephard & Åstrand 2000, 514.) Pienien ja kevyiden voimistelijoiden on todettu saavan etua kilpailuissa (Bencke ym. 2001). Puuttuvat tai myöhäisessä iässä alkavat kuukautiset vaikuttavat lisäksi estrogeenin eritykseen. Kyseinen hormoni on taas hyvin tärkeä luiden massan kehityksen kannalta. Pitkittyessään estrogeenin puute voi johtaa jopa osteoporoosiin aikuisiällä. (Shephard & Åstrand 2000, 514.)

3.2 Voimaharjoittelu

Voima kasvaa luonnollisesti ja dramaattisesti syntymästä aikuisuuteen biologisen kypsymisen ja seksuaalisen erilaistumisen seurauksena. Lapsuuden voimatasoihin on selvästi yhteydessä somaattisen kasvun, lihaskoon, hermoston kehityksen ja biomekaaniset muutokset, jotka liitetään kasvuun. (van Praagh 1998, 218.) Hermolihasjärjestelmä kehittyy syntymästä aikuisuuteen. Urheiluharrastukseen osallistuminen saa aikaan muutoksia alaraajojen hermolihaskontrollissa riippuen harjoittelun luonteesta ja intensiteetistä. Lasten voimaharjoittelu voikin aiheuttaa muutoksia hermoston aktivoinnissa ja siten kehittää voimaa. (Bencke ym. 2002.)

Murrosiässä voima kasvaa nopeasti. Voiman kasvussa on tuolloin nähtävissä eroja sukupuolten välillä. (van Praagh 1998, 218.) Pojilla anabolisten hormonien tuotanto suurenee enemmän kuin tytöillä, mikä saattaa selittää tyttöjen pienemmän lihasvoiman kasvun murrosiässä. (Bencke ym. 2002). Voimaan ja sen kehittymiseen eri lapsilla vaikuttavat lisäksi perinnöllisyys sekä elämäntavat eli muun muassa fyysisen aktiivisuuden määrä ja urheiluharrastukset. (van Praagh 1998, 218.) Lasten lihasten voimaa voidaan kehittää hetkellisesti progressiivisella voimaharjoitusohjelmalla. Voimatasot alkavat kuitenkin heikentyä lapsilla pian voimaharjoittelun loputtua. On todettu, että kerran viikossa suoritettu voimaharjoitus ei ole välttämättä riittävä pitämään yllä tietyllä voimaharjoittelulla aikaansaatua voimatasoa lapsilla. (Faigenbaum ym. 1996.)

Suurentuneen maksimaalisen hapenottokyvyn ja energiankulutuksen harjoituksen aikana ja sen jälkeen on todettu olevan voimaharjoittelun akuutteja metabolisia vaikutuksia. Nämä vaikutukset riippuvat muun muassa lihasmassasta, harjoittelun toistojen ja sarjojen määristä sekä suoritusnopeudesta, kuormasta, palautumisesta ja harjoitteiden suori-

tusjärjestyksestä. (Villaca Alves ym. 2012.) Voimaharjoittelulla on potentiaalia parantaa myös urheilusuoritusta, kehonkoostumusta, pienentää urheilun loukkaantumisten määrää sekä loukkaantumisen jälkeistä kuntoutusaikaa. Tosin nämä mahdolliset positiiviset vaikutukset ovat suurimmaksi osaksi nuorilla tieteellisesti todistamatta. (van Praagh 1998, 218.)

Behringer ym. (2011) totesivat tutkimuksensa tulosten valossa, että voimaharjoittelu on tehokas tapa kehittää tiettyjä motorisia taitoja kuten esimerkiksi hyppäämistä, heittämistä ja juoksemista lapsuuden ja nuoruuden aikana. Lihasten voimalla onkin erittäin tärkeä rooli lyhyissä urheilusuorituksissa, kuten esimerkiksi hyppäämisessä ja heittämisessä (Bencke ym. 2002). Tutkimuksessa todettiin lisäksi, että lasten iällä ja motoristen taitojen oppimisella voimaharjoittelun seurauksena on käänteinen korrelaatio. Näin ollen nuoremmat tutkimukseen osallistuneet lapset kehittivät paremmin motorisissa taidoissa kuin vanhemmat lapset. Tämä saattoi johtua nuorempien lasten suuremmasta oppimisvaikutuksesta, koska heille edellä mainitut motoriset taidot eivät olleet niin tuttuja kuin vanhemmille lapsille. (Behringer ym. 2011.)

Ainakaan vielä voimaharjoittelu ei ole ollut lapsilla riski terveyden ja vammojen esiintymisten kannalta, kun suorituksia ohjeistaessa ja valvoessa on käytetty siihen oikeaa ja soveltuvaa tekniikkaa. Terveillä lapsilla ei ole myöskään havaittu voimaharjoittelun aiheuttavan haitallisia vaikutuksia hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnolle tai verenvainepaineelle. Erityisryhmien lapsia, jotka tekevät voimaharjoittelua, on kuitenkin aikuisen tai lääkärin syytä valvoa tarkasti. Koska harjoitella voi todella monella eri tavalla, suositellaan voimaharjoittelua lapselle vain yhdeksi urheiluharrastukseksi riippumatta lapsen terveyden tilasta. (van Praagh 1998, 218.)

3.3 Kestävyysharjoittelu

Kestävyysharjoittelun on todettu suurentavan harjoituksen aikaista maksimaalista hapenottokykyä. Hapenottokyvyn suureneminen on yhteydessä harjoituksen intensiteetin lisääntymiseen. (Villaca Alves ym. 2012.) Toisin kuin aikuisilla, tutkimuksia pitkäkestoisesta aerobisesta kestävyysharjoittelun vaikutuksista hapen kuljetukseen on lapsilla tehty rajoitetusti (Nottin ym. 2002). Kestävyysharjoittelun vasteet ovat erilaiset lapsilla ennen

murrosikää verrattuna aikuisten vasteisiin. Tyypillisesti lasten maksimaalinen hapenotto-
tokyky reagoi hillitysti kestävyysharjoitukseen, mille löytynee biologinen selitys.
(Shephard & Åstrand 2000, 515.) Kestävyysharjoittelua suorittavat lapset parantavat
maksimaalista hapenottookykyään lähinnä kehittämällä sydämen iskutilavuutta. Kuiten-
kin tähän vaikuttavat mekanismit ovat tieteellisesti todistamatta. (Nottin ym. 2002).

Nuoruuden aikana absoluuttisen maksimaalisen hapenottookyvyn kasvu on yhdistetty
sydämen ja kehon kasvuun. Absoluuttinen hapenottookyky kasvaakin suhteessa kehon
kokoon nähden, kun taas suhteellinen hapenottookyky laskee tytöillä nuoruuden aikana.
Hoikemmilla tytöillä on suurempi sydämen kasvu ja siten myös suurempi absoluuttinen
hapenottookyky. Parhaimmiston kuuluvien hoikempien rytmisten voimistelijoiden on
todettu olevan tehokkaampia kilpailusuorituksessaan kuin heikommat kilpakumppanin-
sa, vaikka maksimaalinen hapenottookyky olisikin kaikilla heillä sama. (Douda ym.
2008.)

Maksimaalinen hapenottookyky ei ollut Alexanderin (1989) tutkimuksessa menes-
tyneimmillä rytmisillä voimisteliijoilla korkein verrattuna heikommin menestyneisiin.
Maksimaalisen hapenottookyvyn keskiarvo tutkimuksessa mukana olleilla kanadalaisilla
huippuvoimisteliijoilla oli 50,4 ml/kg/min. Tutkimuksessa todettiin lisäksi, etteivät anae-
robinen kapasiteetti ja teho vaikuttaneet lajissa menestymiseen. Keskimääräinen mak-
simaalinen hapenottookyky kestävyysjuoksijapojilla ennen murrosikää on tutkittu olevan
60–65 ml/kg/min, kun taas harjoittelemattomilla samanikäisillä pojilla 52 ml/kg/min.
Lasten pienempiin maksimaalisen hapenottookyvyn arvoihin saattavat vaikuttaa harjoit-
telun erilainen kesto ja intensiteetti, kun niitä verrataan aikuisten arvoihin. (Rowland
ym. 2000.)

Joukkuevoimisteluojelma suoritetaan maksimikestävyysalueella. Rönkkö (2006) totesi
tutkimuksessaan, että ohjelman jälkeen mitattu syke oli lähellä maksimia. Voimisteli-
joiden syke nousi yli aerobisen kynnyksen ennen ohjelman ensimmäisen minuutin täyt-
tymistä sekä jo noin 1,5 minuuttia ohjelman alkamisen jälkeen yli anaerobisen kynnyk-
sen. Sykkeen nousu oli melko suoraviivaista nousten nopeasti suorituksen vaatimalle
tasolle. Vaikka voimistelijat olivat kahdesta eri joukkueesta ja suorittivat eri ohjelmat,
niin sykkeet käyttäytyivät silti hyvin samankaltaisesti. Näiden ohjelmien perusteella oh-
jelman rakenteella ei siis ole merkitystä fysiologiseen kuormittavuuteen. Joukkuevoi-

misteluohjelmien rauhallisemmat kohdat olivat ehkä niin lyhyitä, ettei syke ehtinyt laskea niiden aikana. Myös ohjelman jälkeen mitattu laktaatti oli korkea, mikä kertoo anaerobisesta energiantuotosta. (Rönkkö 2006.)

Kestävyysurheilijoina lapset saattavat kohdata yksilöllisiä riskejä intensiivisestä harjoittelusta. On tärkeää pitää huolta riittävästä ravinnosta, jotta paitsi harjoittelu niin myös normaali kasvu on turvattu. Nuorten urheilijoiden tulisi välttää erikoistumasta tiettyyn urheilulajiin ennen murrosikää ja tarpeeton psyykkisen stressi tulisi huomioida ja minimoida. Valvonnassa suoritettu kestävyysurjoittelu antaa parhaat hyödyt nuorelle urheilijalle ilman riskejä. (Shephard & Åstrand 2000, 515.)

4 YHDISTETTY VOIMA- JA KESTÄVYYSHARJOITTELU

4.1 Voima- ja kestävyysuoritus

Nykyään kuntoilun ja urheilun harjoitusohjelmissa on yleistä yhdistellä voima- ja kestävyysuoritteita samaan harjoitukseen muun muassa ajan rajallisuuden ja käytännöllisyyden takia. Yhdistetyssä harjoittelussa on kuitenkin myös ongelmansa. Väsymys, joka syntyy yhdenlaisesta harjoittelusta, saattaa vaikuttaa negatiivisesti toisenlaisen harjoittelun määrään ja laatuun. (Villaca Alves ym. 2012.)

Yleisesti on ajateltu, että intensiivinen samanaikainen voima- ja kestävyysuorittelu ei ole tehokasta. Tieteellisesti tätä ei kuitenkaan ole todistettu, vaan huomiota tulee aina kiinnittää erityisesti yksilöllisen harjoitusohjelman luonteeseen ja intensiteettiin. (Nelson ym. 1990.) Kun halutaan parantaa voima- ja kestävyysominaisuuksia yhdistetyn harjoittelun seurauksena, tulee harjoittelussa ottaa huomioon muutama asia. Sekä voima- että kestävyysuoritteissa tulee käyttää samoja lihasryhmiä. Voima- ja kestävyysuoritteet eivät kuitenkaan saa limittyä eli esimerkiksi voimaharjoitteet eivät saa kehittää kestävyyttä ja päinvastoin. Lisäksi voiman tai esimerkiksi maksimaalisen hapenottokyvyn tulee kehittyä niin paljon, että virheen mahdollisuus voidaan sulkea pois. (Hickson 1980)

Bell ym. (2000) tutkivat 12 viikkoa samanaikaisesti toteutetun voima- ja kestävyysuorittelun vaikutusta pääasiassa voimaominaisuuksiin. Tutkimuksessa ryhmä 1 suoritti pelkästään kestävyysuorittelua polkupyöräergometrillä, ryhmä 2 ylä- ja alavartalon voimaharjoittelua ja ryhmä 3 vastaavaa kestävyys- ja voimaharjoittelua. Voima- ja kestävyysuorittelu suoritettiin eri päivinä. Tutkimuksessa todettiin, että lihasten hypertrofinen vaste on pienempi suoritettaessa voima- ja kestävyysuorittelua samanaikaisesti verrattuna pelkästään voimaharjoitteluun. Yhdistetty harjoittelu ei kehittänyt voimaominaisuuksia yhtä hyvin kuin pelkkä voimaharjoittelu. (Bell ym. 2000.) Samanaikainen voima- ja kestävyysuorittelu heikentääkin mahdollisuutta kehittää voimaa suurilla lihaksen supistumisnopeuksilla (Dudley & Djamil 1985). Yhdistetty voima- ja kestävyysuorittelu voi toisaalta aiheuttaa ylikuormittumista, mikä osaltaan heikentää voi-

man kehittymistä (Kraemer ym. 1995). Myös Hickson (1980) totesi, että yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu heikentää voiman kehittymisen kapasiteettia, mutta ei vaikuta maksimaalisen hapenottokyvyn kehittymisen suuruuteen. Kapillarisaation on todettu lisääntyvän samanaikaisen harjoittelun myötä enemmän kuin pelkän kestävyysharjoittelun (Bell ym. 2000).

Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun on todettu suurentavan suorituksen aikaista maksimaalista hapenottokykyä enemmän kuin pelkkä voimaharjoittelu. Toisaalta hapenottokyky on ollut pienempi yhdistetyn suorituksen jälkeen kuin pelkän voimaharjoittelun jälkeen. (Villaca Alves ym. 2012.) McCarthy ym. (2002) puolestaan tutkivat kolme kertaa viikossa suoritettua voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutuksia lihasten rakenteeseen ja hermostoon aiemmin vähän liikkuneilla ihmisillä. Tutkimuksessa todettiin, että yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu ei heikennä voiman, lihasten hypertrofian tai hermostollisen aktivaation kehittymistä, kun heidän tuloksiaan on verrattu pelkästään voimaharjoittelua tehneen ryhmän tuloksiin. Tutkimus antaa viitteitä siitä, että yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu ei haittaa voiman kehittymistä lyhyellä, tässä tapauksessa 10 viikkoa kestäneellä, harjoitusjaksolla. (McCarthy ym. 2002.)

4.2 Järjestysvaikutus

Chtara ym. (2005) tutkivat yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun järjestyksen vaikutusta aerobiseen suorituskykyyn ja kapasiteettiin. Tutkimukseen osallistuneet 48 miestä jaettiin viiteen eri ryhmään, joista ryhmä 1 teki pelkkää kestävyysharjoittelua eli juoksuharjoituksia, ryhmä 2 voimaharjoittelua eli kiertoarjoittelua ja ryhmät 3 ja 4 sekä kestävyys- että voimaharjoittelua eri järjestyksessä. Ryhmä 5 oli kontrolliryhmä. Ryhmän 3 jäsenet, jotka suorittivat kestävyysharjoittelun jälkeen välittömästi voimaharjoittelun, saavuttivat suuremmat parannukset tutkimuksen juoksumatalla ja heidän aerobisessa kapasiteetissaan kuin muiden ryhmien jäsenet. (Chtara ym. 2005.)

Drummond ym. (2005) vertailivat yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun vaikutusta harjoituksen jälkeiseen hapenkulutukseen. Tutkimukseen osallistuneet koehenkilöt oli jaettu neljään ryhmään. Yksi ryhmä teki pelkästään voimaharjoittelua kuntosalilaitteilla ja toinen kestävyysharjoittelua juoksumatalla. Kolmas ryhmä suoritti ensin voimahar-

joitteet ja sen jälkeen kestävyysharjoitteet. Neljäs ryhmä suoritti liikkeet päinvastaisessa järjestyksessä. Maksimaalinen hapenottokyky arvioitiin juoksumatolla suoritettuna kestävyystestin aikana sekä sen jälkeen. Suorituksen aikainen maksimaalinen hapenottokyky oli suurin kolmannella ryhmällä eli ryhmällä, joka suoritti voimaharjoitteet ennen kestävyysharjoitteita. Kymmenen minuuttia testin jälkeen maksimaalinen hapenottokyky oli puolestaan suurin pelkkää voimaharjoittelua tehneillä sekä ensin kestävyysharjoittelun tehneellä neljännellä ryhmällä. (Drummond ym. 2005)

Chtara ym. (2008) tutkivat edellä mainitun yhdistetyn kestävyysharjoittelun ja kierto-harjoitteluna toteutetun voimaharjoittelun järjestyksen vaikutusta lihasten voiman ja tehon kehittymiseen. Tutkimus osoitti, että tämä 12 viikkoa kestänyt voimaharjoittelu kehitti merkittävästi lihasten voimaa, räjähtävää voimaa ja tehoa sekä voimakestävyyttä. Kun tämä kierto-harjoittelu yhdistettiin kestävyysharjoitteluun, voima ja räjähtävä voima sekä teho kehittyivät, mutta eivät yhtä paljon kuin pelkän voimaharjoittelun jälkeen. Tutkimuksessa ei havaittu olevan vaikutusta sillä, missä järjestyksessä kestävyys- ja voimaharjoittelu tehtiin samassa harjoituksessa. Mikäli voiman kehittäminen on harjoitusohjelman pääasiallinen tavoite, ei suositella yhdistettyä kestävyys- ja voimaharjoittelua. (Chtara ym. 2008.)

5 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESEIT

Tutkimuksen päätavoitteena oli tutkia yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun järjestyksen vaikutusta joukkuevoimistelun hyppyihin ja muuttujiin, jotka vaikuttavat muun muassa hypyn ponnistukseen, ilmalentoon ja alastuloon. Tutkimuksessa tarkasteltiin lisäksi harjoittelujakson vaikutusta kestävyys- ja voimaominaisuuksiin 12–14-vuotiailla joukkuevoimistelijoilla.

Erityisesti haluttiin selvittää

- 1) Missä järjestyksessä voima- ja kestävyysharjoitteet kannattaa suorittaa, jotta joukkuevoimisteluhypyt kehittyisivät mahdollisimman hyvin 12–14-vuotiailla joukkuevoimistelijoilla?
- 2) Millainen vaikutus tietyllä 12 viikon voima- ja kestävyysharjoitusjaksolla on nuorten joukkuevoimistelijoiden fyysisiin ominaisuuksiin?

