

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Naprapatian koulutusohjelma

Antti Lahtinen

Alaraajojen bilateraalisten ja unilateraalisten harjoitteiden ero voimaharjoittelussa

Opinnäytetyö 2016

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Naprapatian koulutusohjelma

Lahtinen, Antti	Alaraajojen bilateraalisten ja unilateraalisten harjoitteiden ero voimaharjoittelussa
Opinnäytetyö	37 sivua + 12 liitesivua
Työn ohjaaja	Petteri Koski, naprapaatti D.N Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Yliopettaja, KT
Toimeksiantaja	Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Maaliskuu 2016	
Avainsanat	unilateraalinen harjoittelu, bilateraalin harjoittelu, voimaharjoittelu, lihasvoima

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää alaraajojen unilateraalisten ja bilateraalisten harjoitteiden eroa lihasvoimavoimaharjoittelussa. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kvantitatiivista kokeellista tutkimusta. Unilateraalisesti sekä bilateraalisesti harjoitteli viisi koehenkilöä kummassakin ryhmässä (N=10). Koehenkilöillä ei ollut säännöllistä harjoittelutaustaa.

Alkumittauksissa testattiin maksimivoimataso jalkaprässissä sekä polven ojennuksessa tehdyissä kolmen toiston maksimisuorituksissa. Hyppytesteiksi valittiin vertikaalihyppy ja vauhditon pituushyppy, koska ne testaavat alaraajojen ojentajalihasten kykyä tuottaa räjähtävää voimaa. Alkumittausten jälkeen koehenkilöt harjoittelivat itsenäisesti kahdeksan viikkoa oman ryhmänsä ohjeistuksen mukaisesti, jonka jälkeen suoritettiin loppumittaukset.

Maksimivoimataso parani molemmissa ryhmissä. Jalkaprässissä 1RM-keskiarvo parantui unilateraalisesti harjoitelleilla 29,31 % ja bilateraalisesti harjoitelleilla 27,68 % ($p = 0,5$). Hyppytesteissä keskiarvot parantuivat suuntaa antavasti ($p = 0,4$). Vertailtaessa harjoitteluryhmien keskiarvoja havaittiin pientä parannusta, mutta ei kuitenkaan tilastollisesti merkitsevää eroa.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Naprapathy

Lahtinen, Antti	Difference between unilateral and bilateral lower limb exercises in strength training
Bachelor's Thesis	37 pages + 12 pages of appendices
Supervisor	Petteri Koski, naprapath D.N Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, PhD
Commissioned by	Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
March 2016	
Keywords	unilateral training, bilateral training, strength training, muscle power

The purpose on this bachelor's thesis was to investigate the difference between unilateral and bilateral lower limb exercises in strength training. The method used in this thesis was a quantitative experimental research. In both groups, unilateral and bilateral, there were five participants (n=10). All subjects in this study had a minor training background.

In the preliminary testing, muscle power was measured in leg press and knee extension by performing a three-repetition maximum. For the jumps tests vertical jumps and standing broad jump were chosen because they measure effectivity and explosive power of the extensor muscles in the lower limbs. After the preliminary testing, the participants trained for eight weeks by them selfs in line with the instructions of their group. Final testing was done after the training period.

Muscle power was better in both groups. In leg press the 1RM average was 29,31% better in the unilateral training group and 27,68% for the bilateral group (p = 0,5). The average scores in the jump testing improved slightly (p = 0,4). There were no significant differences between the average scores of the two training groups and no statistically significant difference was found.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	VOIMAHARJOITTELU	6
	2.1 Lihasvoima ja sen muodostuminen	6
	2.2 Harjoitteluvaikutukset hermo-lihasjärjestelmässä	8
	2.3 Alaraajojen ojentajalihakset	9
	2.4 Voimaharjoittelun toteuttamisen perusteet	10
	2.5 Bilateraalin harjoittelu	12
	2.6 Unilateraalinen harjoittelu	13
3	TUTKIMUSONGELMAT	13
4	TUTKIMUSMENETELMÄ JA TUTKIMUKSEN ETENEMINEN	14
5	KOEHENKILÖIDEN VALINTA JA TAUSTATIEDOT	14
6	TOTEUTUKSEN SUUNNITTELU	15
	6.1 Tutkimusasetelma	15
	6.2 Koehenkilöitten ohjeistus	15
	6.3 Harjoittelun suunnittelu	15
	6.4 Mittausten suunnittelu	16
	6.5 Koemittaukset	18
7	HARJOITTELU	18
8	MITTAUSTEN TOTEUTUS	19
	8.1 Mittausten luotettavuuden varmistaminen	19
	8.2 Maksimivoimatason mittaus	20
	8.3 Vauhditon pituushyppy	22
	8.4 Kevennyshyppy	22
	8.5 Staattinen hyppy	22
	8.6 Toteutus	22
9	TUTKIMUSTULOKSET	27

9.1 Mikä on unilateraalisen lihasvoimaharjoittelun vaikutus alaraajojen maksimaaliseen voimantuottoon	28
9.2 Mikä on bilateraalisen lihasvoimaharjoittelun vaikutus alaraajojen maksimaaliseen voimantuottoon	29
9.3 Kumpi harjoittelumuoto on tehokkaampi vertailtaessa alaraajojen räjähtävää voimantuottoa	30
9.4 Kumpi harjoittelumuoto on tehokkaampi vertailtaessa alaraajojen elastisen komponentin hyö- dyntämistä voimantuotossa	31
10 POHDINTA	32
11 LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI	33
LÄHTEET	35
LIITTEET	
Liite 1. Harjoitteluohje	
Liite 2. Harjoittelu ohjeistus	
Liite 3. Harjoitus päiväkirja	
Liite 4. Testauslomake	

1 JOHDANTO

Hyvä lihasvoimataso on tärkeää, sillä sen on todettu pienentävän loukkaantumiseriskiä urheilussa ja arkielämässä (Brill, Macera, Davis, Blair & Gordon 2000). Suurella osalla urheilijoista ja kuntoilijoista voimaharjoittelu on tärkeä osa jokapäiväistä harjoittelua. Urheilijoita kiinnostaa voiman lisääntyminen ja kehonkoostumuksen muutoksen tuoma suorituskyvyn paraneminen omassa lajissaan. Kuntoilijalle tärkeää on hyvän lihaskunnan tuomat terveydelliset hyödyt sekä kehon kiinteytyminen, joka auttaa painonhallinnassa (Kramer & Fleck 2004, 13).

Lauder ja Lake (2008) tutkivat painonnoston tempausta liikkeen biomekaanisen vaativuuden selvittämiseksi. Tempausta tehtiin bilateraalisesti levytangolla ja unilateraalisesti yhdellä käsipainolla yhden harjoituskerran aikana. Kineettistä ja kinemaattista liikettä mitattiin kahdella yhteen synkronoidulla voimalevyllä, sekä kolmiulotteisella suurnopeusvideokameralla. Yhden käden harjoite tehtiin ensin, koska se on kevyempi suhteessa raskaampaan tangolla tehtävään suoritukseen. Yhden käden tempauksen vedossa ja laskeutumisvaiheessa todettiin olevan huomattavaa vaihtelua suhteessa maahan välittyvään voimaan. Erilaisesta symmetriasta johtuvalla ärsykkeellä voi olla hyötyä urheilijan harjoittelussa (Lauder & Lake 2008).

McCurdy ym. (2005) tutkimuksen mukaan unilateraalinen plyometrinen harjoittelu ja voimaharjoittelu ovat yhtä tehokkaita verrattuna bilateraalisesti suoritettuun harjoitteluun. Makaruk ym. (2011) havaitsivat tutkiessaan yhden jalan ja kahden jalan plyometrisen harjoittelun vaikutusta, että yhdellä jalalla suoritettu harjoittelu kehitti suorituskykyä nopeammin, mutta kahdella jalalla tehtävän harjoittelun vaikutukset kestivät pidempään.

2 VOIMAHARJOITTELU

2.1 Lihasvoima ja sen muodostuminen

Lihasvoima kuvaa lihaksen tai lihasryhmien kykyä tehdä työtä. Sillä tarkoitetaan maksimaalista kuormaa, joka pystytään nostamaan tai lihaksen tuottamaa huippuvoimaa staattisen tai dynaamisen lihasjännityksen aikana. Lihaksilla on kolme työtapaa jotka ovat, eksentrisen-, konsentrisen- ja isometrisen lihastyö. Eksentrisen lihastyön aikana lihas jännittyy ja pidentyy samanaikaisesti. Konsentrisessa

lihastyössä lihas lyhenee jännittyessään. Isometrisessä työtavassa nivelessä ei ole havaittavaa liikettä lihaksen ollessa aktivoitunut (Kauranen & Nurkka 2010, 139).

Lihaksen pituus vaikuttaa sen tuottamaan voimaan. Lihaksen pienin supistuva komponentti, eli sarkomeeri tuottaa eniten voimaa keskipituuksilla, jossa poikkisiltojen määrä on suurimmillaan aktiini- ja myosiinifilamenttien välillä. Liikkeessä nivelien eri asennot, sekä jatkuva lihaspituuden muutos vaikuttavat siihen, mitkä lihakset tai lihasryhmät työskentelevät ja miten ne tuottavat voimaa eri nivelkulmilla. (Keskinen 2014, 129.)

Tärkeä lihaksen voimantuottoon vaikuttava tekijä on lihaksen poikkipinta-ala ja paksuus. Lihaksen poikkileikkauspinta-ala ja koko vaikuttavat sen voimantuottoon. Mitä isompi lihas, sen suurempi on tuotettu voima. Tämä selittää kuitenkin vain 50 % yksilöiden välisistä eroista mitattaessa lihasvoimaa. Eroa lisääviä tekijöitä ovat lihassyiden suunta voimaa siirtävän janteen suhteen, mahdollinen antagonistilihasten aktiivisuus, koko lihasmassan aktivoinnin vaikeus, synergistilihasten aktiivisuus sekä ikääntymisen tuomat vaikutukset. (Kauranen & Nurkka 2010, 147.)

Naisilla ja miehillä voimantuotto on yhteneväinen poikkileikkauspinta-alaa kohden. Miehillä on enemmän lihasmassaa, jonka seurauksena heillä on myös suuremmat lihasvoimat. Naisilla ylävartalon lihasvoimat ovat noin 50 % miehiä heikommat ja alaraajoissa, sekä vartalossa vastaava ero on noin 30 %. Tämä yhteys koskee kehon lihasmassaa, sekä rasvavapaata massaa, jonka suhdetta heikentää korkea kehon rasvaprosentti. (Kauranen & Nurkka 2010, 148.)

Hyvä lihaskunto auttaa ylläpitämään luun massaa ehkäisten osteoporoosia, sekä aikuisiän diabetesta pitämällä verensokerin tasapainoisena (Keskinen 2014, 125).

Lihassoima voidaan jakaa kolmeen ryhmään (Keskinen 2014, 125):

1. Nopeusvoima
2. Maksimivoima
3. Kestovoima

1. Nopeusvoima kuvaa lihaksen kykyä tuottaa mahdollisimman paljon voimaa lyhyessä ajassa ja maksiminopeudella.
2. Maksimivoima kuvaa lihaksen suurinta voimatasoa, jonka lihas pystyy tuottamaan.
3. Kestovoima kuvaa tiettyä voimatasoa, jota pidetään yllä pitkään tehtäessä useita toistoja lyhyellä palautuksella.

Näiden ominaisuuksien ohella muut hermo-lihasjärjestelmän toiminnot, kuten tasapaino, ketteruus ja koordinaatio ovat tärkeitä terveyden ja fyysisen kunnan osa-alueita.

2.2 Harjoitteluvaikutukset hermo-lihasjärjestelmässä

Hermosto jaetaan kahteen osaan; keskus- ja ääreishermostoon. Keskushermoston osia ovat aivot ja selkäydin. Ääreishermostoon kuuluvat hermot, joiden tehtävänä on viedä keskushermoston lähettämät toimintakäskyt motorisia hermoratoja pitkin lihaksille (Kauranen & Nurkka 2010, 55).

Lihaksen tahdonalainen käsky supistua saa alkunsa aivoista, josta saapuva supistumiskäsky etenee sähköisenä viestinä motoriseen yksikköön. Hermolihasjärjestelmän pienintä voimaa säätelevää kokonaisuutta kutsutaan motoriseksi yksiköksi, joka koostuu yhdestä α -motoneuronista ja sen hermottamista lihasoluista. Määrä voi vaihdella 5–2000 lihasolun välillä riippuen siitä, vastaako lihas hienomotorisesta vai karkeamotorisesta suorituksista. Tarkoista hienomotorisista liikkeistä vastaavien lihasten yhden hermosolun hermottamien lihasolujen määrä on matala. Karkeamotorisissa lihaksissa yhtä α -motoneuronian kohti voi olla jopa 2000 lihasolua (Fleck & Kramer 2014, 54).

Lihaksen tuottaessa maksimaalista supistusta se vaatii kaikkien motoristen yksiköiden yhtäaikaisen, mahdollisimman nopean aktivaation. Henkilöt, jotka eivät harrasta säännöllisesti lihasvoimaharjoittelua eivät pysty tehokkaasti hyödyntämään koko hermostollista kapasiteettiaan ja aktivoimaan kaikkia motorisia yksiköitä tuottaakseen mahdollisimman paljon voimaa lihaksistaan. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat ikä, sukupuoli ja fyysinen kunto. Säännöllinen lihasvoimaharjoittelu lisää hermostollista aktivaatiota, jonka seurauksena henkilö pystyy aktivoimaan enemmän motorisia yksiköitä sekä lihassoluja mukaan maksimaaliseen supistukseen. Tämän seurauksena hän pystyy tuottamaan lihaksistaan suuremman määrän voimaa (Kauranen & Nurkka 2010, 149).

2.3 Alaraajojen ojentajalihakset

Alaraajojen päälihakset ojennusliikkeessä ovat: m. gluteus maximus, m. quadriceps femories ja m. triceps surae (Niranjan ym. 2008, 1368–1423). M. gluteus maximus on kehon vahvin ja suurin lihas, jonka funktio on lonkan ekstensio sekä vartalon nostaminen reiden takaosan eli hamstring-lihasryhmän (m. biceps femoris, m. semitendinosus ja m. semimembranosus) kanssa kumartuessa. M. gluteus maximus on jaksottaisesti aktiivinen kävellessä ja rappusia noustessa, sekä jatkuvasti aktiivinen voimakkaassa reiden ulkorotaatiossa. Avustavina lihaksina toimivat m. gluteus medius ja m. gluteus minimus (Niranjan ym. 2008, 1368).

Quadriceps femoris peittää melkein kokonaan os femurin edestä ja sivuilta. Sen funktiona on polven ekstensio. Se voidaan jakaa neljään eri osaan m. vastus medialis, m. vastus lateralis ja m. vastus intermediaalis, jotka ovat yksinivelsisiä sekä m. rectus femoris, joka kulkee kahden nivelen yli (Niranjan ym. 2008, 1373–1374).

Lonkan ojennusliikkeessä mukana oleva toinen iso lihasryhmä on hamstring-lihakset. Hamstring lihaksiin kuuluvat m. biceps femories, m. semitendinosus ja m. semimembranosus, jotka kiinnittyvät polven takaosaan mediaalisesti. Hamstring lihasten funktio on lonkan ekstensio, polven fleksio ja polven mediaalirotaatio (polven ollessa pienessä fleksiossa tai lonkan ollessa ekstensiossa). Nilkan ojennusliikkeessä pääsuorittajana työskentelee m. triceps surae, joka koostuu kahdesta lihaksesta m. gastrocnemius ja m. soleuksesta.

M. gastrocnemius on pinnallisin kaikista pohkeen takaosan lihaksista ja sen funktio on nilkan plantaari fleksio sekä polven fleksio. M. soleus on leveä ja litteä lihas, jonka funktio on nilkan plantaari fleksio. (Niranjan ym. 2008, 1421).

2.4 Voimaharjoittelun toteuttamisen perusteet

Voimaharjoittelu on tärkeä osa harjoitusohjelmaa monilla urheilijoilla ja tavallisilla kuntoilijoilla. Urheilussa ja arkiaskareissa tarvitaan voimaa ja tehoa koko nivelen liikelaaajuudella. Mikäli voimaharjoittelu ei tapahdu nivelen koko liikelaaajuudella, saavutetut hyödyt eivät ole optimaalisia. Voimaharjoittelututkimuksista suurin osa on tehty lyhyellä seuranta-ajalla (8–12 vk) ja koehenkilöt ovat olleet harjoittelemattomia tai vähän harjoitelleita henkilöitä. Tämä tekee tutkimustulosten vertaamisen pitkäaikaiseen harjoitteluun ja paljon harjoitteleviin henkilöihin kyseenalaiseksi (Fleck & Kramer 2014, 14).

Yleisin käytetty voimaharjoittelumuoto on vastusharjoittelu, joka suoritetaan vapailla painoilla tai siihen tarkoitukseen suunnitellussa laitteessa, jossa vastus tai nostettava kuorma on sama koko liikkeen ajan. Harjoittelussa käytettyjä peruskäsitteitä ovat toisto, sarja ja toistomaksimi. Toisto on harjoitteessa oleva yksi kokonainen liike. Normaalisti siinä on kaksi vaihetta, konsentrisen ja eksentrisen vaihe. Sarjassa on yleensä useita toistoja, jotka tehdään ilman pysähtymistä tai lepoa. Sarjan pituus voi vaihdella yhden ja kahdenkymmenen välillä riippuen siitä, mitä tavoitellaan. Toistomaksimi (repetition maximum, RM) on maksimaalinen määrä toistoja yhden sarjan aikana, jotka harjoittelija pystyy suorittamaan samalla vastuksella ja puhtaalla nostotekniikalla (Fleck & Kramer 2014, 3).