Hypoteesit:

- 1) Voimaharjoitteet kannattaa hyppyjen parhaan mahdollisen kehittymisen kannalta tehdä ennen kestävyysharjoitteita, koska silloin lapset jaksavat tehdä voimaharjoitteet paremmin kuin kestävyysharjoituksen jälkeen. Hyppyihin vaadittavat fyysiset ominaisuudet paranevat enemmän, kun voimaharjoitteita suorittaessa ei ole väsynyt.
- 2) Joukkuevoimistelijoiden voima- ja kestävyysominaisuudet kehittyvät 12 viikon harjoitusjakson aikana.

6 MENETELMÄT

6.1 Koehenkilöt

Tutkimukseen osallistui 14 joukkuevoimistelijaa, joiden keskiarvoikä \pm keskihajonta oli tutkimuksen alkaessa $12,3 \pm 0,6$ vuotta, pituus 155 ± 7 cm ja paino 46 ± 8 kg. He kaikki ovat harrastaneet lajia useamman vuoden. Koehenkilöt kuuluivat kahteen eri joukkueeseen. Tutkimuksessa koehenkilöt jaettiin sattumanvaraisesti kahteen ryhmään riippumatta siitä kummassa joukkueessa kilpailevat. Ryhmien harjoittelujaksot olivat muuten samanlaiset paitsi että ryhmät suorittivat kestävyys- ja voimaharjoitteluharjoitteet eri järjestyksessä toisiinsa nähden.

Ensimmäinen joukkue kilpaili 12–14-vuotiaiden mestaruussarjassa. Joukkueessa voimistelee yhdeksän tyttöä. Mestaruussarjassa kilpaileva joukkue harjoitteli syksyllä 2011 valmentajan johdolla noin kahdeksan tuntia viikossa. Lisäksi jokaisella tytöllä oli koti-harjoitteluohjeet. Joukkue osallistui syksyn välinekaudella joukkuevoimistelun Sydän-Suomen aluekilpailuihin, TUL:n mestaruuskilpailuihin sekä mestaruussarjojen välinemestaruuskilpailuihin.

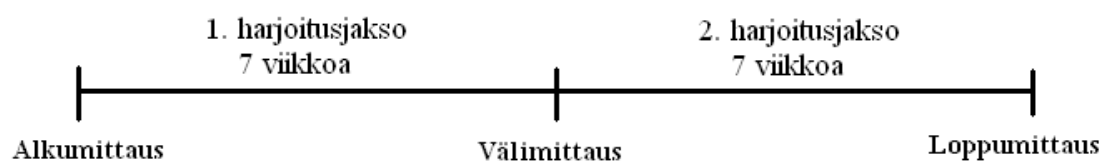
Toinen tutkimukseen osallistunut joukkue kilpaili 12–14-vuotiaiden kilpasarjassa. Joukkueessa voimisteli yhteensä 6 tyttöä ja he harjoittelivat valmentajan johdolla noin kuusi tuntia viikossa. Myös heillä oli näiden harjoitusten lisäksi suoritettavana kotona voimisteluharjoitteita. Kilpasarjan joukkue osallistui syksyn aikana joukkuevoimistelun Sydän-Suomen aluemestaruuskilpailuihin, TUL:n mestaruuskilpailuihin sekä kilpasarjojen välinemestaruuskilpailuihin. Yksi tämän joukkueen voimistelijoista ei pystynyt osallistumaan tähän tutkimukseen terveydellisistä syistä.

Tiedote tutkimuksesta toimitettiin koehenkilöiden mukana heidän vanhemmilleen (liite 1). Tästä tiedotteesta kävi ilmi muun muassa tutkimuksen tarkoitus, suoritettavat testit ja harjoitukset sekä tutkimuksen hyödyt ja haitat. Tiedote oli myös suostumuslomake, johon pyydettiin huoltajan allekirjoitus. Huoltajat täyttivät lisäksi esitietolomakkeen (liite 2), josta ilmenivät mahdolliset esteet tutkimukseen osallistumiselle. Tutkimukseen osallistuminen oli täysin vapaaehtoista.

Tutkimuksen harjoittelujakso ei pääasiassa poikkea normaaleista joukkuevoimisteluharjoituksista. Näin ollen tutkimuksessa ei pitäisi olla eettisiä ongelmia koehenkilöiden nuoresta iästä huolimatta. Voima- ja kestävyysharjoituksia tehdään lajissa jatkuvasti. Tässä tutkimuksessa painotus näiden ominaisuuksien harjoittelussa on kuitenkin normaalia suurempi ja harjoitteet vähemmän lajinomaisia. Jokainen koehenkilö tekee harjoitukset kuitenkin oman kuntonsa mukaan eli loukkaantumisriski on tällöin periaatteessa yhtä pieni kuin muissa joukkuevoimisteluharjoituksissakin. Mittaustilanteessa loukkaantumisriski voi kasvaa uuden tilanteen, paikan ja jännityksen vaikutuksesta. Kuitenkin myös mittauksessa tehtävät testit ovat koehenkilöille tuttuja lukuun ottamatta isometrisiä maksimivoimatestejä. Tutkimuksessa suoritettavia hyppyjä ja liikkuvuusliikkeitä toistetaan normaaleissakin harjoituksissa jatkuvasti. Myös isometrisen voimantuoton mittaamisessa loukkaantumisriski on suhteellisen pieni ja näin ollen menetelmä on turvallisin lasten maksimivoiman mittaukseen. Jyväskylän yliopiston eettinen toimikunta antoi tutkimukselle puoltavan lausunnon 15.9.2011.

6.2 Tutkimussuunnitelma

Tutkimuksen ensimmäinen harjoitusjakso sekä alku- ja välimittaukset suoritettiin syksyn 2011 aikana. Voima- ja hyppymittaukset suoritettiin samana päivänä, kun taas kestävyysmittaus eri päivänä. Kuvassa 4 on esitetty tutkimuksen harjoitusten ja mittausten aikataulu. Harjoittelujakson pituus oli 7 viikkoa. Tutkimuksen alkumittaus suoritettiin 10 ± 5 päivää (voima- ja hyppy) ja 6 ± 0 päivää (kestävyys) ennen ensimmäistä harjoitusta ja välimittaus 5 ± 1 päivää (voima- ja hyppy) ja 9 ± 5 päivää (kestävyys) ensimmäisen harjoitusjakson päättymisen jälkeen. Toinen 7 viikkoa kestänyt harjoitusjakso ja tutkimuksen loppumittaus suoritettiin keväällä 2012. Välimittauksen ja toisen harjoitusjakson välissä oli 15 ± 1 päivää (voima- ja hyppy) ja 11 ± 4 päivää (kestävyys). Loppumittaus suoritettiin 7 ± 0 päivää (voima- ja hyppy) ja 19 ± 0 päivää (kestävyys) toisen harjoitusjakson päättymisen jälkeen.



KUVA 4. Tutkimuksen harjoitus- ja mittausaikataulu.

Harjoittelua toteutettiin kummankin harjoitusjakson aikana kahdesti viikossa tunti kerrallaan. Harjoituspäivät vaihtelivat, mutta ne eivät olleet viikon peräkkäisinä päivinä. Tutkimukseen osallistuvat voimistelijat suorittavat myös tutkimuksen ulkopuolella normaaleissa lajiharjoituksissa sekä kilpailuissa erilaisia voima- ja kestävyysharjoitteita. Tutkimuksen ulkopuolella tapahtuvissa harjoituksissa kuitenkin määrällisesti vähennettiin erityisesti jalkojen voimaharjoittelua, jotta koehenkilöt eivät ylikuormittuisi tutkimuksen aikana ja jotta tutkimuksen harjoitteet pystyttäisiin suorittamaan loppuun asti tarkasti ja samalla tavoin.

6.2.1 Harjoitusjaksot

Kestävyysharjoittelu. Ensimmäinen ryhmä eli K+V -ryhmä teki vaihtelevien noin puoli tuntia kestäneen voimistelulämmittelyn sekä dynaamisen venyttelyn jälkeen heti kestävyysharjoittelun. Toinen ryhmä eli V+K -ryhmä puolestaan teki kestävyysharjoittelun vasta alkulämmittelyn, venyttelyn ja voimaharjoittelun jälkeen. Kestävyysharjoittelu suoritettiin pääasiassa ulkona säähän sopivissa varusteissa. Kovilla pakkasilla tammi-helmikuussa harjoittelua tehtiin myös muutamia kertoja sisätiloissa.

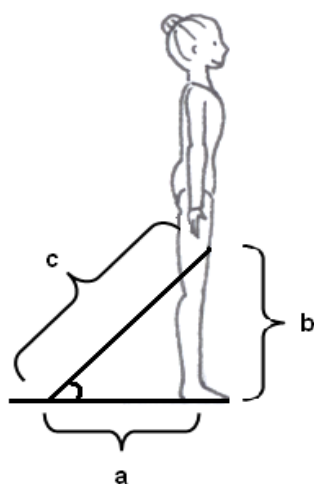
Ensimmäisen seitsemän viikkoa kestäneen harjoitusjakson kestävyysosuus alkoi 20 minuutin rauhallisella hölkällä. Koehenkilöitä ohjeistettiin hölkkäämään sellaisella nopeudella, että pystyivät puhumaan koko ajan. Mikäli koehenkilö ei jaksanut koko aikaa hölkätä, sai hän välillä reippaasti kävellä. Hölkän jälkeen oli vuorossa kahden minuutin palautteleva kävely ja kolmen minuutin hieman hölkkää kovempi juoksu. Koehenkilön tuli määrittää juoksunopeutensa siten, että jo selvästi hengästyi, mutta jaksoi kuitenkin juosta tasaisesti koko kolme minuuttia samalla vauhdilla. Kestävyysharjoittelun loppuun tehtiin vielä sama kahden minuutin palautteleva kävely sekä kolmen minuutin kovempi juoksu uudestaan, minkä jälkeen koehenkilöt palasivat takaisin voimistelusaliiin.

Toisen harjoitusjakson kestävyysharjoittelu poikkesi hieman ensimmäisen harjoitusjakson kestävyysharjoittelusta. Tällä kertaa kestävyysharjoittelu alkoi 15 minuutin hölkällä, mihin koehenkilöt ohjeistettiin samalla tavoin kuin ensimmäisen jakson hölkkään eli koehenkilön tuli hölkätä sellaisella nopeudella, että pystyi puhumaan koko ajan. Hölkän jälkeen koehenkilöt juoksivat kaksi minuuttia hieman kovempaa siten, että jo selvästi hengästyivät, mutta jaksivat kuitenkin juosta koko kaksi minuuttia samalla tasaisella

nopeudella. Kovemman juoksun jälkeen hölkkä taas jatkui kymmenen minuutin ajan ja loppuun tehtiin vielä kolmen minuutin kovempi juoksu.

Voimaharjoittelu. Toinen ryhmä eli V+K -ryhmä teki vaihtelevien noin puoli tuntia kestäneen voimistelulämmittelyn sekä venyttelyjen jälkeen heti voimaharjoittelun. Ensimmäinen ryhmä eli K+V -ryhmä puolestaan teki voimaharjoittelun vasta alkulämmittelyn, venyttelyn ja kestävyysharjoittelun jälkeen. Voimaharjoittelu suoritettiin pareittain sisätiloissa voimistelukuminauhoja (Eco Body, medium, 1,2 m) apuna käyttäen. Parista aina sama aloitti jokaisen voimaharjoitteluliikkeen ja jokainen pari teki liikkeet aina yhdenaikaisesti. Koehenkilöitä ohjeistettiin katsomaan aina, kuminauhan keskikohta oli oikeassa kohdassa. Kaikki voimaharjoitteluliikkeet suoritettiin rauhallisen tasaiseen tahtiin valmentajan valvonnassa.

Ensimmäisen jakson voimaharjoitteluosuus aloitettiin kyykyillä. Jaloissa tuli olla hartioiden levyinen haara-asento ja polvien tuli käydä kyykyn alimmassa kohdassa 90 asteen kulmassa. Kuminauha laitettiin ennen liikkeen suorittamista koehenkilön reisien päälle siten, että kuminauhan keskikohta jäi keskelle jalkojen väliin. Pari veti kuminauhan päät lattiaan. Jokaiselle koehenkilölle laskettiin erikseen mitta, kuinka pitkälle kuminauhan päät tuli vetää pohjeluun ulkokehräsen kohdalta suoraan taakse lattiaa pitkin, jotta kuminauha venyi kahden metrin mittaiseksi. Mitta laskettiin Pythagoraan lausetta apuna käyttäen kuvan 5 mukaisesti. Kumpikin parista teki vuorotellen kyykkyjä yhteensä kaksi 20 toiston sarjaa.



$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$a = \sqrt{(c^2 - b^2)}, \text{ missä}$$

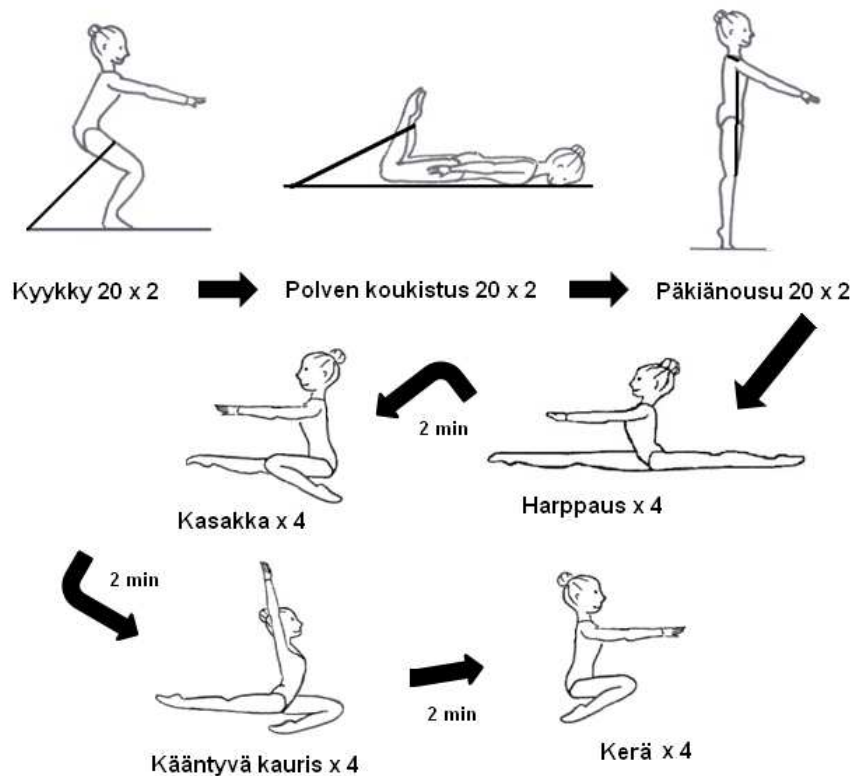
a = mitta lattialla, jossa kuminauha venynyt kahden metrin mittaiseksi

b = jalan pituus lattiasta reisilihakseen puoliväliin

c = 80 cm (puolikkaan kuminauhan pituus, josta vähennetty keskimääräinen reisien leveys 40 cm)

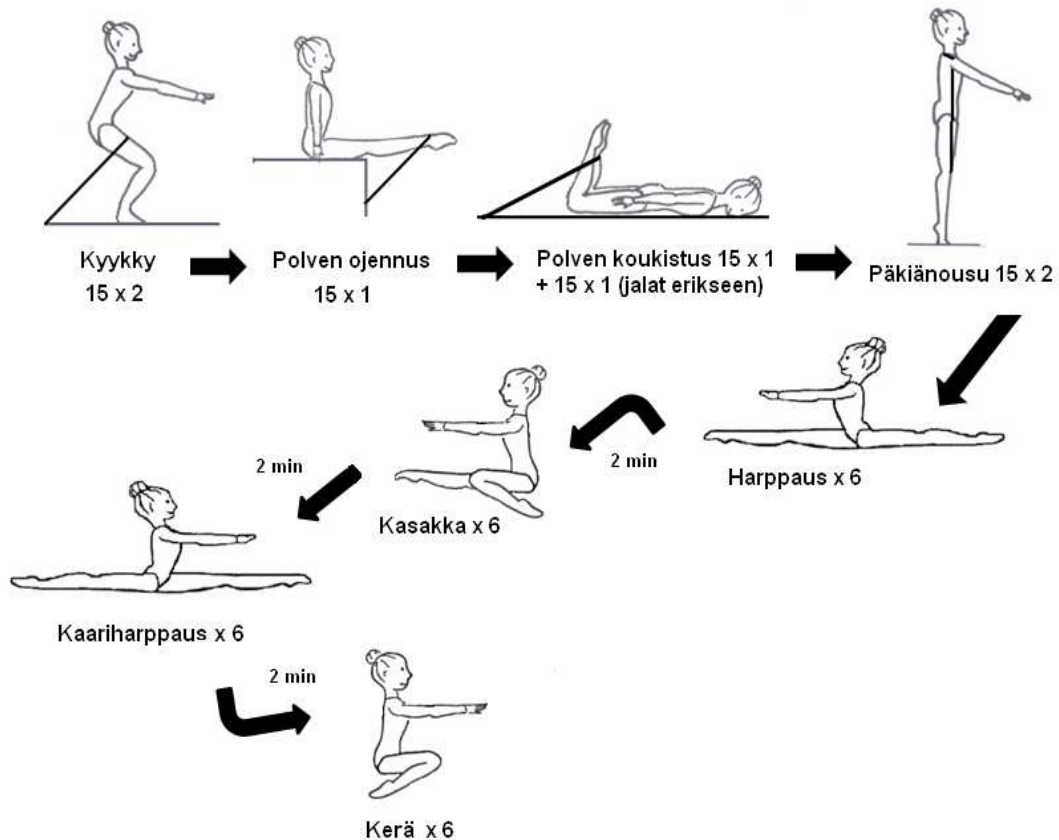
KUVA 5. Voimaharjoittelun kyykkyliikkeen kuminauhan paikan määrittäminen siten, että kuminauha venyy kaikilla koehenkilöillä yhtä paljon eli kaksi metriä. (Mukailtu Svoli 2010.)