Optimaalista sarjojen ja toistojen määrää on tutkittu vuosien varrella paljon. Sarjojen määrä on vaihdellut yhdestä kuuteen ja tehtyjen toistojen määrä yhdestä kahteenkymmeneen lihasryhmää kohden. Suurimpaan osaan kuntoilijoiden ja urheilijoiden harjoittelua koskevista tutkimuksista sekä harjoitteluohjelmista sisältyy jossain vaiheessa suoritettava toistomaksimi. Tämä ei tarkoita sitä, että yksi toistonmaksimi tulisi suorittaa jokaisessa harjoituksessa. Jossain vaiheessa harjoittelua sarjat tulisi suorittaa hetkelliseen uupumiseen asti, lähelle yhden toiston maksimikuormaa. Aikaisemmassa tutkimuksessa Berger ja Hardage (1967) havaitsivat tarpeen toistomaksimille saadaksesi esiin maksimaalisen voiman kehityksen. Uupumukseen asti tehdyt sarjat toivat esiin huomattavasti suuremmat hormonaaliset vasteet (kasvuhormoni ja testosteroni) verrattuna ilman uupumusta suoritettaviin sarjoihin (Linnamo ym. 2005). 16 viikkoa

kestävässä harjoitusohjelmassa sarjat suoritettiin loppuun asti ilman uupumusta. Tämä suoritustapa johti alempaan veren kortisolitasoon ja korkeampaan testosteronitasoon verrattuna uupumukseen asti suoritettuun harjoitteluun. Ilman uupumusta suoritettu harjoittelu johti parempaan hormonaaliseen aineenvaihduntaan (Izquierdo ym. 2006). Harjoitus jossa sarjojen tekeminen uupumukseen asti ei parantanut yhtään toistomaksimia eikä lihaskestävyyttä (Izquierdo ym. 2006; Willardson ym, 2008). Havaittavaa hyötyä uupumiseen asti tehtävästä harjoittelusta ei ole. Kuitenkin aikaisemmassa tutkimuksessa Willardson (2007a) havaitsi, että uupumukseen asti tehdyistä sarjoista voi olla hyötyä sellaiselle yksilölle jolla on pitkä harjoittelutausta hänen pyrkiessään kääntämään kehitystä nousuun tasankovaiheesta (Willardson 2007a).

Sarjoittain tehtävän harjoittelun on todettu lisäävän voimaa. Suosituksen mukaan terveellä aikuisella, jonka tavoitteena on fyysisen kunnon parantaminen, tulisi lihasvoimaa lisätäkseen yhden sarjan toistomäärän olla 8–12 toistoa. Keski-ikäisillä ja vanhemmilla ihmisillä toistojen määrä tulisi olla 10–15 toistoa sarjaa kohden. Käytettäessä vähintään yhtä liikettä, 15–20 toistoa parantaa lihaskestävyyttä, joka kuormittaa kaikkia suuria lihasryhmiä yhden harjoituskerran aikana (Ratames ym. 2009). Suositus on terveille aikuisille, joiden tavoitteena on fyysisen kunnon parantaminen tai sen ylläpito, ei urheilijoille eikä pitkän harjoittelutaustan omaaville henkilöille.

Meta-analyysien (Rhea ym. 2002; Rhea ym. 2003; Peterson ym. 2004; Wolfe ym. 2004) mukaan havaittiin useita sarjoja käsittävän harjoitusohjelman parantavan voimaa sekä harjoittelemattomilla, että pitkän harjoittelutaustan omaavilla, etenkin pitkällä aikavälillä (6–16 viikkoa vs. 17–40 viikkoa) harjoitelleilla henkilöillä verrattaessa harjoitteluun, joka sisälsi yhden koko vartaloa kuormittavan sarjan. Tutkimuksissa havaittiin kolmen lihasryhmää kohden tehtävän sarjan johtavan huomattavasti parempaan voiman kehittymiseen verraten yhden sarjan tekemisen tuomaan voiman kehitykseen (Rhea ym. 2002). Neljä sarjaa lihasryhmää kohden johti optimaaliseen maksimivoiman kasvuun molemmilla ryhmillä (Rhea ym. 2003). Urheilijoiden tulisi tehdä kahdeksan sarjaa lihasryhmää kohden saadakseen paras mahdollinen kehitys maksimivoimaan (Peterson ym. 2004).

Lepoaika sarjojen ja harjoituskertojen välillä on tärkeää huomioida harjoitusohjelmaa suunniteltaessa. Liian lyhyt lepo voi vaikuttaa harjoituksen intensiteettiin ja harjoittelun turvallisuuteen, mikäli se johtaa nostotekniikan heikkenemiseen suorituksen aikana (de Salles ym. 2009; Willardson 2006). Lepoaika sarjojen ja harjoituskertojen vä-

lillä määrittää energiatuoton tehokkuuden ja laktaattikertymän veressä sekä lihaksissa. Miranda ym. (2007) tutkivat lepoajan vaikutusta ylävartaloharjoittelussa pitkän harjoittelutaustan omaavilla miehillä. Kaikki koehenkilöt pystyivät tekemään penkkipunnerruksessa ja jalkaprässissä kolme 10 toiston sarjaa 10RM-kuormalla kolmen minuutin tauolla. Tauon lyhentyessä yhteen minuuttiin sarjojen välillä, putosi tehtyjen toistojen määrä. Ensimmäinen sarja oli kymmenen toistoa, toinen sarja kahdeksan toistoa ja viimeinen sarja seitsemän toistoa (Miranda ym. 2007).

Harjoittelun edetessä hyvään harjoitusohjelmaan tulee pitkällä aikavälillä sisällyttää vaihtelua sarjapituuden, toistomäärien ja intensiteetin osalta, myös kuorman tulee kasvaa. Tämä mahdollistaa kehityksen ja auttaa saavuttamaan paremman voimatason (Rhea ym. 2003 & Ratames ym. 2009).

Taulukko 1. Suositus voimaharjoittelun asteittaisesta etenemisestä (mukailten Kraemer et al. 2004).

	Aloittelija	Harjoitellut henkilö	Urheilija
Liikkeiden järjestys	Isot < pienet lihakset Moni nivel < yksi Kova teho < matala	Isot < pienet lihakset Moni nivel < yksi Kova teho < matala	Isot < pienet lihakset Moni nivel < yksi Kova teho < matala
Kuorma	60-70% 1 RM	70-80% 1 RM	70-100% 1 RM
Sarjat	1-3 x 8-12 toistoa	Useita sarjoja x 6-12	Useita sarjoja x 1-12
Lepoaika sarjojen välissä	1-2 min	2-3 min keskivartalo 1-2 min muut lihakset	3 min keskivartalo 1-2 min muut lihakset
Harjoituskertoja viikossa	2-3 kertaa/vk	2-4 kertaa/vk	4-6 kertaa/vk

2.5 Bilateraallinen harjoittelu

Kahdella jalalla tehtävät harjoitteet ovat yleisimmin käytettyjä harjoitettaessa alaraajojen voimaa. Liikkeet voidaan suorittaa vapailla painoilla tai tähän tarkoitukseen suun-

nitelluilla laitteilla. Molempien on todettu kehittävän tehokkaasti voimaa terveillä aikuisilla (Ratamess ym. 2009).

Laitteilla suoritettu harjoittelu on turvallisempaa, helpompaa oppia ja se mahdollistaa harjoitteet, joita vapailla painoilla on hankalaa toteuttaa (Ratamess ym. 2009). Vapailla painoilla tehtävä harjoittelu kehittää tasapainoa sekä koordinaatiota, jonka hyödyt palvelet sekä arkielämää, että urheilua (Powers ym. 2012, 487).

2.6 Unilateraalinen harjoittelu

Hyvän harjoitusohjelman tulisi sisältää vähintään yksi unilateraalinen moninivelliike, jotta kokonaisvaltaisen lihasvoiman kehitys saadaan maksimoitua (Ratamess ym. 2009). Yleisimmin näitä liikkeitä käytetään tuomaan vaihtelua perinteiseen jalkakyykkyyn (McCurdy ym. 2005). Makaruk (ym. 2011) tutkivat unilateraalisen ja bilateraalisen plyometrisen harjoittelun vaikutusta hyppytehoon sekä suorituskykyyn. Neljäkymmmentäyhdeksän vähäisen harjoittelutaustan omaavaa naista otti osaa 12 viikkoa kestäväan tutkimukseen, jossa koehenkilöt jaettiin kolmeen ryhmään: unilateraalisesti ja bilateraalisesti harjoitteleviin sekä kontrolliryhmään. Tulosten mukaan yhdellä jalalla suoritettu harjoittelu kehitti tehoa ja suorituskykyä nopeammin lyhyellä aikavälillä. Kahdella jalalla suoritettun harjoittelun tuomat vaikutukset kestivät pidempään.

Monet taidot, jotka vaativat hyvää alaraajojen koordinaatiota (juokseminen, heittäminen, lyöminen, potkaiseminen, erilaiset loikat ja suunnanvaihdot) suoritetaan osittain tai kokonaan yhdellä jalalla tehtävällä painonsiirrolla. Harjoittelun tulee tapahtua lajinomaisesti oikeilla nivelkulmilla sekä riittäväällä teholla, jos haluaa tehokkaasti kehittää näitä ominaisuuksia (McCurdy ym. 2005).

3 TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimuksessa on tarkoitus selvittää unilateraalisen ja bilateraalisen voimaharjoittelun vaikutusten eroa lihasvoimaharjoittelussa. Tutkimusongelmiksi muodostuivat seuraavat:

1. Mikä on unilateraalisen lihasvoimaharjoittelun vaikutus alaraajojen maksimaaliseen voimantuottoon?
2. Mikä on bilateraalisen lihasvoimaharjoittelun vaikutus alaraajojen maksimaaliseen voimantuottoon?

3. Kumpi harjoittelumuoto on tehokkaampi vertailtaessa alaraajojen räjähtävää voimantuottoa?
4. Kumpi harjoittelumuoto on tehokkaampi vertailtaessa alaraajojen elastisen komponentin hyödyntämistä voimantuotossa?

4 TUTKIMUSMENETELMÄ JA TUTKIMUKSEN ETENEMINEN

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää alaraajojen bilateraalisten ja unilateraalisten harjoitteiden ero voimaharjoittelussa. Tutkimusmenetelmänä käytetään kvantitatiivista kokeellista tutkimusta. Määrällinen tutkimusmenetelmä kertoo mitattavien ominaisuuksien välisistä eroista ja vastaa kysymyksiin kuinka paljon? ja miten usein? Tutkimuksen objektiivisuudelle on tärkeää, että tutkija on puolueeton ja hän ei vaikuta tutkimustulokseen. Tässä tutkimuksessa muuttujia ovat ikä ja sukupuoli. Mittareina tässä tutkimuksessa käytetään systemaattista havainnointia. (ks. Heikkilä 2010, 13.)

5 KOEHENKILÖIDEN VALINTA JA TAUSTATIEDOT

Tämän tutkimuksen perusjoukkona toimivat Kymenlaakson ammattikorkeakoulun opiskelijat naprapatian ja ensihoidon koulutusohjelmista. Tutkimukseen valittiin 11 henkilöä, jotka muodostivat tutkimuksen otoksen (N=11). Koehenkilöt rekrytoitiin 14.12.2015 suullisesti ammattikorkeakoulun luentotilaisuudessa, jossa tutkimus esiteltiin sekä kerrottiin sisäänotto- ja poissulkukriteerit. Tilaisuudessa ilmoittautuneille jaettiin informaatiolomake tutkimuksen tarkastan kulusta. Sisäänottokriteerinä oli, että koehenkilöiden tulee olla 20–30-vuotiaita ja perusterveitä. Poissulkukriteereinä olivat mahdollisesti tutkimukseen epäsuotuisasti vaikuttavat tekijät, kuten pitkäaikainen kuntosaliharjoittelu, flunssa- ja kuumesairaudet, kolmen kuukauden sisällä ennen tutkimusta tapahtunut alaraajavamman tai mahdollinen kilpaurheilutausta.

Otos edustaa osaa perusjoukosta, jolla saadaan kokonaiskuva koko perusjoukosta. Tutkimuksessa käytettiin kiintiötantaa, jossa perusjoukko jaettiin kahteen ryhmään harjoitusliikkeiden mukaisesti (ks. Vilka 2007, 56).

6 TOTEUTUKSEN SUUNNITTELU

6.1 Tutkimusasetelma

Määrälliseen tutkimukseen soveltuvan havainnoinnin muoto on systemaattinen havainnointi. Havainnoinnin kohteena voi olla henkilöiden puhe, käyttäytyminen, tapahtuma tai tilanne. Tutkimuksessa havaintoaineisto koostuu 50:stä lihasvoima- ja hyppytuloksesta, joista selvitetään testattavien ryhmien ero voimantuotossa kahden kuukauden intervention jälkeen. Ryhmät mitataan samoilla mittareilla ennen ja jälkeen intervention. Harjoittelua kontrolloidaan harjoituspäiväkirjalla ja yleisesti havainnoimalla neljännen viikon kohdalla. Systemaattinen havainnointi toteutetaan yleensä strukturoidusti niin, että tutkija kirjaa havaintonsa ennalta suunniteltuun lomakkeeseen (Vilka 2007, 29).

6.2 Koehenkilöitten ohjeistus

Tutkimuksen eteneminen esiteltiin koehenkilöille rekrytointitilaisuudessa. Koehenkilöiksi valittuja informoitiin suullisesti valmistautumisesta alkumittauksiin. Harjoittelujaksoa varten koehenkilöille jaettiin kirjallinen harjoitteluohje (liite 1) ja kuvitettu ohjeistus harjoitteluliikkeistä (liite 2). Lopputestien ohjeistus suoritettiin suullisesti.

6.3 Harjoittelun suunnittelu

Koehenkilöiden harjoittelujakson pituudeksi on suunniteltu kahdeksan viikkoa. Naprapatian ja ensihoidon opiskelijoilla työharjoittelun sijoittuminen sekä joulutauon pituus vaikuttavat harjoittelujakson keston valintaan. Tämän tutkimuksen kannalta tärkeää on saada yhtämittainen katkeamaton harjoittelujakso, jonka aikana on mahdollista harjoitella kolme kertaa viikossa (ks. McLester ym. 2000). Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kuntosali tarjoaa hyvät puitteet, ja harjoittelu siellä on maksutonta. Harjoitteet pysyvät samana, mutta progressiivisina. Alaraajoja harjoitetaan kolme kertaa viikossa ja ne tehdään jokaisella harjoituskerralla aina ensin (ks. Braith ym. 1989). Liikkeiden järjestys on aina sama. Suurimpia lihaksia kuormittava liike tehdään ensimmäisenä, joka minimoi väsymyksen tuoman haitallisen vaikutuksen kehitykseen (Kraemer ym. 2004). Ylävartaloa harjoittavat liikkeet ovat jokaisella harjoittelukerralla erilaiset ja ne eivät ole progressiivisia. Niiden mukana oleminen tekee harjoittelusta motivoivanpaa koehenkilön kannalta. Ohjelmointi on toteutettu siten, että viikkojen 1–3 painokuorma on 60 % /1RM maksimista. Viikolla 4 harjoittelu on kevyempää.

Viikkojen 5–7 kuorma on 60 % /1RM maksimista (Rhea ym. 2003 & Ratames ym. 2009). Viimeinen viikko kahdeksan on kevyt, ja sen jälkeen tehdään lopputestit (ks. kuva 1). Bilateraalisesti harjoittelevat aloittavat harjoittelun 60 % 1RM maksimista jalkaprässissä ja polven ojennuksessa. Unilateraalisesti harjoitteleville 60 % 1RM maksimista pudotetaan puolet pois kaikissa kolmessa liikkeessä. Harjoittelu tapahtuu kolme kertaa viikossa ja harjoituskertojen välissä tulee olla yksi lepopäivä (Rhea ym. 2003 & Ratames ym. 2009). Kolmannen harjoituskerran jälkeen lepopäiviä on kaksi.

Harjoittelun edetessä koehenkilöiden voimataso kasvaa ja kuorman määrää tulee nostaa. Jokaisen koehenkilön on tehtävä 12 toistoa sarjassa (Ratames ym. 2009; Schoenfeld ym. 2015). Borgin asteikon mukaan jokainen harjoittelija määrittää itse sopivan vastuksen ja sen tuoman rasituksen. Rasituksen tulee sijoittua Borgin asteikolla alueen 12–16 väliin (Borg 1982). Voimakkaan fyysisen rasituksen tuomaan tuntemukseen vaikuttaa koehenkilön aiempi harjoittelutausta (Bogdanis 2012).

Harjoittelun edistymistä seurataan henkilökohtaisella tapaamisella harjoittelujakson puolivälissä. Harjoittelun vaikutusta seurataan harjoituspäiväkirjalla, jonka koehenkilöt merkitsevät ylös tehtyjen toistojen määrän, käytetyn painon ja harjoituksen vaikutuksen Borgin asteikon perusteella.