Kyykkyjen jälkeen tehtiin takareisiharjoite maassa mahallaan koukistaen jalat polvista 90 asteen kulmaan jalat lähellä toisiaan nilkat ojennettuina ja palautettiin jalat takaisin alas. Kuminauhan keskikohta laitettiin koehenkilön nilkkojen päälle ja kuminauhan päät kummallekin sivulle kohtisuoraan metrin päähän nauhan venyessä ennen liikkeen alkamista kahden metrin pituiseksi. Ensin puolet ryhmän koehenkilöistä tekivät yhtä aikaa 20 toistoa ja sen jälkeen toiset tekivät vastaavat 20 toistoa. Kaikki koehenkilöt suorittivat liikkeestä kaksi sarjaa. Voimaharjoittelu jatkui pohjelihasharjoitteella eli ääripäkiä-nousuilla jalat yhdessä. Kuminauha oli tässä liikkeessä niskan takana keskellä. Nauhan päistä mitattiin 40 cm kohtisuoraan alaspäin ja merkittiin kohta, jonne pari veti kuminauhan päät. Myös tästä liikkeestä tehtiin kaksi 20 toiston sarjaa pareittain vuorotellen. Voimaharjoittelun loppuksi jokainen koehenkilö teki lajihyppyt maksimaalisesti eli kaksi harppaushyppyä, kasakkahyppyä ja kääntyvää kaurishyppyä oikealla ja vasemmalla jalalla. Vauhtina näissä hyppyissä oli aina kaksi juoksuaskelta ja vaihtoaskel. Lopuksi tehtiin vielä neljä kerähyppyä tasaponnistuksesta. Hyppyä edeltävä kevennys tehtiin kaksi kertaa oikealla ja kaksi kertaa vasemmalla jalalla. Harppaushyppyjen, kasakkahyppyjen, kääntyvien kaurishyppyjen ja kerien väleissä pidettiin aina kahden minuutin tauko. Kuvassa 6 on esitetty kuvin koko ensimmäisen jakson voimaharjoitteluosuus.



KUVA 6. Ensimmäisen jakson voimaharjoitteluosuus. (Mukailtu Svoli 2010.)

Toisen harjoitusjakson voimaharjoittelu poikkesi hieman ensimmäisen harjoitusjakson voimaharjoittelusta (kuva 7). Kyykyt tehtiin muuten samoin kuin ensimmäisellä harjoitusjaksolla paitsi, että kuminauha venyi tällä kertaa 2,4 metriä liikkeen ollessa siis rankempi. Pari ei ottanut kiinni kuminauhan päistä, vaan 20 cm:n päästä ja veti kyseiset kohdat lattiaan. Kumpikin parista teki vuorotellen yhteensä kaksi 15 toiston sarjaa. Seuraavaksi koehenkilöt suorittivat polvien ojennusliikkeen eli etureisiharjoitteen, jota ei tehty ensimmäisellä harjoitusjaksolla. Koehenkilöt istuivat esimerkiksi voimistelusalin näyttämön reunalla polvitaieet reunan kohdalla. Kuminauha laitettiin koehenkilön nilkkojen päälle ja pari piti kuminauhaa koehenkilön jalkojen takana siten, että rentona ennen liikkeen alkua kuminauha oli 40 cm pitkä. Kumpikin parista teki liikkeestä vuorotellen yhden 15 toiston sarjan. Tämän jälkeen voimaharjoittelu jatkui takareisiharjoitteella, joka oli tuttu ensimmäiseltä harjoitusjaksolta. Kuormitus oli tällä kertaa suurempi, koska kuminauha kiristettiin ennen liikkeen alkua venymään 2,4 metrin pituiseksi. Liikkeestä suoritettiin ensin kahdella jalalla 15 toistoa, minkä jälkeen vielä kummallakin jalalla 15 toistoa erikseen. Kumpikin pari suoritti tämän sarjan vain kerran. Seuraavaksi suoritettiin ääripäkiänousut vastaavasti kuin ensimmäisellä harjoitusjaksolla paitsi kuminauha venyi tällä kertaa 2,4 metriä. Yhteensä liikkeestä tehtiin kaksi 15 toiston sarjaa. Maksimaalisia lajihyppyjä tehtiin hieman enemmän kuin ensimmäisessä harjoitusjaksossa. Harppaushyppyjä ja kasakkahyppyjä tehtiin kummallakin jalalla kolme. Kääntyvien kaurishyppyjen tilalla tehtiin nyt kolme kaariharppausta kummallakin puolella sekä loppuun kuusi kerähyppyä. Kolmessa kerähyppyssä kevennys tehtiin oikealla ja kolmessa vasemmalla jalalla. Harppaushyppyjen, kasakkahyppyjen, kaariharppauksien ja kerähyppyjen väleissä pidettiin jälleen kahden minuutin tauot.

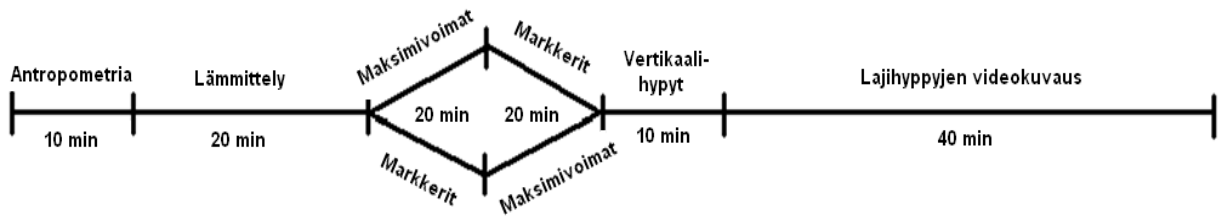


KUVA 7. Toisen jakson voimaharjoitteluosuus. (Mukaiu Svoli 2010.)

6.2.2 Mittaukset

Tutkimuksen mittauksiin kuuluivat voima- ja hyppymittaukset sekä eri päivänä suoritettu kestävyystesti. Koehenkilöt tulivat voima- ja hyppymittauksiin pääosin pareittain, mittausprotokolla (kuva 8) yhdellä parilla kesti noin kaksi tuntia Aluksi koehenkilöltä mitattiin antropometriset muuttujat eli pituus ja paino. Tämän jälkeen koehenkilöt suorittivat vapaavalintaisen lämmittelyn, joka kesti korkeintaan 20 minuuttia. Lämmittelyn jälkeen toiselta koehenkilöltä mitattiin alaraajojen maksimivoimat ja samaan aikaan toiselle koehenkilölle kiinnitettiin markkerit. Seuraavaksi koehenkilöt suorittivat vertikaalihyppyä voimalevyllä vuorotellen. Vertikaalihyppyjen jälkeen alkoi videokuvaus. Ensin koehenkilöiden spagaatit kuvattiin vuorotellen lattialla, jonka jälkeen kuvattiin lajihyppyä vuorotellen. Hyppyistä valittiin yksi oikea ja vasen harppaushyppy, yksi oikea ja vasen kasakkahyppy sekä yksi tasaponnisteinen kerähyppy koehenkilön omien tunteiden sekä laitteiden toimivuuden ja kuvauksen onnistumisen perusteella.

Koehenkilö 1



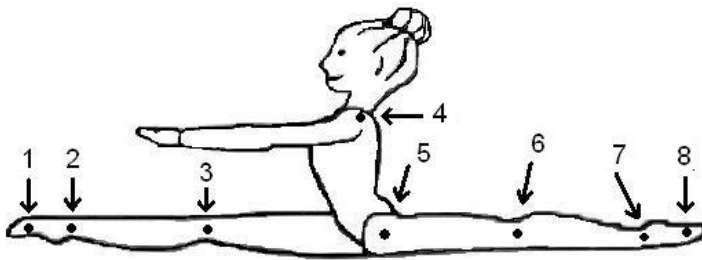
Koehenkilö 2

KUVA 8. Voima- ja hyppymittausten protokolla.

Antropometria. Koehenkilöiden pituus mitattiin seinään kiinnitetyn mittanauhan avulla. Mittaus suoritettiin ilman kenkiä kantapäiden ollessa yhdessä ja kiinni seinässä. Painon mittaamisessa käytettiin digitaalista HF351/00 vaakaa (Philips, Kiina), jonka maksimikapasiteetti oli 150 kg ja tarkkuus 100 g.

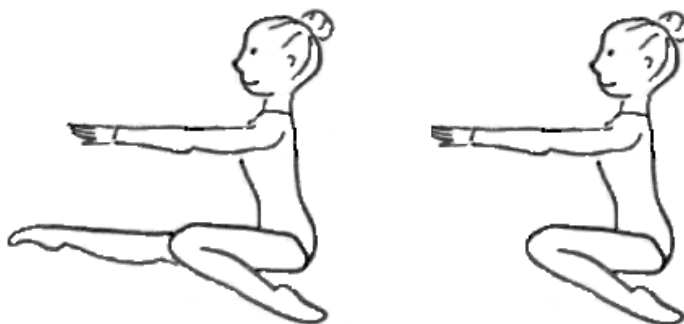
Alaraajojen maksimivoimat. Etu- ja takareiden isometrinen maksimivoima mitattiin voimatuolissa polven ojennuksella ja koukistuksella. Koehenkilö istui tiukasti kiinni tuolin etureunassa ristiselän ollessa tukevasti selkänöjassa. Polvikulma oli kummassakin liikkeessä 107 astetta. Lantion liike oli estetty tukivyön avulla. Pohjelihaksen isometrinen maksimivoima mitattiin puolestaan jalkadynamometrillä nilkkojen ojennuksella polvien ollessa liikkeen aikana suorina. Nilkkakulma oli 105 astetta. Maksimaalinen voimantuotto pyrittiin tekemään vain pohjelihaksia käyttäen.

Lajihyppyt. Koehenkilöillä oli mustat vaatteet, joihin kiinnitettiin valoa heijastavat noin kaksi senttimetriä halkaisijaltaan olevat markkerit. Kaikki markkerit olivat vaatteissa kiinni teipillä. Kaikissa hyppyissä markkereita oli koehenkilössä kiinni 16, mutta kunkin hypyn videokuvassa oli mahdollista näkyä vain ne markkerit, jotka olivat kameran puolella eli maksimissaan kahdeksan markkeria. Kaikissa hyppyissä markkerit olivat kiinnitetty kuvassa 9 merkittyihin kohtiin eli kummankin jalan ensimmäisen varvasluun mediaalipuolelle (1), sisäkehräkseen (2), reisiluun sisäsivunastaan (3), reisiluun isoon sарvennoiseen (5), reisiluun ulkosivunastaan (6), ulkokehräkseen (7) ja viidennen varvasluun lateraalipuolelle (8). Kaikkien hyppyjen aikana markkerit olivat lisäksi kiinnitetty suuriin olkakyhmyihin (4).



KUVA 9. Markkerien paikat lajihypyissä. Esimerkkinä oikean harppauksen videokuvassa näkyvät markkerit. (Mukailtu Svoli 2010.) Toisessa kuvassa tutkimuksen koehenkilö markkereineen ennen virallisten mittausten alkua.

Lajihyppy suoritettiin voimalevyllä. Voimalevyn pituus oli 10 metriä ja leveys 40 cm. Voimalevyn signaali muunnettiin digitaaliseksi AD-muuntimella sekä tallennettiin Signal 4.0 tietokoneohjelmalla. Harppauksessa (kuva 9) ja kasakkahypyissä (kuva 10) vauhdinottona ennen varsinaista hyppyä oli kaksi juoksuaskelta ja vaihtoaskel aivan kuten harjoitusjaksoillakin. Kerähyppy (kuva 10) tehtiin tasaponnistuksella, jota edelsi kevennys oikealla jalalla. Lajihyppyjen videokuvauksessa käytettiin yhtä Fastec InLine-kameraa (Fastec Imaging Corporation, Yhdysvallat). Kuvanopeutena käytettiin 250 kuvaa / sek. Suljinnopeus oli 1 / 500 sek ja resoluutio 640 x 480. Kalibroinnissa käytettiin neliön muotoista kehikkoa, jonka sivun pituus oli 198 senttimetriä.



KUVA 10. Kasakka- ja kerähyppy ilmalennon ylimmässä kohdassa.

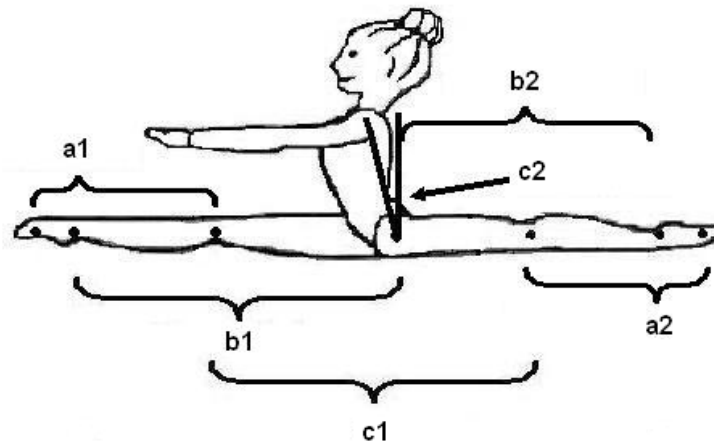
Vertikaalihyppy. Staattinen hyppy ja kevennyshyppy suoritettiin voimalevyllä. Kummassakin hypyssä kädet pidettiin lanteilla ja selkä suorana. Staattisessa hypyssä pysyttiin 90 asteen polvikulmassa 2-3 sekuntia, jonka jälkeen koehenkilö teki maksimaalisen ponnistuksen suoraan ylöspäin ilman kevennystä. Kevennyshypyssä koehenkilö puolestaan teki nopean kevennyksen 90 asteen polvikulmaan ja sen jälkeen välittömästi maksimaalisen ponnistuksen ylöspäin. 90 asteen polvikulmaa tarkkailtiin silmämääräisesti tutkijoiden toimesta. (Bosco ym. 1983.) Kukin koehenkilö suoritti 2-3 suoritusta kummastakin vertikaalihypystä.

Kestävyys. Kestävyystesti suoritettiin joukkueiden normaalien lajiharjoitusten yhteydessä eri koulujen liikuntasaleissa. Ennen kestävyystestiä koehenkilöt suorittivat noin puoli tuntia kestäneen vaihtelevan voimistelulämmittelyn ja dynaamisen venyttelyn. Kestävyystesti suoritettiin Nuoren Suomen Kasva urheilijaksi -sukkulajuoksun testiohjeiden mukaisesti. Testissä käytettiin Kasva urheilijaksi -testipatteriston sukkulajuoksun ääninauhaa. Sukkulajuoksussa koehenkilöt juoksivat 20 metrin päässä toisistaan olevien viivojen väliä äänimerkkien mukaan. Lattiaan oli teipillä merkitty kahden metrin päähän molemmista viivoista oleva varoituslinja. Pari laski koehenkilöiden sukuloita ja antoi varoituksia. Varoituksia sai, mikäli koehenkilö ei ehtinyt varoituslinjan yli ennen uutta äänimerkkiä tai ei käynyt huolellisesti koskettamassa päätyviivaa. Tipahdus testistä tapahtui toisesta peräkkäisestä varoituksesta. Mikäli pari siis antoi kaksi peräkkäisessä päädyssä tapahtuvaa varoitusta, päättyi koehenkilön testi siihen ja hänen juoksemat sukulat kirjattiin ylös. Sukulat laskettiin siten, että yksi sukula oli aina yksi juostu viivojen väli. Tutkimuksen liitteessä 3 on esitetty Nuoren Suomen Kasva urheilijaksi -sukkulajuokсутestin viitearvot 10–17-vuotiailla tytöillä ja pojilla.

6.2.3 Analyysit

Analysoituja muuttujia vertailtiin sekä koko koehenkilöjoukossa että K+V ja V+K -ryhmien välillä. Alaraajojen isometriset maksimivoimat ja vertikaalihyppyjen nousukorkeudet hyppyjen lentoajoista määritettiin Signal 4.0 tietokoneohjelman avulla. Kuva- ja videoanalyysiä ja lattialla tehdyistä spagaateista tehtiin 2D-liikeanalyysi Vicon Motus 9.2 (Vicon, Iso-Britannia) - tietokoneohjelman avulla. Jokaisen koehenkilön valitusta oikeasta ja vasemmasta harppaushypystä ja kasakkahypystä sekä kerähypystä analysoitiin hypyn pituus eli pituus varpaiden irtoamisesta maasta ponnistuksessa varpaiden

osumiseen maahan alastulossa. Kaikista näistä hyppyistä määritettiin myös nousukorkeus hypyn lentoajasta Signal 4.0 tietokoneohjelmalla. Markkerien avulla määritettiin lisäksi nivelkulmia (kuva 11).



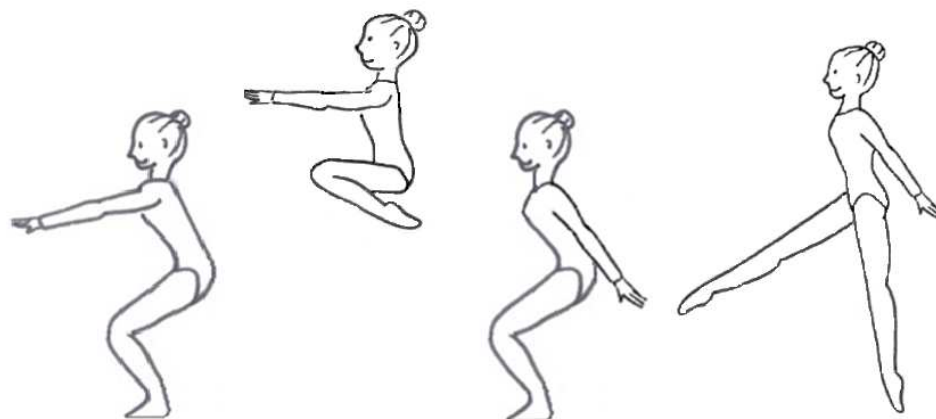
KUVA 11. Harppauksesta määritetyt kulmat. Kulma a tarkoittaa nilkkakulmia (a1= oikea, a2 = vasen), b polvikulmia (b1 = oikea, b2 = vasen), c1 lantiokulmaa ja c2 vartalokulmaa. (Mukaiiltu Svoli 2010.)