Normaali viikko

Kevyt viikko

Kuva 1. Harjoittelujakson eteneminen

6.4 Mittausten suunnittelu

Mittausten koeryhmäksi valittiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun opiskelijoista neljä henkilöä. Mittaukset suoritettiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tiloissa

kuntosalissa. Sisätiloissa tapahtuva testaus on hermo-lihasjärjestelmän kannalta tyypillistä ja ilmankosteus sekä lämpötila ovat tarkoituksenmukaisia. Keskinen (2007, 135) mukaan muuttujat, kuten vuorokaudenaika ja ravinto, vaikuttavat tuloksiin. Testit suoritettiin aamupäivällä ennen lounasta ja aikaa varattiin tunti koehenkilöä kohden (ks. taulukko 2).

Testeiksi valittiin vertikaalihyppy ja vauhditon pituushyppy, koska ne testaavat hyvin alaraajojen ojentajalihasten kykyä tuottaa räjähtävää voimaa (ks. Kyröläinen 2004, 151). Testit ovat yksinkertaisia toteuttaa, joten niiden toistettavuus on hyvä (Keskinen 2007, 151–153). Ennen testausta suoritettiin 10 min tasavauhtinen alkulämmittely 75 W:n vastuksella kuntopyörällä. Keskinen (2007, 34) mukaan ennen lihasvoimaa ja lihaskuntoa mittaavien testien aloitusta tulisi suorittaa lämmittely. Lämmittelyn pituus kontrolloitiin sekuntikellolla. Ennen koehyppyjen suorittamista varmistettiin liikkeen oikea suoritustekniikka.

Vertikaalihyppyjen tulosten mittaamiseen käytettiin voimalevyä (Hur Labs FP4, Finland), joka on suunniteltu hyppytestaamiseen. Neliskulmainen levy kestää 300 kg:n painoa, ja sen jokaisessa kulmassa on anturi. Levyssä on 16-bittinen tiedonkeruukortti sekä kaikille antureille oma sisäänrakennettu a/d-muunnin, joka muuntaa analogisen signaalin digitaaliseen muotoon. Levy saa virtansa tietokoneen usb-portista. Hur Labsin voimalevyn mukana tuleva ohjelmisto sisältää valmiit testiprotokollat hyppytesteille. Hyppyn korkeus voidaan mitata kahdella tavalla, joko lähtönopeuden (m/s) mukaan tai lentoajan perusteella. Lähtönopeuteen perustuva mittaus on tarkempi, koska lentoaikaan perustuvaan mittaukseen tuloksia vääristää alastulovaiheessa tapahtuva polvien koukistus. Tuloksista saadaan voimantuottoisuus, impulssi ja maksimivoima.

Maksimivoimataso mitattiin kuntosalilaitteissa, jotka ovat jalkaprässi (Normann Hack) ja polven ojennus (Normann T-402). Laitteessa tehtävä testi on helppo vakioida ja kohdentaa oikeille lihaksille, mikä parantaa testin luotettavuutta sekä turvallisuutta. Huomioitava on, että tulos on laitekohtainen (Keskinen 2007, 149). Toistettavuuteen vaikuttavat testilaitteet, testaaja, ympäristö ja testattava itse. Testaajan tulee olla selvillä laitteiden toiminnasta, testien tarkoituksesta ja ohjeistaa testattavaa selkeästi testin kulusta. Testiin tulee saapua levänneenä, hyvissä ajoin ja motivoituneena. Testattava saa halutessaan keskeyttää testin minä hetkenä hyvänsä. Riittävän levon varmistami-

seksi koeryhmä ohjeistettiin pidättäytymään raskaasta fyysisestä harjoittelusta kaksi päivää ennen testejä. Testattavien tulee olla terveitä testattaessa (Keskinen 2007, 135).

Aika	Tapahtuma	Palautus
10 min	Alkulämmittely	
5 min	Hyppytekniikan	2 min
5 min	Vauhditonpituus	30 s
5 min	Kevennyshyppy	30 s
5 min	Staattinen hyppy	30 s
15 min	Jalkaprässi	2 min
15 min	Polvenojennus	2 min

Taulukko 2. Testaus aikataulu

6.5 Koemittaukset

Koemittaukset suoritettiin 12.11.2015 ennen varsinaisia mittauksia Kymenlaakson ammattikorkeakoulun opiskelijoilla. Mittauksilla varmistuttiin testausprotokollan, turvallisuuden ja aikataulun toimivuudesta, joka on tutkimuksen luotettavuuden sekä toistettavuuden kannalta tärkeää. Koemittauksissa aikataulu osoittautui liian tiukaksi. Aikatauluun tulee varata lisää aikaa ja perusvoimamittaukset sekä hyppytestit tulee suorittaa samassa tilassa. Hyppytestien ohjeistus tulee suorittaa huolellisesti, jonka avulla varmistetaan oikea suoritustekniikka. Koemittauksissa tehtyjen hyppyjen aikana testattavien oli vaikea tuntea oikeaa polvikulmaa merkitsevää narua, koska naru oli joustava. Narun tilalle vaihdettiin kevyt muoviputki, joka joustaa ja on samalla helpompi kiinnittää.

7 HARJOITTELU

Harjoiteltavat liikkeet opetetaan kummallekin ryhmälle erikseen ja ne ovat samat molemmilla ryhmillä. Sama henkilö opettaa liikkeet molemmille ryhmille. Yksi harjoituskerta koostuu alkulämmittelystä, joka sisältää kuntopyörällä suoritettavan tasavauhtisen 10 min pyöräilyn kevyellä vastuksella.

Harjoittelu aloitetaan jalkaprässistä, jossa tehdään neljä sarjaa. Yhdessä sarjassa on 12 toistoa kuorman ollessa 60 % 1RM maksimista. Sarjojen välissä pidetään taukoa 2–3

minuuttia. Toisena liikkeenä suoritetaan polven ojennus. Sarjojen määrä, toistot, kuorma ja lepo pysyvät samana kuin edellä. Viimeinen liike on polven koukistus. Sarjojen määrä, toistot, kuorma ja lepo pysyvät samana kuin edellä.

Ylävartaloharjoitteet tehdään viimeisenä. Harjoitusohjelma on suunniteltu siten, että tehdyt liikkeet kuormittavat eri päivinä eri lihaksia. Ylävartaloa harjoitettaessa sarjojen määrä, toistot ja lepo pysyvät samana kuin edellä. Kuorma on arviolta 60 % 1RM-maksimista. Harjoittelu ei ole progressiivista.

8 MITTAUSTEN TOTEUTUS

8.1 Mittausten luotettavuuden varmistaminen

Tutkimuksen kokonaisluotettavuuden kannalta on tärkeää, että perusjoukko valitaan huolella ja tutkitaan asiaa, jota pitikin tutkia. Myös analyysimenetelmän on oltava oikea ja kaikki tarvittava tieto on otettava mukaan mittaukseen. Tulosten pitää olla tarkkoja, toistettavia ja tutkijan tulee olla rehellinen. Tutkimuksen tulee noudattaa hyvää tieteellistä tutkimustapaa (Vilka, 2007, 156).

Testauksen laatua voidaan arvioida luotettavuuden, pätevyyden, toistettavuuden, muutosherkkyyden, vertailtavuuden ja turvallisuuden perusteella. Tehokas ja hyvä testausohjelma sisältää ainakin seuraavat asiat (Keskinen 2007, 14-15):

- Mitattavien ominaisuuksien ja muuttujien tulee olla tarkoitukseen sopivia (validius). Käytettyjen testimenetelmien pitää olla luotettavia (reliabilius) ja suurin painoarvo on testimenetelmän lajikohtaisella spesifisyydellä.
- Testaamisen ja testiympäristön pitää olla tarkasti vakioitua ja kontrolloitua. Testitulannetta edeltävät tapahtumat tulee vakioida ja ohjeistaa niin, ettei niillä ole vaikutusta testitulanteeseen. Testitulokseen oleellisesti vaikuttavia asioita ovat edeltävien päivien harjoittelu, nautintoaineiden käyttö ja ruokailu ennen testiä. Testaajan tulee varmistua, että testitulokset ei vääristy toisarvoisten seikkojen vuoksi.
- Tulokset tulkitaan suoraan testattavalle ilman välikäsiä, jotta testattavalle ei jää mitään epäselvää ja hän voi tarvittaessa esittää kysymyksiä.

- Testaajien tulee kunnioittaa testattavan ihmisoikeuksia. Testattava saa halutessaan keskeyttää käynnissä olevan testin. Tämän välttämiseksi tulee testattavalle antaa perusteellinen selvitys testin kulusta jo ennen testaamisen aloittamista.