Kaikista valituista hyppyistä määritettiin polvi-, nilkka- ja vartalokulmia. Vartalokulma eli ylävartalon ryhti määritettiin akselin iso sarvennoinen – suuri olkakyhmy ja Y- akselin välisen kulman mukaan. Harppauksessa polvi- ja vartalokulmat määritettiin syvimmän ponnistuksen hetkeltä, ilmalennossa jalkojen ollessa eniten auki sekä syvimmän alastulon hetkeltä. Nilkkakulmat määritettiin vain siinä kohdassa, kun jalat olivat ilmassa eniten auki eli lantiokulman ollessa suurin. Lantiokulma eli reisiluun sisäsivunasta – iso sarvennoinen – reisiluun ulkosivunasta määritettiin vain harppauksesta ja lattialla tehdyistä spagaateista. Lantiokulman maksimia verrattiinkin spagaatin lantiokulmaan. Kasakkahypyistä polvi- ja vartalokulmat määritettiin syvimmän ponnistuksen ja alastulon hetkeltä sekä silloin, kun ilmalennossa koukistuva polvikulma oli pienin. Myös nilkkakulmat määritettiin ilmalennossa samassa kohtaa. Kuvassa 12 on esitetty kasakkahypyn ponnistus, ilmalento ja alastulo analysointihetkiltä. Lisäksi polvien yhteen osumista ilmalennossa eri koehenkilöillä tutkittiin polvimarkkerien avulla.



KUVA 12. Kasakkahyppyn ponnistus, ilmalento ja alastulo. (Mukaiitu Svoli 2010.)

Kerähyppy analysoitiin neljässä vaiheessa eli kevennys-, tasaponnistus-, ilmalento- ja alastulovaiheessa (kuva 13). Vartalo- ja polvikulmat analysoitiin samoin kuin harppaus- ja kasakkahypyissä kaikissa hypyn vaiheissa. Nilkkakulmat analysoitiin kevennyksessä ja ilmalennossa. Lisäksi jalkojen yhdessä pysymistä koko ilmalennon aikana ponnistuksesta alastuloon tutkittiin eri koehenkilöillä oikean jalan markkerien avulla. Mikäli jokin oikean jalan markkereista näkyi ilmalennossa, jalat eivät olleet pysyneet täysin yhdessä.



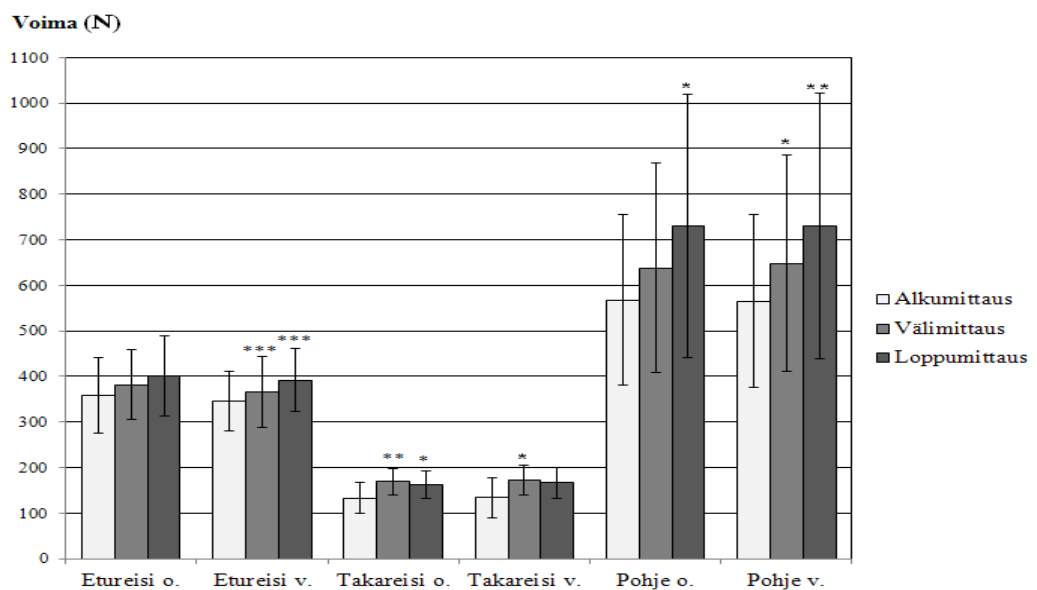
KUVA 13. Kerähyppyn kevennys, tasaponnistus, ilmalento ja alastulo. (Mukaiitu Svoli 2010.)

Tilastolliset analyysit. Tulosten tilastolliset analyysit suoritettiin Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, Yhdysvallat) ja SPSS 19.0 (Statistical Package for the Social Sciences) (SPSS Inc., Yhdysvallat) tietokoneohjelmilla. Analysoitujen muuttujien normaalijakautuneisuutta tarkasteltiin Shapiro-Wilk-testillä. Myös jakauman symmetrisyyttä tarkisteltiin. Tilastollisissa analyyseissa käytettiin Pearsonin korrelaatiota, t-testiä ja toistettujen mittausten ANOVA:aa. Tilastollisen merkitsevyyden raja tässä tutkimuksessa oli $p < 0.05$.

7 TULOKSET

7.1 Jalkalihasten maksimivoimat

Koko koehenkilöjoukolla, alkumittauksesta välimittaukseen tilastollisesti merkitsevästi, suurenivat vasemman etureiden (6 ± 17 %), takareisien (oikea 33 ± 36 %, vasen 48 ± 79 %) sekä vasemman pohkeen (17 ± 18 %) maksimivoimat (kuva 14). Koko tutkimuksen alusta loppuun suurenivat tilastollisesti merkitsevästi lisäksi vasemman etureiden (10 ± 17 %), oikean takareiden (31 ± 39 %) sekä pohkeiden (oikea 24 ± 33 %, vasen 25 ± 33 %) maksimivoimat. Takareisien maksimivoimien keskimääräinen pieneneminen välimittauksesta loppumittaukseen ei ollut tilastollisesti merkitsevää (oikea $p=0.334$, vasen $p=0.341$).

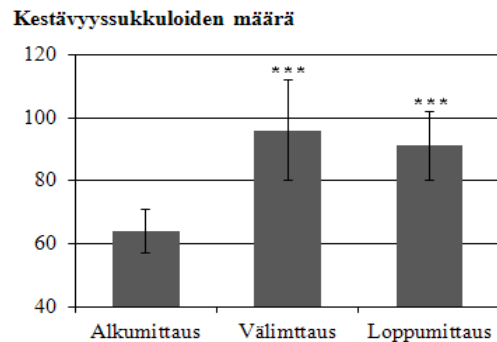


KUVA 14. Jalkalihasten isometristen maksimivoimien muutokset sekä keskihajonnat koko koehenkilöjoukolla alku- väli- ja loppumittauksessa. Tilastollisesti merkitsevä ero (***) = $p < 0.001$, ** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

7.2 Kestävyys

Kokonaisuudessaan kestävyys parani koko koehenkilöjoukolla tutkimuksen aikana 29 ± 10 sukkulaa (47 ± 19 %). Kestävyys suorituskyky parani jo välimittaukseen selkeästi eli 32 ± 15 sukkulaa (52 ± 26 %), mutta pysyi samana tai pieneni loppumittaukseen välimittauksen arvosta (kuva 15). Tämä pieneneminen oli keskimäärin 1 ± 17 sukkulaa ($2 \pm$

25 %) välimittauksesta ($p=1.000$). Välimittauksen kestävyyssukkuloiden keskiarvo oli $96 (\pm 16)$ sukkulaa ja loppumittauksen $91 (\pm 11)$ sukkulaa, mitkä molemmat vastaavat suurinta kuntoluokkaa samanikäisten tyttöjen Nuoren Suomen viitearvoissa (liite 3).



KUVA 15. Kestävyyssukkuloiden määrä koko koehenkilöjoukolla alku-, väli- ja loppumittauksessa. Tilastollisesti merkitsevä ero (***) verrattuna alkumittauksen arvoon.

7.3 Vertikaalihyppyt

Vertikaalihyppyjen nousukorkeudet eivät muuttuneet systemaattisesti. Staattisen hypyn nousukorkeus oli alkumittauksissa $27,1 \pm 2,9$ cm, välimittauksessa $25,4 \pm 3,3$ cm ja loppumittauksessa $25,5 \pm 3,8$ cm. Staattisen hypyn nousukorkeuden lasku välimittaukseen oli tilastollisesti merkitsevä ($p=0.024$). Kevennyshypyn nousukorkeus oli alkumittauksissa $27,5 \pm 3,2$ cm, välimittauksissa $26,7 \pm 2,6$ cm ja loppumittauksissa $26,7 \pm 4,2$ cm, eikä tilastollisesti merkitseviä muutoksia mittausten välillä havaittu.

7.4 Lajihyppyt

Harppaushyppyjen nousukorkeudet olivat tutkimuksessa keskimäärin $21,4 \pm 3,1$ cm, kasakkahyppyjen $25,7 \pm 3,1$ cm ja kerähyppyjen $29,7 \pm 3,5$ cm. Nousukorkeudet eivät muuttuneet tilastollisesti merkitsevästi tutkimuksen aikana (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Lajihyppyjen nousukorkeuksien keskiarvot ja -hajonnat kaikissa mittauksissa.

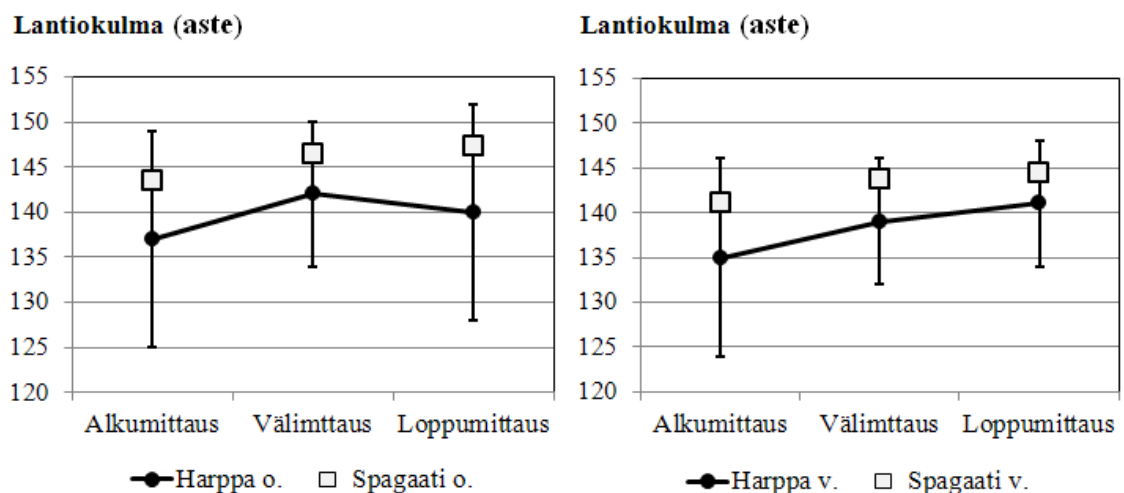
Nousukorkeus (cm)	Alkumittaus (n=14)	Välimittaus (n=14)	Loppumittaus (n=12)
oikea harppaus	$20,6 \pm 3,0$	$21,6 \pm 2,8$	$21,9 \pm 4,2$
vasen harppaus	$20,9 \pm 3,1$	$22,3 \pm 2,7$	$21,2 \pm 2,9$
oikea kasakka	$25,0 \pm 2,8$	$25,5 \pm 3,4$	$25,9 \pm 2,6$
vasen kasakka	$26,3 \pm 3,2$	$26,2 \pm 3,2$	$26,3 \pm 2,7$
kerä	$30,3 \pm 3,7$	$29,0 \pm 3,0$	$29,6 \pm 3,9$

Harppaushyppy olivat tutkimuksessa keskimäärin 148 ± 22 cm pitkiä, kun taas kasakka-hyppy 94 ± 21 cm ja kerähyppy 21 ± 14 cm pitkiä. Lajihyppyjen pituudet eri mittauskerroilla eivät tilastollisesti muuttuneet merkitsevästi. Oikea jalka edessä suoritettun harppauksen ja kasakan pituudet kuitenkin keskimäärin lyhenivät tutkimuksen aikana (taulukko 2). Vasen jalka edessä suoritettujen hyppyjen tai tasaponnisteisen kerän pituuksissa ei havaittu mitään säännönmukaisuutta.

TAULUKKO 2. Lajihyppyjen pituuksien keskiarvot ja -hajonnat eri mittauskerroilla.

Hypyn pituus (cm)	Alkumittaus (n=14)	Välimittaus (n=14)	Loppumittaus (n=12)
oikea harppaus	155 ± 25	148 ± 28	145 ± 17
vasen harppaus	143 ± 17	148 ± 24	146 ± 19
oikea kasakka	98 ± 20	95 ± 20	89 ± 18
vasen kasakka	94 ± 26	99 ± 24	95 ± 22
kerä	23 ± 15	23 ± 13	17 ± 15

Harppaushyppy. Oikeassa harppauksessa lantiokulma oli suurin eli jalat aukesivat eniten välimittauksessa (kuva 16). Jalkojen aukeamisen ero hypyssä ja lattialla tehdyssä spagaatissa oli myös pienin välimittauksessa. Vasemmassa harppauksessa jalkojen aukeaminen kasvoi tutkimuksen kuluessa. Myös ero hypyn ja spagaattien välillä pieneni. Lantiokulman muutoksissa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja.



KUVA 16. Oikean ja vasemman harppauksen lantiokulmien keskiarvot ja -hajonnat koko koehenkilöjoukolla sekä lattialla mitattujen spagaattien lantiokulmien keskiarvot.

Oikeassa harppauksessa etujalan polvi- ja nilkka ojentuivat eniten loppumittauksessa. Takajalan polvi ojentui eniten alkumittauksissa ja takajalan nilkka loppumittauksissa. Vartalokulmassa eli vartalon ryhdissä hypyn ylimmällä kohdalla ei tapahtunut muutoksia. Vasemmassa harppauksessa polvet ojentuivat yhtä hyvin sekä väli- että loppumittauksissa. Sekä etu- että takajalan nilkat ojentuivat eniten välimittauksessa. Hyppy oli myös ryhdikkäin välimittauksessa. Taulukoissa 3 ja 4 esitetty oikean ja vasemman harppauksen keskimääräiset nivelkulmat, niiden keskihajonnat sekä tilastolliset merkitsevyydet.

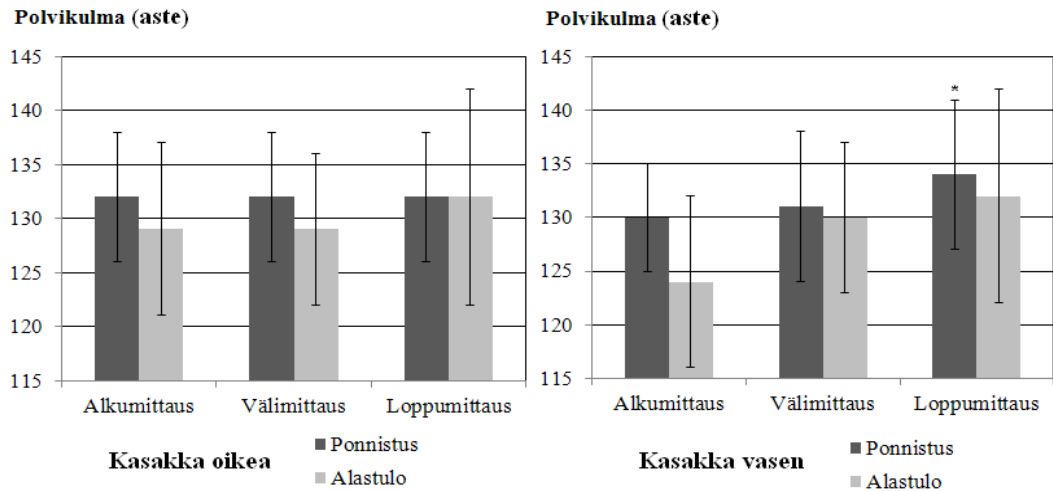
TAULUKKO 3. Oikean harppauksen ylimmässä kohdassa polvien, nilkkojen ja ylävartalon keskimääräiset kulmat ja kulmien keskihajonnat kaikissa mittauksissa. Tilastollisesti merkitsevä ero (* = $p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

Ilmalennon kulmat (aste)	Alkumittaus (n=14)	Välimittaus (n=13)	Loppumittaus (n=12)
oikea polvikulma	187 ± 8	190 ± 7	192 ± 6
vasen polvikulma	165 ± 6	162 ± 10	164 ± 5
oikea nilkkakulma	152 ± 14	156 ± 16 *	163 ± 11 *
vasen nilkkakulma	169 ± 8	166 ± 7 *	171 ± 8
vartalokulma	24 ± 9	22 ± 8	24 ± 6

TAULUKKO 4. Vasemman harppauksen ylimmässä kohdassa polvien, nilkkojen ja ylävartalon keskimääräiset kulmat ja kulmien keskihajonnat alku-, väli- ja loppumittauksessa.

Ilmalennon kulmat (aste)	Alkumittaus (n=14)	Välimittaus (n=13)	Loppumittaus (n=12)
vasen polvikulma	188 ± 3	190 ± 5	190 ± 7
oikea polvikulma	163 ± 10	165 ± 9	165 ± 8
vasen nilkkakulma	156 ± 14	158 ± 10	156 ± 11
oikea nilkkakulma	171 ± 9	174 ± 14	172 ± 13
vartalokulma	21 ± 6	24 ± 6	23 ± 7

Kasakkahyppy. Kasakkahypyissä polvien osuminen yhteen kehittyi oikeassa kasakkahypyssä, mutta samaa ei havaittu vasemmassa kasakkahypyssä. Oikea kasakka ponnistettiin keskimäärin samalla polvikulmalla kaikissa mittauksissa (kuva 17). Vasemmassa hypyissä vastaava kulma suureni hieman tutkimuksen edetessä. Kulman muutos oli tilastollisesti merkitsevä ($p=0.012$). Oikean kasakan alastulon polvikulma pysyi melko samana läpi mittausten, kun taas vasemman hypyn alastulon kulma suureni. Vartalokulman muutoksissa eli ylävartalon kallistumisessa eteen- tai taaksepäin pysty akselista ei havaittu mitään säännönmukaisuutta eri mittausten välillä.



KUVA 17. Kasakkahyppyjen ponnistusten ja alastulojen polvikulmien keskiarvot ja -hajonnat eri mittauksissa. Tilastollisesti merkitsevä ero (* = $p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

Taulukoista 5 ja 6 nähdään, että ilmalennossa kasakkahyppyjen koukistuva jalka koukistui vähemmän tutkimuksen edetessä. Vasemmassa hypyssä koukistus oli suurempi kuin oikeassa. Suora jalka ojentui kummassakin hypyssä enemmän tutkimuksen edetessä. Ojennus ei ollut maksimaalinen ja jalka ojentuikin keskimäärin 170 asteeseen. Oikean kasakan nilkkojen ojennus suureni mittauksesta toiseen, kun taas vasemman kasakan suurin nilkkojen ojennus oli välimittauksessa.