8.2 Maksimivoimatason mittaus

Maksimivoimataso mitataan jalkaprässissä ja polven ojennuksessa, joissa tehdään epäsuora submaksimaalisten painojen toistotesti. Laitteita käytettäessä on huomioitava, että tulos on aina laitekohtainen. Ennen mittauksia suoritetaan alkulämmittely, joka tehdään kuntopyörällä 70 W:n vastuksella 70 kierrosta minuutissa 10 minuutin ajan. Testattavalla on kaksi minuuttia aikaa palautumiseen ennen mittauksen aloittamista.

Jalkaprässissä suoritettiin kaksi kertaa 10 toiston lämmittely kevyellä painolla. Sarjojen välillä pidetään kahden minuutin tauko, jolla varmistetaan, ettei hermostollista väsymistä tapahdu. Lihäsännitys nostetaan asteittain kohti maksimia ja samalla varmistetaan testiliikkeen oikeasta suoritustavasta. Aloitusasennossa testattava istuu jalat suorana, jalkapohjat vastinlevyllä, selkä suorana ja alaselkä kiinni penkissä. Kätet pidetään vartalon sivuilla (ks. kuva 3). Testaajan merkistä testattava laskee kelkan alasentoon ja polven kulma vakioidaan 90°:een. Tämä tarkastetaan goniometrillä ja merkataan teipillä. Kun painokelkka lasketaan alas kiskossa oleva teippi varmistaa oikean polvikulman. Ylhäällä jalkojen tulee suoristua ennen seuraavaa toistoa. Testattavat suorittavat kolmen toiston maksimisuorituksen testaajan komennolla: Mene.

Polven ojennuksessa testattava istuu penkissä polvinivel 110°:een kulmassa. Jalat ovat tiukasti kiinni penkin etureunassa, ristiselkä tukevasti selkänojassa ja kätet kädensijoilla. Turhan liikkeen estämiseksi lantio kiinnitetään penkkiin vyöllä. Nilkkatuki säädetään koskettamaan jalkapöytää, jolloin akselin keskikohta sijoittuu horisontaalisesti 10 mm kehräsluun yläpuolelle (ks. kuva 4). Testaajan merkistä testattava laskee nilkkatuen ala-asentoon ja polven kulma vakioidaan 110°:een, joka tarkastetaan goniometrillä.

Lämmittelyn ja taukojen kesto kontrolloidaan sekuntikellolla. Toistomääräksi on valittu kolme toistoa, jotta tarkkuus ja virhemarginaali eivät kasvaisi liian suureksi. Kuntosalilaitteessa tehtävä testi on helppo vakioida ja vaikutus saadaan hyvin kohdennettua halutuille lihaksille, jotka parantavat testin luotettavuutta. Tarkkuuteen vaikuttavat testattavan sukupuoli ja harjoitusmäärä, sekä harjoittelutausta (Kauranen & Nurkka

2010, 292). Yhden toiston maksimin epäsuorassa laskennassa on käytetty Epley:n kaavaa (ks. kuva 2).

$$1\text{RM (kg)} = [(0.033 \times \text{toistojen määrä}) \times (\text{paino})] + \text{paino}$$

Kuva 2. Epley:n kaava



Kuva 3. Jalkaprässin alkuasento



Kuva 4. Polven ojennuksen alkuasento

8.3 Vauhditon pituushyppy

Alaraajojen räjähtävää voimaa mitataan vauhdittomalla pituushypyllä. Testattava henkilö seisoo pienessä haara-asennossa varpaat ponnistusviivan takana. Polvia koukistamalla ja käsiä voimakkaasti heilauttamalla testattava ponnistaa mahdollisimman kauas. Alastulo tulee suorittaa tasajaloin pystyssä pysyen. Matka mitataan ponnistusviivalta etureunasta siihen kohtaan, johon kantapääät laskeutuvat (Keskinen 2007, 155).

8.4 Kevennyshyppy

Kevennyshypyssä ponnistukseen voiman tuottavat lihaksen supistuva komponentti ja peräkkäinen elastinen komponentti yhdessä. Testin alkaessa seistään polvinivelet suorana ja kädet lanteilla. Samasta asennosta testattava henkilö kyykistyy (=keventää) nopeasti 90° kulmaan selkä suorana, jonka jälkeen testattava ponnistaa maksimaalisella voimalla ylöspäin. Käsien tulee olla lanteilla ja selän suorana. Nopeasti laskeutessa lihaskalvoihin sekä jänteisiin latautuu elastista energiaa, jota hyödynnetään välittömästi ponnistuksessa. Alastulo tulee tehdä päkiöillä polvet suorina, koska polvien koukistaminen vääristää tuloksia (Keskinen 2007, 154).

8.5 Staattinen hyppy

Staattisessa hypyssä ponnistusvoiman tuottaa lihaksen supistuva komponentti. Testattava seisoo lähtöasennossa polvinivel 90°:een kulmassa, kädet lanteilla ja selkä suorana. Lähtöasentoon tulee laskeutua rauhallisesti, ja siinä pysytään kahden sekunnin ajan, jotta elastinen komponentti ehtii purkautua. Tästä asennosta testattava ponnistaa maksimaalisella voimalla ylöspäin. Alaraajat eivät saa joustaa ponnistusvaiheessa. Testi tehdään kolme kertaa, josta paras tulos kirjataan ylös (Keskinen 2007, 153).

8.6 Toteutus

Alkumittaukset suoritettiin 15.12 – 16.12.2015 Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kuntosalissa. Tutkimusjoukko koostui 11 (N=11) vapaaehtoisesta koehenkilöstä. Mittauksiin oli varattu aikaa 1 tunti henkilöä kohden. Ennen mittausten aloittamista koehenkilöille kerrottiin testauksen etenemisestä ja heidän oikeudestaan keskeyttää testi

tarvittaessa (Keskinen 2007, 14–15). Voimalevy kalibroitiin mittauspäivän alussa ja asetukset tarkistettiin aina ennen uutta testattavaa kahden testajan toimesta.

Koehenkilöt suorittivat 10 minuutin tasavauhtisen alkulämmittelyn Ergolinen kuntopyörällä 70 W:n vastuksella 70 kierrosta minuutissa 10 minuutin ajan. Sen aikana testaja merkitsi ylös henkilön painon, pituuden, syntymäajan ja toinen testaja valmistelee voimalevyn mittausta varten. Tämän jälkeen oli viiden minuutin palautusjakso, jonka aikana käytiin läpi oikea suoritustekniikka vauhditonta pituushyppyä varten. Lämmittelyn ja taukojen kesto kontrolloitiin sekuntikellolla testajan toimesta. Koehenkilöt hyppäsivät kolme hyppyä, jotka kirjattiin ylös testauslomakkeeseen (liite 4), ja paras kolmesta oli henkilön tulos. Hyppyjen välissä oli 30 sekunnin palautusjakso. Ennen seuraavaa hyppytestiä oli kahden minuutin palautusjakso. Sen aikana varmistettiin oikeasta suoritustekniikasta ja vakioitiin polvikulma 90°:een kulmaan, joka tarkistettiin goniometrillä. Kevennyshypyssä suoritettiin kolme onnistunutta hyppyä, minkä jälkeen oli kahden minuutin palautusjakso. Viimeisenä tehtiin kolme onnistunutta staattista hyppyä. Aikaa tähän kului noin 30 minuuttia.

Hyppytestien jälkeen siirryttiin jalkaprässiin, jossa varmistettiin oikea suoritustekniikka. Polvikulma vakioitiin goniometrillä 90°:een asteeseen. Kiskoon laitettiin merkiksi teippi, johon painokelkka tuli laskea. Oikea teipin paikka määräytyi jokaisen koehenkilön mittasuhteiden mukaan. Koehenkilöt suorittivat kaksi lämmittelysarjaa. Jalkaprässissä tehtiin kolmen toiston suorituksia ja painoa lisättiin, kunnes kolmen toiston maksimiraja saavutettiin. Sarjojen välissä oli kahden minuutin tauko. Viimeinen mitaus oli polven ojennuksessa tehtävä kolmen toiston maksimisuoritus. Laite säädettiin testajan toimesta. Polvikulma tarkistettiin goniometrillä ja säädettiin 110°:een. Nilkkatuen sekä penkin etäisyys tarkistettiin ja testattava kiinnitettiin penkkiin vyöllä. Painoa lisättiin siihen asti, kunnes kolmen toiston maksimiraja saavutettiin. Sarjojen välissä oli kahden minuutin tauko.

Lopussa koehenkilölle kerrattiin harjoittelun ohjeistus, harjoiteltavat liikkeet ja korjattiin mahdolliset suoritusvirheet. Jokaiselle jaettiin kirjallinen harjoitteluohje (liite 1) ja ohjeistus, joka sisälsi kuvat liikkeistä sekä suoritustekniikasta (liite 2). Koehenkilöille annettiin ohjeet harjoituspäiväkirjan (liite 3) täyttämisestä ja harjoittelun rasittavuudesta. Rasittavuuden seuranta varten heille annettiin Borgin asteikko.