TAULUKKO 5. Oikean kasakan ilmalennon polvi-, nilkka- ja vartalokulmat alku-, väli- ja loppumittauksessa. Tilastollisesti merkitsevä ero (** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

Ilmalennon kulmat (aste)	Alkumittaus (n=14)	Välimittaus (n=14)	Loppumittaus (n=12)
koukkujalan polvikulma	23 ± 6	25 ± 10	28 ± 13
suoran jalan polvikulma	168 ± 8	167 ± 6	170 ± 7
koukkujalan nilkkakulma	132 ± 97	161 ± 23	162 ± 18
suoran jalan nilkkakulma	148 ± 6	153 ± 7 *	158 ± 8 **
vartalokulma	15 ± 5	16 ± 6	18 ± 4

TAULUKKO 6. Vasemman kasakan ilmalennon polvi-, nilkka- ja vartalokulmat alku-, väli- ja loppumittauksessa. Tilastollisesti merkitsevä ero (***) = $p < 0.001$) verrattuna alkumittaukseen.

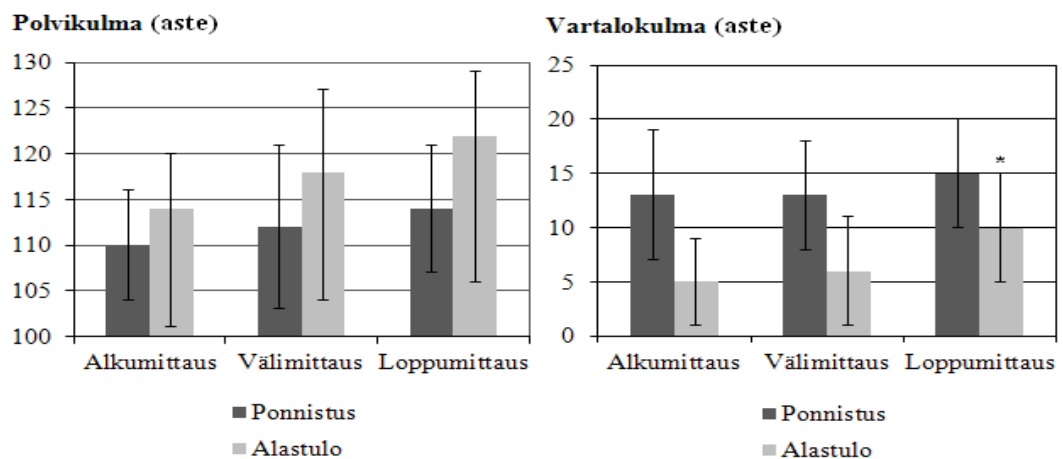
Ilmalennon kulmat (aste)	Alkumittaus (n=14)	Välimittaus (n=14)	Loppumittaus (n=12)
koukkujalan polvikulma	23 ± 5	24 ± 7	24 ± 10
suoran jalan polvikulma	166 ± 4	167 ± 5	168 ± 4
koukkujalan nilkkakulma	151 ± 20	157 ± 22 ***	155 ± 19
suoran jalan nilkkakulma	150 ± 14	157 ± 11 ***	155 ± 12
vartalokulma	13 ± 8	15 ± 7	17 ± 5

Kerähyppy. Kerän kevennyksessä vasen polvi ojentui hieman enemmän kuin oikea polvi (taulukko 7). Polven ojentaminen ei juuri muuttunut tutkimuksen aikana. Vasen nilkka ojentui kevennyksessä kaikissa mittauksissa lähes yhtä paljon, kun taas oikean nilkan ojennus suureni tilastollisesti merkitsevästi tutkimuksen edetessä. Vartalon asennossa ei juuri tapahtunut muutoksia.

TAULUKKO 7. Kerähypyn kevennyksen polvi-, nilkka- ja vartalokulmat alku-, väli- ja loppumittauksessa keskimäärin koko koehenkilöjoukolla. Tilastollisesti merkitsevä ero (* = $p < 0.05$) verrattuna alkumittaukseen.

Kevennyksen kulmat (aste)	Alkumittaus (n=14)	Välimittaus (n=14)	Loppumittaus (n=12)
vasen polvikulma	180 ± 6	179 ± 7	176 ± 11
oikea polvikulma	173 ± 9	171 ± 9	172 ± 4
vasen nilkkakulma	161 ± 7	158 ± 7	158 ± 12
oikea nilkkakulma	161 ± 9	163 ± 9	167 ± 10 *
vartalokulma	8 ± 4	7 ± 5	10 ± 6

Koehenkilöt eivät ponnistaneet kerää tutkimuksen edetessä yhtä syvältä kuin alkumittauksissa, eivätkä käyneet niin alhaalla alastulossa (kuva 18). Vartalon asennossa ponnistuksessa ei tapahtunut suuria muutoksia. Alastulossa koehenkilöiden kallistuminen eteen tai taakse lisääntyi tilastollisesti merkitsevästi loppumittaukseen.



KUVA 18. Kerähypyn polvi- ja vartalokulmien keskiarvot sekä -hajonnat eri mittausten ponnistuksissa ja alastuloissa. Tilastollisesti merkitsevä ero (* = $p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

Kerän ilmalennon pienin polvikulma oli välimittauksessa eli silloin koehenkilöt koukistivat jalkoja eniten ilmassa. Myös nilkat ojentuivat eniten ja vartalo oli ryhdikkäimmin välimittauksessa. Koehenkilöiden kallistuminen eteen tai taakse lisääntyikin tilastolli-

sesti merkitsevästi loppumittaukseen. Kaikki kerähypyn ilmalennon kulmat on esitetty taulukossa 8.

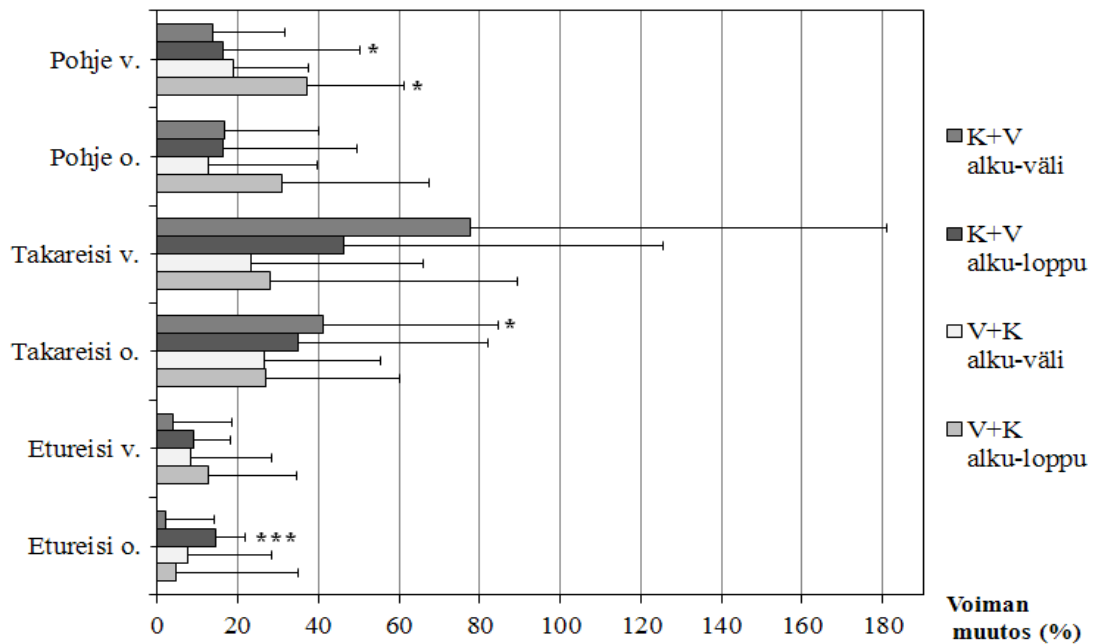
TAULUKKO 8. Kerän ilmalennon aikaisten polvi-, nilkka- ja vartalokulmien keskiarvot sekä keskihajonnat alku-, väli- ja loppumittauksissa. Tilastollisesti merkitsevä ero (* = $p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

Ilmalennon kulmat (aste)	Alkumittaus (n=14)	Välimittaus (n=14)	Loppumittaus (n=12)
polvikulma	31 ± 7	28 ± 4	32 ± 8
nilkkakulma	159 ± 19	167 ± 11	162 ± 8
vartalokulma	23 ± 5	22 ± 6	28 ± 6 *

7.5 Ryhmien vertailu

7.5.1 Jalkalihasten maksimivoimat

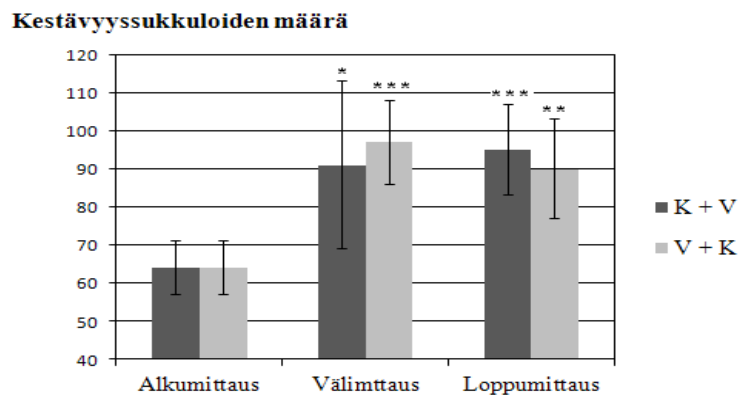
Oikean etureiden maksimivoiman suureneminen K+V -ryhmällä oli tilastollisesti merkitsevin ryhmävertailussa (kuva 19). Saman ryhmän oikean takareiden maksimivoima suureni tilastollisesti merkitsevästi välimittaukseen. Lisäksi vasemman pohkeen maksimivoima suureni kummallakin ryhmällä tilastollisesti merkitsevästi loppumittaukseen.



KUVA 19. Jalkalihasten isometristen maksimivoimien parannusprosentit ryhmittäin. Tilastollisesti merkitsevä ero (***) = $p < 0.001$, * = $p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

7.5.2 Kestävyys

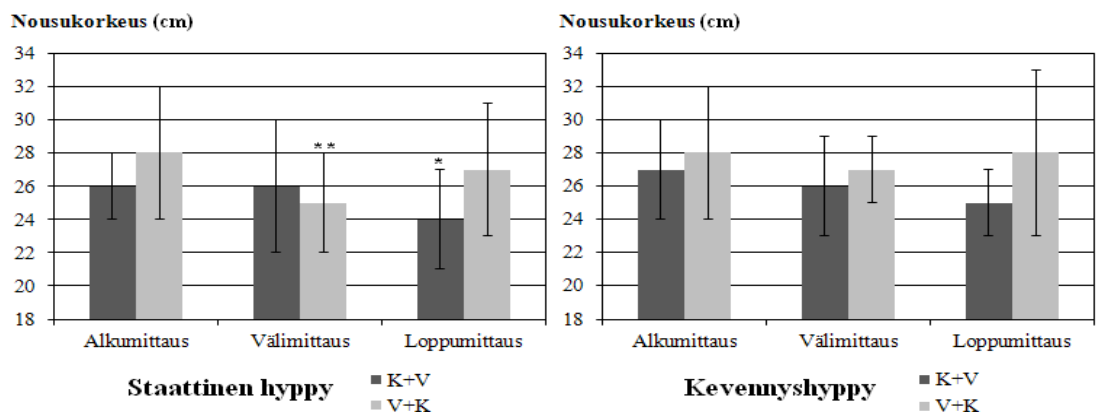
Kuvan 20 mukaisesti K + V -ryhmän kestävyystestin tulos suureni tilastollisesti merkitsevästi 31 ± 7 sukkulaa (49 ± 7 %) ja V + K -ryhmän 27 ± 12 sukkulaa (43 ± 27 %). Välimittaukseen K + V -ryhmän tulos suureni tilastollisesti merkitsevästi keskimäärin 27 ± 22 sukkulaa (50 ± 33 %), kun taas V + K -ryhmän hieman enemmän eli 33 ± 11 sukkulaa (53 ± 22 %). Loppumittaukseen K + V -ryhmän tulos suureni 4 ± 21 sukkulaa (12 ± 34 %), mutta V + K -ryhmän tulos pieneni 6 ± 7 sukkulaa (-6 ± 8 %) välimittauksesta.



KUVA 20. Kestävyyssukkuloiden määrä ryhmittäin eri mittauksissa. Tilastollisesti merkitsevä ero (***) = $p < 0.001$, ** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

7.5.3 Vertikaalihyppy

Myös ryhmävertailussa kehon painopisteen nousukorkeuksien muutokset olivat pieniä vertikaalihypyissä (kuva 21). Tilastollisesti merkitsevästi staattisen hypyn nousukorkeus pieneni V+K -ryhmällä välimittaukseen ja K+V -ryhmällä loppumittaukseen alkumittauksen arvoista.



KUVA 21. Kehon painopisteen nousukorkeudet vertikaalihypyissä ryhmittäin eri mittauksissa. Tilastollisesti merkitsevä ero (** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

7.5.4 Lajihyppy

Ryhmittäin tarkasteltuna lajihyppyjen nousukorkeuksien muutokset eivät olleet suuria tutkimuksen aikana (taulukko 9). Ainoastaan K+V -ryhmän vasemman harppauksen nousukorkeus suureni tilastollisesti merkitsevästi välimittaukseen.

TAULUKKO 9. Hyppyjen nousukorkeuksien keskiarvot ja -hajonnat ryhmittäin eri mittauksissa. Tilastollisesti merkitsevä ero (* = $p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

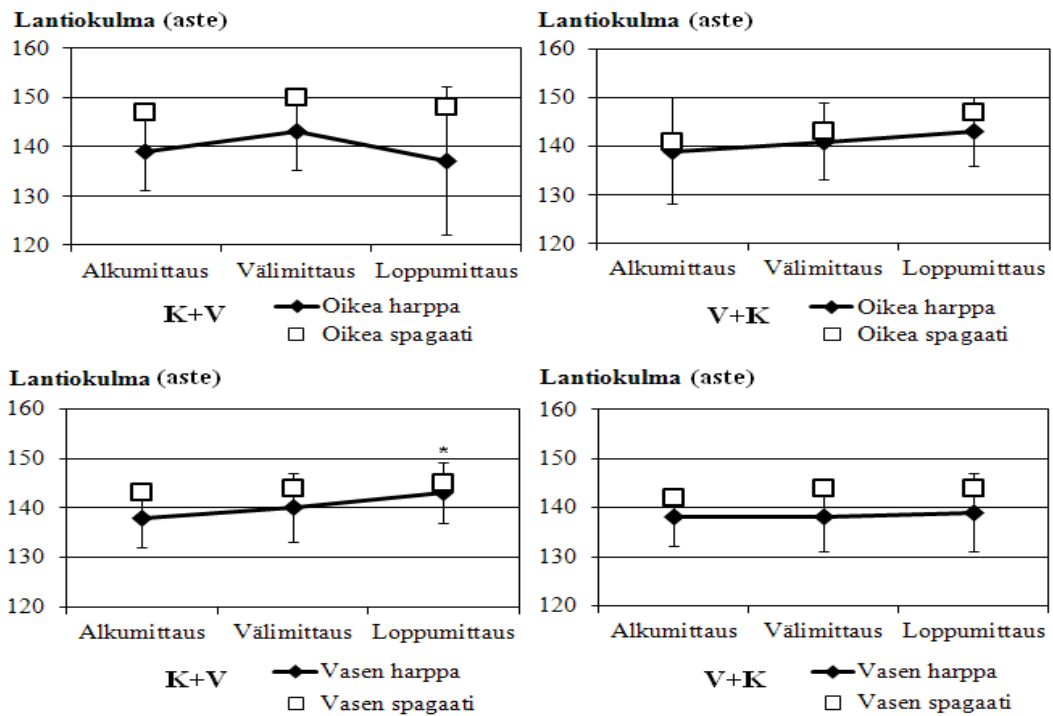
Nousukorkeus (cm)	Alkumittaus		Välimittaus		Loppumittaus	
	K+V	V+K	K+V	V+K	K+V	V+K
oikea harppaus	20 ± 2	20 ± 3	21 ± 3	22 ± 3	20 ± 2	23 ± 6
vasen harppaus	18 ± 2	23 ± 3	22 ± 2 *	23 ± 4	20 ± 2	22 ± 3
oikea kasakka	23 ± 3	26 ± 3	24 ± 3	27 ± 3	25 ± 2	27 ± 3
vasen kasakka	25 ± 4	27 ± 3	26 ± 2	27 ± 3	24 ± 2	28 ± 2
kerä	30 ± 3	31 ± 4	29 ± 3	29 ± 3	30 ± 4	30 ± 4

Hyppyjen pituudet joko lyhenivät tai olivat samat kummallakin ryhmällä oikeassa harppauksessa ja kasakassa sekä K+V -ryhmällä vasemmassa kasakassa ja kerähyppässä (taulukko 10). Vasen harppaus oli keskimäärin kummallakin ryhmällä pidempi välimittauksessa kuin alkumittauksessa, mutta lyheni loppumittaukseen. Myös V+K -ryhmän kerähyppy lyheni loppumittaukseen. Ainoastaan V+K -ryhmän vasen kasakka pidentyi tutkimuksen edetessä.

TAULUKKO 10. Hyppyjen pituuksien keskiarvot ja -hajonnat ryhmittäin eri mittauksissa.

Hyppyn pituus (cm)	Alkumittaus		Välimittaus		Loppumittaus	
	K+V	V+K	K+V	V+K	K+V	V+K
Harppaus o	154 ± 26	156 ± 26	148 ± 34	148 ± 24	148 ± 23	142 ± 8
Harppaus v	149 ± 19	138 ± 15	151 ± 25	144 ± 24	150 ± 14	142 ± 24
Kasakka o	95 ± 19	101 ± 22	92 ± 23	97 ± 17	80 ± 16	97 ± 17
Kasakka v	95 ± 25	94 ± 28	95 ± 24	103 ± 12	87 ± 28	103 ± 12
Kerä	25 ± 16	21 ± 14	24 ± 13	22 ± 15	15 ± 13	19 ± 17

Harppaushyppy. Ryhmittäin vertailtaessa havaittiin, että oikeassa harppauksessa K+V -ryhmällä jalkojen aukeaminen ilmassa eli lantiokulma pieneni välimittauksen jälkeen, kun taas V+K -ryhmällä kulma suureni koko tutkimuksen ajan (kuva 22). Vasemmassa harppauksessa lantiokulma suureni kummallakin ryhmällä tutkimuksen edetessä. K+V -ryhmällä lantiokulman suureneminen loppumittaukseen oli tilastollisesti merkitsevä.



KUVA 22. Oikean ja vasemman harppauksen lantiokulman muutokset sekä lattialla mitattujen spagaatien lantiokulmat ryhmittäin. Tilastollisesti merkitsevä ero (* = $p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

K+V -ryhmällä oikean harppauksen etupolvi ojentui tilastollisen merkitsevästi enemmän loppumittauksessa kuin aiemmissa mittauksissa (taulukko 11). Vasemmassa harppauksessa etupolvi ojentui enemmän V+K -ryhmällä tutkimuksen edetessä, kun taas toisen ryhmän ojentunein suoritus oli välimittauksessa. Tilastollisesti ryhmien välillä oli merkitsevä ero loppumittauksen etujalan ojennuksessa ($p=0.039$). Vasemmassa harppauksessa takapolven ojennus ei juuri muuttunut K+V -ryhmällä, mutta V+K -ryhmällä takapolvi oli ojentuneempi tutkimuksen edetessä (taulukko 12). Ryhmien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero sekä alkumittauksessa ($p=0.009$) että välimittauksessa ($p=0.044$).

Oikean harppauksen etujalan nilkka oli ojentuneempi kummallakin ryhmällä tutkimuksen edetessä, kun taas takajalan nilkka oli vähiten ojennettu välimittauksessa. V+K -ryhmällä vasemman harppauksen takajalan nilkka ojentui eniten välimittauksessa. K+V -ryhmällä takanilkan ojennus oli kaikissa mittauksissa keskimäärin sama. Ryhmien välillä havaittiin tilastollisesti merkittävä ero takanilkan ojennuksessa välimittauksessa ($p=0.041$). Vasen harppaus oli K+V -ryhmällä ryhdikkäin loppumittauksessa, kun taas V+K -ryhmällä vartalon kallistuminen eteen tai taakse lisääntyi tutkimuksen edetessä.

Alkumittauksen vartalokulmassa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä ($p=0.025$).

TAULUKKO 11. Oikean harppaushypyn nivelkulmat ilmalennossa ryhmittäin keskimäärin eri mittauksissa. Tilastollisesti merkitsevä ero ($* = p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

Ilmalennon kulmat (aste)	Alkumittaus		Välimittaus		Loppumittaus	
	K+V	V+K	K+V	V+K	K+V	V+K
vasen polvikulma	187 ± 4	190 ± 2	188 ± 5	191 ± 5	186 ± 6	194 ± 5
oikea polvikulma	171 ± 5	157 ± 10	170 ± 8	160 ± 8	167 ± 9	162 ± 7
vasen nilkkakulma	158 ± 9	153 ± 16	163 ± 10	153 ± 7	160 ± 10	153 ± 10
oikea nilkkakulma	172 ± 7	172 ± 10	171 ± 10	175 ± 19	171 ± 12	173 ± 15
vartalokulma	26 ± 5	18 ± 7	25 ± 7	23 ± 6	23 ± 10	23 ± 4

TAULUKKO 12 . Vasemman harppaushypyn nivelkulmat ilmalennossa ryhmittäin keskimäärin eri mittauksissa.

Ilmalennon kulmat (aste)	Alkumittaus		Välimittaus		Loppumittaus	
	K+V	V+K	K+V	V+K	K+V	V+K
oikea polvikulma	185 ± 6	190 ± 10	191 ± 4	189 ± 9	190 ± 6 *	194 ± 5
vasen polvikulma	165 ± 7	165 ± 6	165 ± 12	160 ± 6	165 ± 6	163 ± 3
oikea nilkkakulma	157 ± 12	146 ± 11	162 ± 14	152 ± 14	167 ± 12 *	158 ± 9
vasen nilkkakulma	170 ± 7	169 ± 9	169 ± 4	164 ± 10 *	171 ± 7	172 ± 11
vartalokulma	25 ± 6	26 ± 5	19 ± 9	25 ± 5	22 ± 7	25 ± 5

Kasakka. Polvien osuminen yhteen vaihteli ilman systemaattisuutta kummallakin ryhmällä oikeassa kasakassa. Kummallakin ryhmällä jalka koukistui vähemmän oikeassa kasakassa tutkimuksen edetessä. K+V -ryhmällä myös koukkujalan nilkan ojentuminen väheni, kun taas V+K -ryhmällä vastaava nilkka ojentui enemmän myöhemmissä mittauksissa. Myös suora jalka ojentui enemmän K+V -ryhmällä tutkimuksen edetessä. Suoran jalan ojennuksessa oli tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä välimittauksessa ($p=0.024$). Suoran jalan nilkka ojentui kummallakin ryhmällä enemmän myöhemmissä mittauksissa. Taulukossa 13 on esitetty kulmien arvot K+V- ja V+K -ryhmällä oikeassa kasakassa.

TAULUKKO 13. Oikean kasakkahypyn ilmalennon polvi-, nilkka- ja vartalokulmat alku-, väli- ja loppumittauksessa K+V - ja V+K -ryhmällä. Tilastollisesti merkitsevä ero (* = $p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

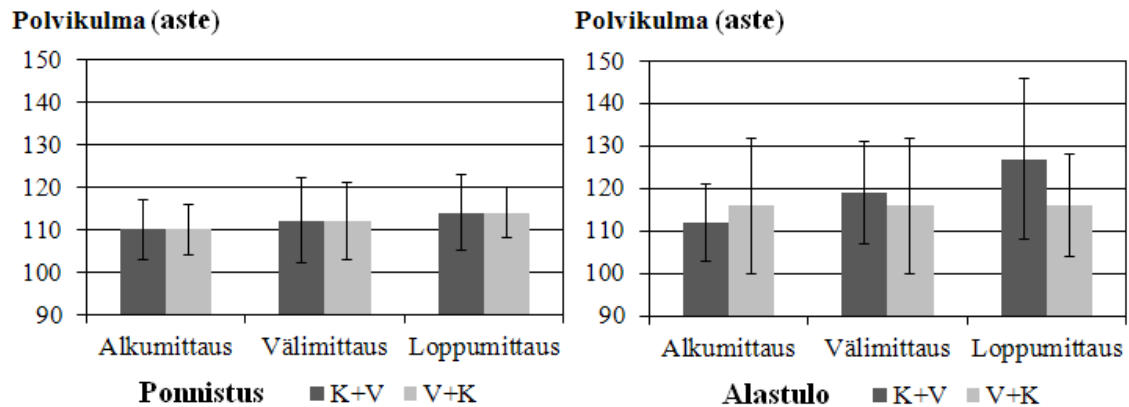
Ilmalennon kulmat (aste)	Alkumittaus		Välimittaus		Loppumittaus	
	K + V	V + K	K + V	V + K	K + V	V + K
koukkujalan polvikulma	21 ± 6	24 ± 7	21 ± 6	30 ± 12	27 ± 15	30 ± 13
suoran jalan polvikulma	169 ± 9	168 ± 7	171 ± 3	164 ± 6*	173 ± 5*	168 ± 9
koukkujalan nilkkakulma	167 ± 22	145 ± 5	159 ± 26	162 ± 21	154 ± 17	170 ± 17
suoran jalan nilkkakulma	149 ± 7	147 ± 5	154 ± 6	152 ± 9	162 ± 6*	155 ± 9*
vartalokulma	14 ± 5	18 ± 3	13 ± 6	18 ± 5	17 ± 5	19 ± 2

Vasemmassa kasakassa V+K -ryhmän koehenkilöillä polvet osuivat useammin yhteen kuin toisen ryhmän koehenkilöillä. V+K -ryhmällä jalka koukistui vähemmän myöhemmin mittauksissa aivan kuin oikeassa kasakassakin. K+V -ryhmällä jalka koukistui lähes yhtä paljon kaikissa mittauksissa. Koukkujalan nilkan ojentamiselle kävi samoin kuin oikeassa kasakassa eli K+V -ryhmällä nilkka ojentui enemmän ja V+K -ryhmällä vähemmän tutkimuksen edetessä. Suoran jalan polven ojentumisessa ei tapahtunut muutoksia, mutta polvikulman suuruudessa ryhmien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero välimittauksessa ($p=0.030$) aivan kuin oikeassa hypyssäkin. V+K -ryhmällä suoran jalan nilkka ojentui tilastollisesti merkitsevästi enemmän väli- ja loppumittauksessa kuin alkumittauksessa, mutta ei K+V -ryhmällä. Ryhdikkäimmät hyppy olivat kummallakin ryhmällä alkumittauksessa (taulukko 14).

TAULUKKO 14. Vasemman kasakkahypyn ilmalennon polvi-, nilkka- ja vartalokulmat alku-, väli- ja loppumittauksessa K+V - ja V+K -ryhmällä. Tilastollisesti merkitsevä ero (* = $p < 0.05$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

Ilmalennon kulmat (aste)	Alkumittaus		Välimittaus		Loppumittaus	
	K + V	V + K	K + V	V + K	K + V	V + K
koukkujalan polvikulma	24 ± 4	22 ± 6	22 ± 7	27 ± 6	22 ± 6	26 ± 6
suoran jalan polvikulma	170 ± 5	164 ± 3	167 ± 5	166 ± 5	170 ± 6	167 ± 2
koukkujalan nilkkakulma	162 ± 20	142 ± 19	161 ± 21	153 ± 24	153 ± 24	157 ± 14
suoran jalan nilkkakulma	156 ± 14	144 ± 13	160 ± 14	155 ± 8*	156 ± 16	154 ± 9*
vartalokulma	12 ± 6	12 ± 5	14 ± 9	16 ± 2	15 ± 5	19 ± 5*

Kerä. Tasaponnistuksen polvikulma ei muuttunut systemaattisesti kummallakaan ryhmällä (kuva 23). Alastulossa K+V -ryhmän polvet olivat ojennetummat tutkimuksen edetessä.



KUVA 23. Kerähypyn tasaponnistuksen ja alastulon keskimääräiset polvikulmat ja keskihajonnat K+V- ja V+K -ryhmillä eri mittauksissa.

Kerän kevennyksessä polvien tai nilkkojen ojennuksien muutokset olivat keskimäärin pieniä (taulukko 15). V+K -ryhmän koehenkilöillä vasen polvi kuitenkin enemmän ojennettuna koko tutkimuksen ajan verrattuna K+V -ryhmän koehenkilöihin, vaikka kummallakin ryhmällä ojentaminen heikkeni loppumittaukseen. Vartalon ryhti ei muuttunut systemaattisesti. Kevennyksen aikaiset nivelkulmien muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

TAULUKKO 15. Kerän kevennyksen aikaiset polvi-, nilkka- ja vartalokulmat ryhmittäin eri mittauksissa.

Kevennyksen kulmat (aste)	Alkumittaus		Välimittaus		Loppumittaus	
	K+V	V+K	K+V	V+K	K+V	V+K
vasen polvikulma	179 ± 7	180 ± 5	176 ± 6	182 ± 7	175 ± 11	178 ± 11
oikea polvikulma	175 ± 11	171 ± 8	173 ± 12	170 ± 4	172 ± 5	172 ± 5
vasen nilkkakulma	162 ± 9	160 ± 5	158 ± 7	159 ± 8	158 ± 14	159 ± 11
oikea nilkkakulma	163 ± 12	159 ± 5	162 ± 11	165 ± 6	167 ± 12	167 ± 9
vartalokulma	7 ± 6	9 ± 2	5 ± 5	8 ± 4	11 ± 7	10 ± 5

K+V -ryhmän koehenkilöillä jalat olivat ilmalennossa enemmän koukussa kuin V+K -ryhmän koehenkilöillä (taulukko 16). Nilkat olivat myös K+V -ryhmällä ojennetummat kuin toisella ryhmällä alku- ja välimittauksissa. Loppumittauksissa K+V -ryhmällä ojennus heikkeni. Vartalokulman muutoksien perusteella K+V -ryhmäläiset olivat hy-

pyssä ryhdikkäämmin kuin V+K -ryhmäläiset, joilla ylävartalo kallistui enemmän eteen- tai taaksepäin eli vartalokulma suureni merkitsevästi loppumittaukseen.

TAULUKKO 16. Kerän ilmalennon aikaiset polvi-, nilkka- ja vartalokulmat ryhmittäin eri mitauksissa. Tilastollisesti merkitsevä ero (** = $p < 0.01$) verrattuna alkumittauksen arvoon.

Ilmalennon kulmat (aste)	Alkumittaus		Välimittaus		Loppumittaus	
	K+V	V+K	K+V	V+K	K+V	V+K
polvikulma	30 ± 7	31 ± 7	27 ± 5	29 ± 4	28 ± 7	35 ± 7
nilkkakulma	170 ± 10	147 ± 19	171 ± 10	163 ± 10	159 ± 10	164 ± 6
vartalokulma	20 ± 6	25 ± 4	18 ± 5	25 ± 4	26 ± 7	30 ± 4**

8 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun suoritusjärjestyksen vaikutusta joukkuevoimistelun hyppyjen ponnistukseen, ilmalentoon ja alastuloon sekä kestävyys- ja voimaominaisuuksiin 12–14-vuotiailla joukkuevoimistelijatyttöillä. Tutkimuskysymyksenä oli, että missä järjestyksessä voima- ja kestävyysharjoitteet kannattaisi suorittaa, jotta joukkuevoimisteluhypyt kehittyisivät mahdollisimman hyvin 12–14-vuotiailla tytöillä ja miten kyseinen harjoittelu vaikuttaa näiden joukkuevoimistelijoiden fyysisiin ominaisuuksiin.

Tutkimuksen selkein tulos oli se, että jalkalihasten isometriset maksimivoimat, kestävyys sekä osa lajihyppyjen nivelkulmien arvoista paranivat välimittaukseen alkumittauksen arvoista. Myös Hutchinson ym. (1998) totesivat, että voimistelijat voivat parantaa hyppyominaisuuksiaan intensiivisen hyppyharjoittelun avulla. Kehitys ei kuitenkaan pääosin jatkunut positiivisena loppumittaukseen, vaan osa tuloksista huononi tai pysyi samalla tasolla verrattuna välimittauksen tuloksiin. Selkeimmin näin kävi kestävyydelle sekä takareiden maksimivoimille. Toinen päähuomio tutkimuksessa oli se, että K+V ja V+K -ryhmien välillä ei havaittu suuria eroja. Lajihyppyjen nivelkulmissa ryhmien välillä oli satunnaisesti eroja, mutta kokonaisuudessaan tutkimuksen aikana kumpikaan ryhmä ei kehittynyt toista paremmin.

Kestävyuden suuri kehittyminen välimittaukseen johtui todennäköisesti koehenkilöille täysin uudelta kestävyuden harjoittelumuodosta. Aiemmin kumpikin tutkimuksessa mukana ollut joukkue on harjoittanut peruskestävyyttä satunnaisesti lenkkeillen, mutta harjoittelu ei ole ollut näin intensiivistä ja suunniteltua. Joukkuevoimistelun kilpailuohjelmien harjoittelu ja suorittaminen vaatii eniten vauhti- ja maksimikestävyysominaisuuksia. Peruskestävyydessä kehittyminen onnistuikin hyvin ehkä juuri siksi, että siinä oli joukkueiden voimistelijoiden eniten kehitettävää. Se, miksi kestävyys ei kehittynyt välimittauksesta loppumittaukseen, taas johtuu todennäköisesti liian pienestä muutoksesta kuormituksessa jälkimmäiselle harjoitusjaksolle. Voimistelijat saattoivat adaptoitua harjoitteluun, kun riittävän erilaista ärsykettä ei annettu. Fyysisten ominaisuuksien kehittyminen tuntuu lapsilla olevan nopeaa oikeanlaisella harjoittelulla, joten

kuormituksen intensiteetin ja muodon muuttaminen tiuhaan on varmasti hyvin tärkeää tuon kehittymisen ylläpitämiseksi.

Kestävyystuloksen huononemiseen loppumittauksessa vaikutti ehkä myös jotkin käytännön asiat. Mittaus- ja harjoitusaikataulu oli hankala suunnitella siten, että se ei häiriintynyt muusta harjoittelusta tai esimerkiksi lomista, jolloin kaikki koehenkilöt eivät päässeet mittauksiin osallistumaan. Kestävyystestin loppumittaus suoritettiin myöhemmin kuin muut testit, mikä saattoi vaikuttaa tuloksiin. Lisäksi loppumittauksessa testi suoritettiin salissa, jossa lattia oli liukkaampi kuin aiemmissa mittauksissa. Käänösviivalta kiihdyttäminen oli varmasti raskaampaa kuin muissa mittauksissa, mikä saattoi vaikuttaa testin lopputulokseen. Toisaalta kehittyminen kestävyystestissä oli erittäin merkittävää myös loppumittauksessa, jos verrataan kehittymistä keskimäärin alkumittauksesta.

Kestävyys parani keskimäärin kummallakin ryhmällä. K+V -ryhmällä kehitys jatkui tutkimuksessa positiivisena, kun taas V+K -ryhmällä kestävyys hieman huononi loppumittaukseen. Tutkimuksen harjoitusjaksoilla kestävyysharjoittelun ensin suorittaneet paransivat kestävyyttään siis pidemmällä ajalla enemmän kuin voimaharjoittelun ensin suorittaneet. Toisaalta voimaharjoittelua ensin tehneet paransivat välimittaukseen tulostaan selkeämmin ja merkitsevämmin kuin toinen ryhmä. Kestävyystuloksissa ei havaittu ryhmittäin tilastollisesti merkitseviä eroja, koska kaikki koehenkilöt paransivat suuresti kestävyyttään ryhmästään huolimatta. Siihen suhteutettuna harjoitusohjelma ainakin kestävyuden osalta oli tehokas ja onnistunut, mistä kertoo myös se, että väli- ja loppumittausten keskimääräiset kestävyystulokset olivat Nuoren Suomen viitearvojen kärkipäässä (liite 3).