Testipäivänä 15.12.2016 testattavat saapuivat ajoissa paikalle ja päivän aikana testattiin kuusi henkilöä. Lämpötila testauksessa oli 20 astetta. Vauhditon pituushyppy su-

jui ilman ongelmia ja kaikki hyppyt hyväksyttiin. Kevennyshypyssä jouduttiin hylkäämään kaksi hyppyä kahdelta eri koehenkilöltä väärän alastulon vuoksi. Staattisessa hypyissä hylättiin yksi hyppy väärästä alastulosta. Jalkaprässissä toistomaksimin mitauksessa kahden koehenkilön suoritustekniikkaa korjattiin. Painomäärän lisääntyessä heidän kontaktinsa jalkalevyyn muuttui. He pyrkivät ojentamaan nilkkaa, mikä vaikutti epäedullisesti nostoon sekä vaikeutti maksimaalista suoritusta. Polvenojennuslaitteessa tehdyt mittaukset sujuivat ilman ongelmia.

Testipäivänä 16.12.2016 kaikki koehenkilöt saapuivat ajoissa paikalle. Päivän aikana testattiin viisi henkilöä. Lämpötila testaustilassa oli 19 astetta. Vauhdittomassa pituushypyssä hylättiin yksi hyppy väärän alastulon vuoksi. Kevennyshypyssä hylättiin kaksi hyppyä väärästä alastulosta. Staattisessa hypyissä hylättiin kolme hyppyä samasta syystä. Yhden koehenkilön kohdalla kevennyshypyssä saatiin vain yksi onnistunut tulos. Hur Labsin ohjelma ei vastannut komentoihin, ja ohjelma jouduttiin käynnistämään uudelleen neljä kertaa. Aikataulun vuoksi päätettiin tyytyä yhteen tulokseen. Jalkaprässissä tehdyt mittaukset sujuivat ilman ongelmia. Kahden henkilön kohdalla polvenojennuslaitteeseen ei saatu riittävästi painoa, koska laitteen painokapasiteetti loppui kesken. Koehenkilöt tekivät täydellä painopakalla mahdollisimman monta toistoa, mistä laskettiin yhden toiston maksimi.

Alkumittauksissa hylättiin neljä kevennyshyppyä ja neljä staattista hyppyä. Yhteensä mittauksissa suoritettiin 99 hyppyä. Jalkaprässissä mitattiin yksitoista tulosta. Polvenojennuksessa mitattiin yksitoista tulosta. Yhteensä maksimitoistoa mitaavia tuloksia oli 22.

Perusjoukko jaettiin kahteen ryhmään harjoitusliikkeiden mukaisesti (ks. Vilka 2007, 56). Jalkaprässissä ja polvenojennuksessa mitattujen tuloksen perusteella, jokaiselle koehenkilölle laskettiin oikea aloituspaino (Epley 1985). Bilateraalisesti harjoittelevat aloittivat harjoittelun 60 % 1RM jalkaprässissä ja polvenojennuksessa. Unilateraalisesti harjoittelevat aloittivat harjoittelun 30 % 1RM molemmissa liikkeissä. Koehenkilöitä informoitiin suullisesti, mihin harjoitteluryhmään he kuuluivat ja millä painolla harjoittelu tuli aloittaa. Harjoittelujaksot ajoittuivat 16.12.2015 - 15.2.2016 väliselle ajalle. Harjoittelua kontrolloitiin henkilökohtaisella tapaamisella harjoittelujakson puolivälissä sekä harjoituspäiväkirjalla.

Harjoitusjakson alkuvaiheessa unilateraalisesti harjoittelevien ryhmässä neljälle henkilölle annettu laskennallinen harjoituksen aloituspaino oli liian suuri, jolloin 12 toiston

ja neljän sarjan suorittaminen loppuun asti ei ollut mahdollista. Neljällä koehenkilöllä polven ojennuksessa ja kahdella myös jalkaprässissä painon pudottaminen lasketusta 30 % 1RM 25 % 1RM mahdollisti sarjojen suorittamisen.

Toisella harjoitusviikolla yksi koehenkilö unilateraalisesti harjoittelevien ryhmästä sairastui. Sairastelu jatkui kolmen viikon ajan, minkä vuoksi hänet suljettiin pois tutkimuksesta. Lopulliseksi tutkimusjoukoksi muodostui 10 (N=10) koehenkilöä (viisi henkilöä molemmissa harjoitusryhmissä). Kuusi koehenkilöä sairasteli harjoitusjakson aikana (ks. taulukko 3).

Koehenkilö	Viikko	Päiviä saira-
Uni 4	6 & 7	13
Uni 5	5 & 6	6
Bi 1	5	7
Bi 3	5	7
Bi 4	7	7
Bi 5	8	3

Taulukko 3. Sairauspäivät harjoitusjakson aikana

Loppumittaukset suoritettiin 20.2., 7.3., 10.3., 17.3 ja 24.3.2016 Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kuntosalissa. Yhden päivän aikana lopputestit suoritettiin kahdelle koehenkilölle. Kaikki tutkimukseen osallistuneet koehenkilöt suorittivat harjoitusjakson loppuun asti. Mittaukseen oli varattu aikaa yksi tunti henkilöä kohden. Ennen mittausten aloittamista koehenkilöille kerrottiin testauksen etenemisestä ja heidän oikeudestaan keskeyttää testi tarvittaessa (Keskinen 2007, 14–15).

Koehenkilöt suorittivat 10 min tasavauhtisen alkulämmittelyn Ergolinen kuntopyörällä 70 W:n vastuksella 70 kierrosta minuutissa. Sen aikana testaaja valmisteli voimalevyn mittausta varten. Tämän jälkeen oli viiden minuutin palautusjakso. Lämmittelyn ja taukojen kesto kontrolloitiin sekuntikellolla.

Koehenkilöt hyppäsivät kolme hyppyä, jotka kirjattiin ylös, ja paras kolmesta oli henkilön tulos. Hyppyjen välissä oli 30 sekunnin palautumisjakso. Ennen seuraavaa hyp-

pytestiä oli kahden minuutin palautusjakso. Sen aikana varmistuttiin oikeasta suoritus-tekniikasta ja vakioitiin polvikulma 90°:een kulmaan, joka tarkistettiin goniometrillä. Kevennyshypyssä suoritettiin kolme onnistunutta hyppyä, jonka jälkeen oli kahden minuutin palautusjakso. Viimeisenä tehtiin kolme onnistunutta staattista hyppyä. Aikaa tähän kului noin 30 minuuttia.

Hyppytestien jälkeen siirryttiin jalkaprässiin. Polvikulma vakioitiin goniometrillä 90°:een. Kiskoon laitettiin merkiksi teippi, johon painokelkka tuli laskea. Koehenkilöt suorittivat kaksi lämmittelysarjaa. Painoa lisättiin ja tehtiin kolmen toiston suorituksia, kunnes kolmen toiston maksimiraja saavutettiin. Sarjojen välissä oli kahden minuutin tauko. Viimeinen mittausta oli polven ojennuksessa tehtävä kolmen toiston maksimisuoritus. Laite säädettiin testajan toimesta. Polvikulma tarkistettiin goniometrillä ja säädettiin 110°:een. Nilkkatuen sekä penkin etäisyys tarkistettiin ja testattava kiinnitettiin penkkiin vyöllä. Painoa lisättiin siihen asti, kunnes kolmen toiston maksimiraja saavutettiin. Sarjojen välissä oli kahden minuutin tauko.

Testipäivänä 20.2.2016 koehenkilöt saapuivat ajoissa paikalle. Lämpötila testitilassa oli 22 astetta. Vauhdittomassa pituushypyssä, kevennyshypyssä ja staattisessa hypyssä mitattiin yhteensä 18 hyppyä. Jalkaprässissä mitattiin kolmen toiston maksimi. Polven ojennuksessa laitteen painot eivät riittäneet, minkä vuoksi molemmat koehenkilöt tekivät täydellä painopakalla mahdollisimman monta toistoa, josta laskettiin yhden toiston maksimi.

Testipäivä 7.3.2016 koehenkilöt saapuivat ajoissa paikalle. Lämpötila testitilassa oli 22 astetta. Vauhdittomassa pituudessa kaikki hypyt hyväksyttiin. Kevennyshypyssä hylättiin yksi tulos. Staattisessa hypyssä kaikki hypyt hyväksyttiin. Jalkaprässissä ja polven ojennuksessa mitattiin kolmen toiston maksimi.