Takareisien isometriset maksimivoimat paranivat vain välimittaukseen, mutteivät keskimäärin enää loppumittaukseen. Kaikki muut maksimivoimat paranivat koko koehenkilöjoukolla myös loppumittaukseen välimittauksen arvoista. Takareisilihasharjoite oli mahdollisesti liian kevyt toisella harjoitusjaksolla verrattuna muiden lihasten voimaharjoitteisiin. Vaikka jälkimmäisellä harjoitusjaksolla takareisien voimaharjoittelua suoritettiin myös kumpikin jalka erikseen, niin silti kuormitus ei ilmeisesti muuttunut riittävästi edelliseltä harjoitusjaksolta. Toisaalta takareisien voiman isometrinen mittaus ei ehkä ollut niin luotettava kuin esimerkiksi etureisien, sillä testattu liike oli koehenkilöil-

le uusi ja ilmeisen hankala. Tästä kertovat muun muassa todella isot keskihajonnat juuri takareisimittauksessa.

Saattoi olla, että lapset tekivät välillä liikkeet maksimaalisesti ja välillä taas eivät. Voisi kuvitella, että lapsien oma käsitys maksimaalisesta lihastyöstä ja yrittämisestä saattaa vaihdella suurestikin. Myös pohkeiden isometrisissä maksimivoimissa havaittiin joillakin koehenkilöillä isoja eroja. Voihan myös olla, että toiset tutkimuksessa olleista lapsista olivat edempänä biologisessa kehityksessä kuin toiset. Keskimäärin tytöt nimittäin kypsyvät biologisesti aikaisemmin kuin pojat, mutta kypsymisen nopeudessa ja iässä on merkittäviä yksilöllisiä eroja myös saman sukupuolen sisällä (Rogol ym. 2002). Esimerkiksi Sokolowski ja Chrzanowska tutkimuksessaan (2012) totesivat, että lasten biologisen kypsymisen asteella on vaikutusta kuntotestien tuloksiin. Biologisesti aiemmin kypsyneet saavuttivat tutkimuksessa paremmat tulokset myös motorisissa testeissä, koska somaattinen kehitys liittyy kiinteästi voiman ja kestävyuden kehittymiseen.

Jalkalihasten maksimivoimien kehitys K+V - ja V+K -ryhmävertailussa vaihteli lihasryhmittäin ilman säännönmukaisuutta. Erittäin suuret parannukset tai heikkenykset edellisen mittauksen arvoista muutamilla koehenkilöillä kasvattivat hajontaa, mikä korostui nimenomaan ryhmittäin vertailtaessa. Suurien muutosten taustalla oli osaltaan todennäköisesti mitattavien liikkeiden oppimisvaikutus väli- ja loppumittauksissa. Voisi olettaa, että alkumittauksen arvoissa olikin eniten virhettä ja vaihteluita, koska silloin mitattavia liikkeitä suoritettiin ensimmäistä kertaa. Ehkä liikkeitä olisikin pitänyt harjoitella jokaisen koehenkilön kanssa enemmän ennen varsinaisia mittauksia tai suorittaa ylimääräinen pilottimittaus.

Kehon painopisteen nousukorkeudet vertikaalihypyissä heikkenivät, mikä johtui todennäköisesti siitä, että vertikaalihyppyjä ei harjoitettu harjoitusjaksoilla sellaisenaan. Harppaushyppyjen nousukorkeus oli voimistelijoilla keskimäärin 21,4 cm, kun vastavasti Dyhre-Poulsen (1987) tutkimuksessa harppauksen nousukorkeus rytmisillä voimistelijoilla oli keskimäärin 32,7 cm sekä Sousan ja Lebrein (1996) tutkimuksessa keskimäärin 40 cm. Suuret erot muiden tutkimusten ja tämän tutkimuksen välillä nousukorkeudessa selittyy todennäköisesti koehenkilöiden ikäerolla. Dyhre-Poulsenin (1987) tutkimuksessa voimistelijat olivat nimittäin keskimäärin 17,4 vuotta sekä Sousan ja

Lebren (1996) tutkimuksessakin noin 15 vuotta, kun taas tämän tutkimuksen voimistelijat selvästi nuorempia eli 12,3 vuotta.

Lajihyppyjen nousukorkeuksissa ei havaittu suuria muutoksia tutkimuksen edetessä. Ainoastaan kerän nousukorkeus keskimäärin heikentyi välimittaukseen. Muuten lajihyppyjen nousukorkeudet hieman paranivat tai pysyivät samoissa lukemissa koko tutkimuksen ajan. Lajihyppyjen harjoittelu ja vertikaalihyppyjen harjoittelemattomuus varmasti vaikutti tähän eroon eri hyppyjen nousukorkeuksien muutoksissa. Toisaalta se miksi lajihyppyjenkään nousukorkeudet eivät parantuneet enempää, johtui todennäköisesti voimaharjoittelusta, jossa ainoastaan lajihyppysuorituksissa harjoitettiin räjähtävää voimaa ja nopeaa voimatuottoa. Staattisen hypyn nousukorkeus osoittaa räjähtävän voiman potentiaalin perustasoa ja kevennyshyppy vastaavasti tämän potentiaalin kehittymistä (Bencke ym. 2002).

Lajihyppyjen pituudet eivät myöskään muuttuneet tilastollisesti merkitsevästi koko koehenkilöjoukolla eikä ryhmittäin vertailtaessa. Keskimääräisistä pituuksista voidaan kuitenkin saada suuntaa antavia tuloksia. Sousan ja Lebren (1996) tutkimuksessa harppaushyppy ilman taivutusta olivat keskimäärin 140 cm pitkiä. Tämän tutkimuksen harppauksien pituuksien keskiarvo oli 148 cm eli hyvin lähellä Sousan ja Lebren (1996) tutkimuksen keskiarvoa.

Yhdellä jalalla ponnistettavien ja selkeästi eteenpäin suuntautuvien hyppyjen pituudet lyhenivät, kun ne suoritettiin oikea jalka edessä. Saattoi olla, että oikea jalka edessä suoritettuna esimerkiksi harppaushyppy oli koehenkilöille ennestään tutumpi kuin vasen jalka edessä suoritettuna. Vasen jalka edessä suoritettuja hyppyjä on mahdollisesti toistettu aiempina vuosina harjoittelussa ja kilpailuohjelmissa vähemmän kuin oikea jalka edessä, mistä johtuen tekniikka ei ehkä ole niin rutinoitunut kuin oikea jalka edessä suoritetuissa. Tällöin jo ennen tutkimusta oikea jalka edessä suoritettujen hyppyjen tekniikka olisi ollut hyvällä tasolla ja tämän tutkimuksen harjoittelu nimenomaan hionut hypyn tekniikkaa paremmaksi eikä niinkään kehittänyt hypyn oikeaa liikerataa ja koordinaatiota. Hutchinson ym. (1998) tutkimuksen mukaan hyppyharjoittelulla on voimistelijoille suuri kognitiivinen oppimisvaikutus, eikä se näin ollen kehittä pelkästään lihasvoimaa. Todennäköisesti eteenpäin suuntautuvien lajihyppyjen pituudet lyhenevät ja toivottavasti nousukorkeudet paranevat hyppyharjoittelun myötä.

Lajihyppyjen nivelkulmien muutokset olivat hyvin vaihtelevia. Oikea ja vasen jalka edessä suoritetuissa hyppyissä oli keskenään eroja, mutta erot eivät olleet samansuuntaisia kaikissa hyppyissä ja hyppyjen kaikissa muuttujissa. Esimerkiksi oikean harppauksen lantiokulma eli jalkojen aukeaminen ilmalennossa pieneni keskimäärin koko koehenkilöjoukolla loppumittaukseen, kun taas vasemmassa harppauksessa suureni läpi tutkimuksen. Ryhmittäin vertailtaessa V+K -ryhmän lantiokulmien erot olivat pieniä, mutta K+V -ryhmällä lantiokulma oikeassa harppauksessa pieneni loppumittaukseen ja vasemmassa harppauksessa suureni tilastollisesti merkitsevästi loppumittaukseen. Kestävyys- ja voimaharjoittelun suoritusjärjestyksellä ei siis tässä tutkimuksessa ollut vaikutusta harppaushyppyjen nivelkulmiin eri ryhmien välillä.

Myöskään kasakkahyppyjen nivelkulmien muutoksia vertailtaessa ei voida suoraan päätellä, että toinen ryhmä olisi parantanut kokonaisuudessaan hypyn muotoa toista ryhmää paremmin. Yksittäisissä muuttujissa oli havaittavissa jopa tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välillä. Polvien ja nilkkojen ojentaminen harppaus- ja kasakkahypyissä vaihteli myös sekä koko koehenkilöjoukolla että ryhmissä. Välillä kaikki koehenkilöt osasivat hienosti ojentaa sekä polvet että nilkat, mutta välillä ojentaminen ei onnistunutkaan. Todennäköisesti siis ojentamiseen vaikuttaa hypyssä eniten hyppyrutiini sekä keskittyminen täysillä yrittämiseen ja ojentamiseen. Ojentamista tulee ilmeisesti harjoitella lajinomaisesti joko varsinaisilla hyppyharjoituksilla tai muilla hyppyjen muotoja toistavilla harjoitteilla ennemmin kuin erillisellä voima- tai kestävyysharjoittelulla. Samalla tavoin Mkaouer ym. (2012) rytmisten voimistelijoiden tutkimuksessaan totesivat, että suoritus on kuva harjoittelusta. Vääränlainen harjoittelu aiheuttaa paitsi epäonnistunutta lihasten rekrytointia, niin myös opittua ja automatisoitunutta väärää tekniikkaa. Mkaouer ym. (2012) suosittelevatkin harjoittelemaan ensin perushyppytekniikan automaattiseksi sekä siihen vaadittavat fyysiset ominaisuudet ja vasta sen jälkeen lisäämään hyppyihin haastetta.

Kerähypyn ilmalennon aikaiset nivelkulmien keskimääräiset tulokset olivat parhaimmat koko koehenkilöjoukolla ja K+V -ryhmällä välimittauksessa. V+K -ryhmälläkin vain nilkkojen ojennus oli parempi loppumittauksessa kuin välimittauksessa. Tulos on siis hyvin samansuuntainen kuin esimerkiksi kestävyystestissä ja osassa maksimivoimatesteistä. Jälkimmäinen harjoitusjakso ei todennäköisesti ollut riittävän kuormittava tai

muuttunut tarpeeksi ensimmäisestä harjoitusjaksosta, koska positiivisten tulosten kehitys pysähtyi välimittaukseen. Kerähyppy, ollessaan tasaponnisteinen, saattoi hyötyä enemmän yhdistetystä voima- ja kestävyysharjoittelusta kuin eteenpäin suuntautuneet ja yhdellä jalalla ponnistettavat harppaus- ja kasakkehypyt. Kerähypyn ilmalennon tulokset noudattavat selkeämpää linjaa kuin harppauksien tai kasakoiden tulokset.

Lajihyppyjen tuloksista voidaan päätellä, että yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu vaikuttaa vain jossain määrin joukkuevoimistelun lajihyppyihin. Vastaavanlainen harjoittelu ei siis taida olla kaikkein tehokkain tapa kehittää lajihyppijä, vaan ehkä vieläkin lajinomaisemmat harjoitteet. Tutkimuksen harjoittelussa olisikin todennäköisesti pitänyt olla enemmän lajinomaista hyppyharjoittelua tai enemmän toistoja tutkituista lajihyppyistä. Voima- ja kestävyysharjoittelun järjestyksellä ei siis tässä tutkimuksessa ollut selkeää, merkittävää vaikutusta lajihyppymuuttujiin. Voisi kuitenkin kuvitella, että se mitä halutaan eniten kehittää tietyissä harjoituksessa, tulisi tehdä ensin eli ennen kuin on väsynyt ja jaksaa vielä kunnolla keskittyä. Toisaalta myös harjoitteiden haastavuus tulee ottaa huomioon harjoitusmotivaation säilyttämisen kannalta. Sousa ja Lebre (1996) toteisivatkin tutkimuksessaan, että voimistelijat eivät aina jaksaa keskittyä helppoihin liikkeisiin esimerkiksi tiettyyn hyppyyn yhtä hyvin kuin haastavampiin liikkeisiin. Tällöin myös suoritus saattaa kärsiä.

Tutkimuksen tuloksiin vaikuttivat varmasti mittaustilanteen ja analysoinnin virhelähteet. Markkerien paikkojen täsmällisyys sekä niiden liikkuminen hyppyjen aikana aiheuttivat mahdollisesti virhettä nivelkulmiin. Kameroiden kalibrointi pyrittiin suorittamaan tarpeeksi usein ja täsmällisesti, mutta silti sekin saattoi aiheuttaa virhettä. Koehenkilöille lähes kaikki tutkimuksessa oli uutta, mikä saattoi myös aiheuttaa epäluotettavia mittaus-tuloksia. Tutkimuksessa, jossa lapset ovat koehenkilöinä, on joka tapauksessa paljon haasteita. Lapset usein jännittävät uusia asioita eri tavalla kuin aikuiset ja saattavat osoittaa sen eri tavalla. Monet ulkopuoliset asiat saattavat viedä lapsen keskittymisen, jolloin itse testattavaan liikkeeseen ei välttämättä jakseta keskittyä riittävästi.

Lasten tutkiminen on haastavaa myös uusien asioiden sisäistämisen takia. Kaikki eivät ehkä malttaneet kuunnella ohjeita riittävän hyvin, tehneet parastansa tai uskaltaneet kysyä epäselviä asioita. Harjoitusohjelmaa suunnitellessa oli hankala määrittää sopivat kuormat lapsille voimaharjoitteluun. Heiltä kysyessä kaikki liikkeet tuntuivat sopivan

rankoilta, mutta esimerkiksi parin viikon päästä kysyttäessä jokin harjoite ei ollutkaan tuntunut miltään missään vaiheessa. Totta kai myös koehenkilöiden vähyys vaikutti tuloksiin. Erityisesti ryhmävertailussa koehenkilöitä olisi voinut olla enemmän.

Voimistelukuminauhojen käyttö voimaharjoittelussa oli turvallista ja suhteellisen helppoa käytännön kannalta, mutta niiden kiristäminen aina yhtä jäykiksi oli vaikeaa. Kuminauhoihin piirrettiin merkit, mistä kohti missäkin liikkeessä pidettiin kiinni, mutta siitä huolimatta kuminauhojen paikallaan pysyminen ja löystyminen saattoivat aiheuttaa hieman erilaisia kuormia tutkimuksen edetessä. Kestävyysharjoittelun onnistumiseen vaikuttivat myös sääolosuhteet. Muutaman kerran tutkimuksen aikana oli tilanne, että juoksuharjoittelu oli pakko tehdä sisätiloissa ulkona olevan sään takia. Juokseminen ulkona pitkin jalkakäytäviä verrattuna voimistelusalin ympäri juoksemiseen oli varmasti erilaista.

Tutkimuksen suurimpia haasteita oli suuri muuttujien määrä. Tuntui oleelliselle tutkia melkein kaikkea hyppyistä, mutta jotain oli pakko jättää pois. Toisaalta tutkimukseen lopulta otetut muuttujat kertoivat hyvin hyppyjen ominaispiirteistä. Tulevaisuudessa vastaavassa tutkimuksessa voisi tarkemmin keskittyä vain muutamaaan muuttujaan tai lajihyppyyn useamman koehenkilön tai jopa ryhmän kautta. Myös erillisen kontrolliryhmän mukaan ottaminen voisi olla järkevää ja mielenkiintoista. Tarkempi ryhmävertailu voima- ja kestävyysharjoittelun järjestysvaikutuksesta olisi tulevaisuudessa varmasti paikallaan myös muista voimisteluliikkeistä ja miksei muista voimistelulajeistakin.

Tutkimuksessa oli tarkoituksena tutkia yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun suoritusjärjestyksen vaikutusta hyppyihin sekä kestävyteen ja alaraajojen voimaan nuorilla joukkuevoimistelijoilla. Tutkimuksessa jalkalihasten isometriset maksimivoimat, kestävyys sekä jotkin lajihyppyjen nivelkulmista kehittyivät positiivisesti välimittaukseen. Osa tuloksista huononi loppumittaukseen tai pysyi samalla tasolla verrattuna välimittauksen tuloksiin. Selkeimmin näin kävi kestävyydelle sekä takareiden maksimivoimille. Kuormitus todennäköisesti muuttui liian vähän jälkimmäisellä harjoitusjaksolla, koska tulosten paraneminen loppui välimittaukseen. Tutkimuksessa K+V ja V+K -ryhmien välillä ei havaittu merkittävän suuria eroja. Muutamissa tutkituissa muuttujissa, kuten lajihyppyjen nivelkulmissa, havaittiin ryhmien välillä satunnaisia eroja, mutta kokonaisuudessaan tutkimuksen aikana kumpikaan ryhmä ei kehittynyt toista paremmin. Jouk-

kuovoimistelun hyppyjen kehittämisen kannalta pelkkä lajinomainen hyppyharjoittelu voikin olla tehokkaampi kuin yhdistetty voima- ja kestävyys harjoittelu, oli harjoittelun suoritusjärjestys kumpi hyvänsä. Vastaavanlainen tutkimus voisi kuitenkin tulevaisuudessa olla paikallaan muista voimisteluliikkeistä ja isommalla koehenkilöjoukolla.

9 LÄHTEET

- Ahonen, M-L. 2005. Aesthetic Gymnastics Gaining Favour in Europe. *Motion - Sports in Finland* 1, 4-9
- Alexander, M.J.L. 1989. The physiological characteristics of elite rhythmic sportive gymnasts. *Journal of Human Movement Studies* 17, 49-69.
- Alter, M. 2004. Science of flexibility. *Human Kinetics*. United States of America, 118-125
- Behringer, M., vom Heede, A., Matthews, M. & Mester, J. 2011. Effect of strength training on motor performance skills in children and adolescents: a meta-analysis. *Pediatric Exercise Science* 23, 186-206.
- 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. *European Journal of Applied Physiology* 81, 418-427.
- Bencke, J., Damsgaard, R., Saekmose, P., Jorgensen, P., Jorgensen, K. & Klausen, K. 2001. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 12, 171-178.
- Bosco, C., Luhtanen, P. & Komi, P. 1983. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 50, 273-282.
- Burt, L., Naughton, G., Higham, D. & Landeo, R. 2010. Training load in pre-pubertal female artistic gymnastics. *Science of Gymnastic Journal* 2, 5-14.
- di Cagno, A., Baldari, C., Battaglia, C., Brasili, P., Merni, F., Piazza, M., Toselli, S., Ventrella, A.R. & Guidetti, L. 2008. Leaping ability and body composition in rhythmic gymnasts for talent identification. *The journal of sports medicine and physical fitness* 48, 341-346.
- Chtara, M., Chamari, K., Chaouachi, M., Chaouachi, A., Koubaa, D., Feki, Y., Millet, G.P. & Amri, M. 2005. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *British Journal of Sports Medicine* 39, 555-560.

- Chtara, M., Chaouachi, A., Levin, G., 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 and Conditioning Research* 22, 1037-1045.
- Courteix, D., Jaffré, C., Obert, P. & Benhamou, L. 2001. Bone mass and somatic development in young female gymnasts: a longitudinal study. *Pediatric Exercise Science* 13, 422-434.
- Douda, H., Toubekis, A., Avloniti, A. & Tokmakidis, S. 2008. Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 3, 41-54.
- Drummond, M., Vehrs, P., Schaalje, G. & Parcell, A. 2005. Aerobic and resistance exercise sequence affects excess postexercise oxygen consumption. *Journal of Strength and Conditioning Research* 19, 332-337.
- Dudley, G. & Djamil, R. 1985. Incompatibility of endurance- and strength- training modes of exercise. *Journal of Applied Physiology* 59, 1446-1451.
- Dyhre-Poulsen, P. 1987. An analysis of splits leaps and gymnastic skill by physiological recordings. *European Journal of Applied Physiology*. Vol 56, 390-397.
- El-Hammid, R. 2010. Directing some biomechanical indicators using some qualitative exercises to improve leap skill. *World Journal of Sport Sciences* 3, 381-386.
- Faigenbaum, A., Westcott, W., Micheli, L., Outerbridge, A., Long, C., LaRosa-Loud, R. & Zaichkowsky, L. 1996. The effects of strength training and detraining on children. *Journal of Strength and Conditioning Research* 10, 109-114.
- Hickson, R.C. 1980. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European Journal of Applied Physiology* 45, 255-263.
- Hutchinson, M., Tremain, L., Christiansen, J. & Beitzel, J. 1998. Improving leaping ability in elite rhythmic gymnasts. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 30, 1543-1547.
- IFAGG: International Federation of Aesthetic Group Gymnastics. 2006. Rules of aesthetic group gymnastics competition for children.
- IFAGG: International Federation of Aesthetic Group Gymnastics. 2011. Competition rules of aesthetic group gymnastics.
- IFAGG: International Federation of Aesthetic Group Gymnastics. 2009. http://www.ifagg.com/agg/what_is_agg/. viitattu 18.11.2009

- Juhas, I. 2011. Specificity of sports training with women. *Physical Culture* 65, 42-50.
- Kraemer, W., Patton, J., Gordon, S., Harman, E., Deschenes, M., Reynolds, K., Newton, R., Triplett, N. & Dziados, J. 1995. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of Applied Physiology* 78, 976-989.
- McCarthy, J., Pozniak, M. & Agre, J. 2002. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 34, 511-519.
- McNeal, J. & Sands, W. 2003. Acute static stretching reduces lower extremity power in trained children. *Pediatric Exercise Science* 15, 139-145.
- Mkaouer, B., Amara, S. & Tabka, Z. 2012. Split leap with and without ball performance factors in rhythmic gymnastics. *Science of Gymnastics Journal* 4, 75-81.
- Nelson, A., Arnall, D., Loy, S., Silvester, L. & Conlee, R. 1990. Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Physical Therapy* 70, 287-294.
- Nicklas, B. 2002. Endurance exercise and adipose tissue. CRC Press LLC. United States of America, 153–160.
- Nottin, S., Vinet, A., Stecken, F., Guyen, L.-D., Ounissi, F., Lecoq, A.-M. & Obert, P. 2002. Central and peripheral cardiovascular adaptations to exercise in endurance-trained children. *Acta Physiologica Scandinavica* 175, 82-92.
- Nuori Suomi ry. 2012. Kasva urheilijaksi – testistö.
- Pitenius, T. 1998. Joukkuevoimistelija Anu Mattila valmentaa, kilpailee ja suunnittelee sekä koreografian että puvut ”Kun tekee jotain erikoista, se pitää tehdä niin hyvin, ettei kukaan voi moittia”. *Valmentaja*. 3, 14–15.
- Polishchuk, T. & Mosakowska, M. 2007. The balance and jumping ability of artistic gymnastics competitors of different ages. *Research yearbook* 13. Agencja Wydawnicza Medsportpress. Warszawa, 100-103.
- van Praagh, E. 1998. Pediatric anaerobic performance. Human Kinetics Publishers, Inc. United States of America, 218.
- Richards, J., Ackland, T. & Elliott, B. 1999. The effect of training volume and growth on gymnastic performance in young women. *Pediatric Exercise Science* 11, 349-363.
- Rogol, A., Roemmich, J. & Clark, P. 2002. Growth at puberty. *Journal of adolescent health* 31, 192-200.

- Rowland, T., Wehnert, M. & Miller, K. 2000. Cardiac responses to exercise in competitive child cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32, 747-752.
- Rönkkö, P. 2006. Kestävyyssuorituskyky, suorituksen rasittavuus sekä ohjelman rakenne joukkuevoimistelussa. Kandidaatin tutkielma. Jyväskylän yliopisto.
- Sebic, L., Hadrovic, A., Bijelic, S. & Kozic, V. 2010. Postural differences between girls who practice and who do not practice rhythmic gymnastics. *Homo Sporticus* 12, 45-48.
- Shephard, R. & Åstrand, P.-O. 2000. *Endurance in sport*. Blackwell Science. United States of America, 514-515.
- Sokolowski, B. & Chrzanowska, M. 2012. Development of selected motor skills in boys and girls in relation to their rate of maturation - a longitudinal study. *Human Movement* 13, 132-138.
- Sousa, F. & Lebre, E. 1996. Biomechanical analysis of two different jumps in rhythmic sports gymnastics (RSG). *The XIV International Symposium on Biomechanics in Sports* 25-29, 416-449.
- Svoli ry: Suomen Voimisteluliitto. 2010. Joukkuevoimistelun vapaa- ja välineohjelman SM-kilpailusäännöt.
- Villaca Alves, J., Saavedra, F., Simao, R., Novaes, J., Rhea, MR., Green, D. & Machado Reis, V. 2012. Does aerobic and strength exercise sequence in the same session affect the oxygen uptake during and postexercise? *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26, 1872-1878.

LIITE 1. Tiedote tutkittaville ja suostumus tutkimukseen osallistumisesta

YHDISTETYN VOIMA- JA KESTÄVYYSHARJOITTELUN JÄRJESTYSVAIKUTUS HYPPY- OMINAISUUKSIIN 12–14-VUOTIAILLA JOUKKUEVOIMISTELIJOILLA

Tutkijoiden yhteystiedot

Vastuullinen tutkija

Keijo Häkkinen, varadekaani
valmennus- ja testausopin professori
050 4285289
keijo.hakkinen@jyu.fi

Tutkimuksen suorittaja

Terhi Arkko, liikuntatieteiden kandidaatti
050 3481487
terhi.arkko@jyu.fi

Tutkimuksen taustatiedot

Tutkimus on yksittäinen tutkimus, joka toteutetaan Jyväskylän yliopistossa liikuntabiologian laitoksella pro gradu -tutkimuksena. Tutkimuksen harjoittelu- ja mittausjakso suoritetaan syksyn 2011 aikana ja tulosten analysointi kevään 2012 aikana. Tutkimuksen suorittaja vastaa tutkimusaineiston turvallisesta säilyttämisestä ja sitä käytetään vain tähän tutkimukseen. Koehenkilöiden tietoja käsitellään nimettöminä, eikä niitä luovuteta tutkimuksen ulkopuolisille. Osallistuminen tutkimukseen on täysin vapaaehtoista. Tutkittavilla on tutkimuksen aikana oikeus kieltäytyä mittauksista ja keskeyttää testit ilman, että siitä aiheutuu mitään seuraamuksia.

Tutkimuksen tarkoitus, tavoite ja merkitys

Tutkimuksessa tutkitaan yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun järjestyksen vaikutusta joukkuevoimistelun hyppyyhin. Tavoitteena on siis selvittää kannattaako voimaharjoitteet tehdä ennen vai jälkeen kestävyysharjoitteita, jotta joukkuevoimisteluhypyt kehittyisivät mahdollisimman hyvin 12–14-vuotiailla työssä. Tutkimuksessa tarkastellaan lisäksi harjoittelujakson vaikutusta koehenkilöiden kestävyys- ja voimaominaisuuksiin. Tutkimuksen merkitys on joukkuevoimistelun kehittämisessä. Olisi tärkeää saada lisää tietoa lajin valmennukseen ja erityisesti lajin hyppytekniikan harjoitteluun.

Menettelyt, joiden kohteeksi tutkittavat joutuvat

Tutkimuksen 12 viikon harjoittelujakso sekä mittaukset suoritetaan syksyn 2011 aikana. Harjoittelua toteutetaan kahdesti viikossa tunti kerrallaan. Tämän lisäksi joukkueilla on normaalit lajiharjoituksensa. Koehenkilöt osallistuvat tutkimuksessa kolmiin mittauksiin.

Tutkimuksen harjoitukset pitävät sisällään voima- ja kestävyysharjoittelua. Voimaharjoittelu toteutetaan jumppakuminauhoja apuna käyttäen ja kestävyys hölkkäillen ja juosten. Voimaharjoitteet kehittävät pääasiassa jalkojen lihaksistoa (pohje, etureisi, takareisi, pakara). Sekä voima- että kestävyysharjoitukset voivat toistoiltaan ja intensiteetiltään muuttua harjoitusjakson edetessä.

Tutkimuksen mittaukset suoritetaan Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitoksella. Koehenkilöille tehdään antropometriset mittaukset eli heiltä mitataan pituus, paino sekä jalan pituus. Koehenkilöt suorittavat voimalevyllä joukkuevoimistelun lajihyppyjä, jotka videokuvataan analysointia varten. Koehenkilöt suorittavat lisäksi vertikaalihyppyjä voimalevyllä. Tutkimuksessa suoritetaan myös isometriset maksimivoimatestit voimapenkissä etu- ja takareiden sekä pohkeen lihaksille. Kestävyystestinä tutkimuksessa käytetään kestävyyssukulajuoksu testiä. Tutkimuksessa mitataan myös takareiden ja lonkankoukistajan liikkuvuutta.

Tutkimuksen hyödyt ja haitat tutkittaville

Tutkimuksen koehenkilöt saavat tutkimuksen myötä tietoa kehittymisestään muun muassa joukkuevoimisteluhypyissä ja niihin liittyvissä muuttujissa. Myös kestävyys- ja liikkuvuusominaisuuksien muutokset kerrotaan jokaiselle tutkimukseen osallistuvalla henkilökohtaisesti. Nämä tiedot ovat paitsi mielenkiintoisia tutkittaville, niin myös oleellisia lajin harrastamisen ja siinä kehittymisen kannalta.

Tutkimuksen harjoittelujakso ei pääasiassa poikkea normaaleista joukkuevoimisteluharjoituksista. Voima- ja kestävyysharjoituksia tehdään lajissa jatkuvasti. Tässä tutkimuksessa painotus näiden ominaisuuksien harjoittelussa on kuitenkin normaalia suurempi ja harjoitteet vähemmän lajinomaisia. Jokainen koehenkilö tekee harjoitukset oman kuntonsa mukaan eli loukkaantumisriski on tällöin periaatteessa yhtä pieni kuin muissakin joukkuevoimisteluharjoituksissa. Myös mittauksessa tehtävät testit ovat koehenkilöille tuttuja lukuun ottamatta isometrisiä maksimivoimatestejä. Isometrisen voimantuoton mittaamisessa on suhteellisen turvallinen menetelmä ja loukkaantumisriski pieni.

Vakuutukset

Tutkimuksissa koehenkilöt on vakuutettu tutkimuksen ajan ulkoisen syyn aiheuttamien tapaturmien, vahinkojen ja vammojen varalta. Tapaturmavakuutus on voimassa mittauksissa ja niihin välittömästi liittyvillä matkoilla. Vakuutusyhtiöt eivät kuitenkaan korvaa äkillisen ponnistuksen aiheuttamaa lihas- tai jännevähdyttä, ellei siihen liity ulkoista syytä. Tapaturmien ja sairastapausten välittömään ensiapuun mittauksissa on varauduttu tutkimusyksikössä. Laboratoriossa on ensiapuvälineet ja varusteet, joiden käyttöön henkilökunta on perehtynyt.

Tutkittavan suostumus tutkimukseen osallistumisesta

Olen perehtynyt tämän tutkimuksen tarkoitukseen ja sisältöön, tutkittaville aiheutuviin mahdollisiin haittoihin sekä tutkittavien oikeuksiin ja vakuutusturvaan. Annan lapseni osallistua mittauksiin ja toimenpiteisiin annettujen ohjeiden mukaisesti. Lapseni ei osallistu mittauksiin flunssaisena, kuumeisena, toipilaana tai muuten huonovointisena. Voin halutessani peruuttaa tai keskeyttää lapseni osallistumisen tai hän voi kieltäytyä mittauksista missä vaiheessa tahansa. Lapseni tutkimustuloksia saa käyttää tieteelliseen raportointiin (esim. julkaisuihin) sellaisessa muodossa, jossa yksittäistä tutkittavaa ei voi tunnistaa.

Päiväys

Tutkittavan vanhemman allekirjoitus

Päiväys

Tutkijan allekirjoitus

LIITE 2. Koehenkilöiden esitietolomake

On tärkeää, että tiedämme lapsenne liikuntatottumuksista ja mahdollisia sairauksista ennen kuin testaamme hänet. Vastatathan siis seuraaviin kysymyksiin huolellisesti.

Lapsen nimi: _____ Syntymäaika: _____

Onko lapsellanne ollut viimeisen 6 kk aikana

1. rintakipuja levossa?
2. rintakipuja rasituksessa?
3. rasitukseen liittyvää hengenahdistusta?
4. huimausoireita?
5. rytmihäiriötuntemuksia?
6. urheilua estäviä kipuja tai vammoja?

Missä: _____

Kyllä Ei

Onko lapsellanne todettu

1. sydän-, hengitys- tai verenkiertoelimistön sairauksia?

Mitä: _____

2. ollut tapaturma tai urheiluvamma äskettäin?

Mikä: _____

3. muu sairaus tai oireita?

Mitä: _____

Kyllä Ei

1. Käyttääkö lapsi jotain lääkitystä tai lääkeainetta säännöllisesti tai usein?

Mitä: _____

2. Onko lapsellanne ollut kuumetta, flunssaa tai muuten poikkeavaa väsymystä viimeisen kahden viikon aikana?

3. Onko lapsen lähisuvussa ennenaikaiseen kuolemaan johtaneita sydänsairauksia?

Lähisukulainen: _____

Minkä ikäisenä: _____

4. Onko lapsellanne todettu synnynnäinen sydänvika?

Kyllä Ei

Kuinka usein lapsi on viimeisen 3 kk aikana harrastanut liikuntaa? _____

Mitä harrastuksia lapsella on? _____

Olen vastannut kysymyksiin rehellisesti parhaan tietämykseni mukaan.

Aika _____ Paikka _____

Huoltajan allekirjoitus _____

Huoltajan sähköpostiosoite (tuloksille): _____

LIITE 3. Kestävyyskukulajuoksun viitearvot

OMINAISUUSTESTI

Kestävyyskukulajuoksu

Tytöt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ikä 10 - 11		10	20	30	35.3	38.1	40.9	43.7	46.5	49.3	52.1	54.9	57.6	60.4	63.2	66.0	68.8	71.6	74.4	77.2	80.0
Ikä 11 - 12		12	22	32	37.5	40.5	43.5	46.4	49.4	52.4	55.3	58.3	61.3	64.2	67.2	70.2	73.2	76.1	79.1	82.1	85.0
Ikä 12 - 13		14	24	34	39.7	42.8	46.0	49.1	52.3	55.4	58.5	61.7	64.8	68.0	71.1	74.2	77.4	80.5	83.7	86.8	90.0
Ikä 13 - 14		16	26	36	41.9	45.2	48.5	51.9	55.2	58.5	61.8	65.1	68.4	71.8	75.1	78.4	81.7	85.0	88.3	91.7	95.0
Ikä 14 - 15		18	28	38	44.1	47.6	51.1	54.6	58.1	61.6	65.1	68.6	72.1	75.6	79.0	82.5	86.0	89.5	93.0	96.5	100.0
Ikä 15 - 16		20	30	40	46.3	50.0	53.7	57.3	61.0	64.7	68.3	72.0	75.7	79.4	83.0	86.7	90.4	94.0	97.7	101.4	105.0
Ikä 16 - 17		22	32	42	48.5	52.3	56.2	60.0	63.9	67.7	71.6	75.4	79.2	83.1	86.9	90.8	94.6	98.4	102.3	106.1	110.0
Pojat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ikä 10 - 11		15	25	35	46.3	50.0	53.7	57.3	61.0	64.7	68.3	72.0	75.7	79.4	83.0	86.7	90.4	94.0	97.7	101.4	105.0
Ikä 11 - 12		17	27	37	48.5	52.3	56.2	60.0	63.9	67.7	71.6	75.4	79.2	83.1	86.9	90.8	94.6	98.4	102.3	106.1	110.0
Ikä 12 - 13		19	29	39	50.7	54.7	58.8	62.8	66.8	70.8	74.8	78.8	82.9	86.9	90.9	94.9	98.9	102.9	107.0	111.0	115.0
Ikä 13 - 14		21	31	41	52.9	57.1	61.3	65.5	69.7	73.9	78.1	82.3	86.5	90.7	94.9	99.0	103.2	107.4	111.6	115.8	120.0
Ikä 14 - 15		23	33	43	55.2	59.5	63.9	68.3	72.6	77.0	81.4	85.7	90.1	94.5	98.8	103.2	107.6	111.9	116.3	120.7	125.0
Ikä 15 - 16		25	35	45	57.3	61.9	66.4	70.9	75.5	80.0	84.6	89.1	93.6	98.2	102.7	107.3	111.8	116.3	120.9	125.4	130.0
Ikä 16 - 17		27	37	47	59.5	64.3	69.0	73.7	78.4	83.1	87.8	92.6	97.3	102.0	106.7	111.4	116.1	120.8	125.6	130.3	135.0

(Nuori Suomi ry 2012.)