Testipäivä 10.3.2016. Koehenkilöt saapuivat ajoissa paikalle. Lämpötila testitilassa oli 21 astetta. Vauhdittomassa pituushypyssä ja kevennyshypyssä hylättiin molemmissa yksi tulos. Jalkaprässissä mitattiin kolmen toiston maksimi. Polven ojennuksessa laitteen painot eivät riittäneet, minkä vuoksi molemmat koehenkilöt tekivät täydellä painopakalla mahdollisimman monta toistoa, josta laskettiin yhden toiston maksimi.

Testipäivä 17.3.2016. Koehenkilöt saapuivat ajoissa paikalle. Lämpötila testitilassa oli 21 astetta. Hyppytesteissä ei hylätty yhtään tulosta. Jalkaprässissä ja polven ojennuksessa mitattiin kolmen toiston maksimi.

Testipäivä 24.3.2016. Koehenkilöt saapuivat ajoissa paikalle. Lämpötila testitilassa oli 22 astetta. Kevennyshypyssä hylättiin yksi tulos. Polven ojennuksessa laitteen painot eivät riittäneet, minkä vuoksi molemmat koehenkilöt tekivät täydellä painopakalla mahdollisimman monta toistoa, josta laskettiin yhden toiston maksimi.

Loppumittauksissa hylättiin vauhdittomassa pituushypyssä yksi tulos ja kevennyshypyssä kolme tulosta. Yhteensä hyppyjä suoritettiin 90 kappaletta. Jalkaprässissä sekä polven ojennuksessa mitattiin yhteensä 20 tulosta.

9 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimusjoukon muodostivat Kymenlaakson ammattikorkeakoulun opiskelijat (N=10). Molemmissa harjoitteluryhmissä oli viisi koehenkilöä, joiden keski-ikä oli $22,20 \pm 5$ vuotta, keskipituus $169,20 \pm 17$ cm ja keskipaino $75,08 \pm 24,28$ kg.

Tulokset kirjattiin Microsoft Excel 2007-ohjelmaan, jossa laskettiin molempien ryhmien tulosten keskiarvo ja muutos prosentteina. Tulosten tilastollinen merkitsevyys testattiin tekemällä 1-suuntainen t-testi, jossa raja-arvoksi asetettiin $p < 0,05$.

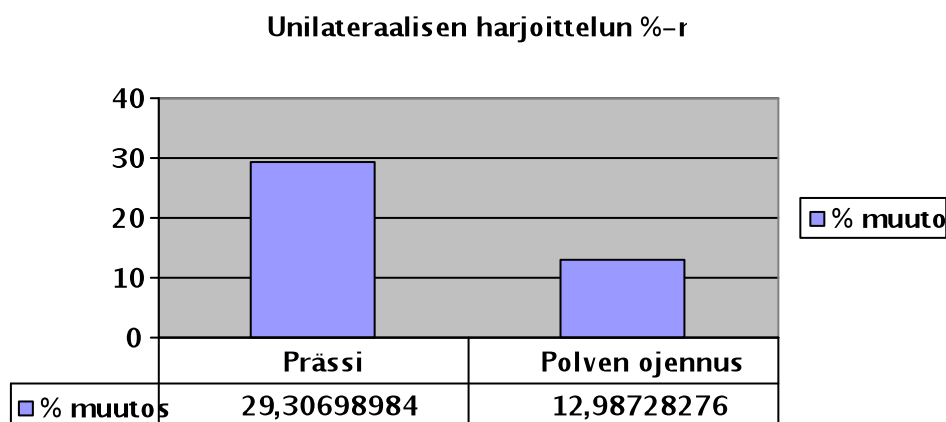
Taulukko 4. Tilastollinen merkittävyys

Liike	Uni vs Bi
Prässi	$p < 0,5$
Polven ojennus	$p < 0,4$
Vauhditon pituus	$p < 0,3$
Kevennys hyppy	$p < 0,4$
Staattinen hyppy	$p < 0,4$

9.1 Mikä on unilateraalisen lihasvoimaharjoittelun vaikutus alaraajojen maksimaaliseen voimantuottoon

Maksimivoimataso mitattiin ennen harjoittelua ja kahdeksan viikon harjoittelujakson jälkeen. Mittaus suoritettiin jalkaprässissä ja polven ojennuksessa tehdyillä kolmen toiston maksimisuorituksilla. Unilateraalisesti harjoitelleista henkilöistä kaksi sairastui tutkimuksen aikana. Henkilö nro 4 sairasti 13 päivää ja henkilö nro 5 sairasti kuusi päivää (ks. taulukko 3).

Alkumittauksista laskettu keskiarvo 1RM oli jalkaprässissä 221 kg ja polven ojennuksessa 86,65 kg. Loppumittauksissa jalkaprässissä keskiarvo oli 286,7 kg, ja se parantui $29,31 \pm 18,2$ %. Polven ojennuksessa keskiarvo oli 97,91 kg, joka parantui $12,99 \pm 20,9$ % (ks. kuva 5).



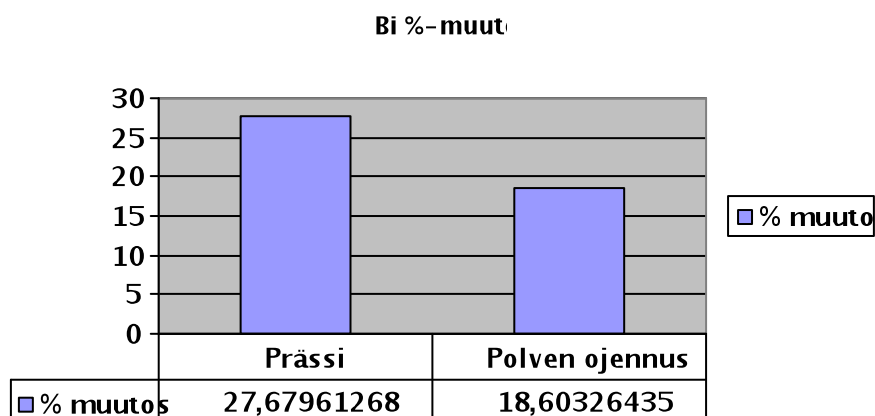
Kuva 5. Unilateraalisen harjoittelun %-muutos.

Jalkaprässissä suurimman parannuksen teki henkilö nro 1. 39,5 %, joka paransi tulostaan eniten myös polven ojennuksessa 28 %. Henkilö nro 3:lla polven ojennuksessa tehty tulos parani vain 7,1 %.

9.2 Mikä on bilateraalisien lihasvoimaharjoittelun vaikutus alaraajojen maksimaaliseen voimantuottoon

Maksimivoimataso mitattiin ennen harjoittelua ja kahdeksan viikon harjoittelujakson jälkeen. Mittaus suoritettiin jalkaprässissä ja polven ojennuksessa tehdyillä kolmen toiston maksimisuorituksilla. Harjoittelujakson aikana neljä koehenkilöä sairastui (ks. kuva 6).

Alkumittauksissa laskettu 1RM keskiarvo bilateraalisesti harjoitelleille oli jalkaprässissä 226 kg ja polven ojennuksessa 90,55 kg. Loppumittauksissa jalkaprässissä 1RM keskiarvo oli 289 kg, joka parantui $27,68 \pm 32,7$ %. Keskiarvo polven ojennuksessa oli 107,4 kg parantuen $18,6 \pm 30,9$ % (ks. kuva 6).



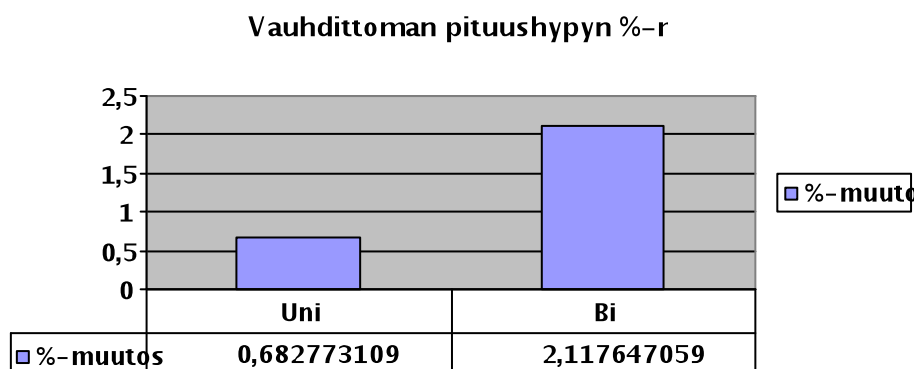
Kuva 6. Bilateraalisien harjoittelun %-muutos

Molemmissa mittauksissa pienimmän sekä suurimman tuloksen välillä ero ei ole iso. Jalkaprässissä henkilö nro 6. paransi tulostaan vain 6,3 %. Henkilö nro 2:lla tuloksen parannus oli 54 %, joka oli huomattavan suuri. Alkutesteissä henkilö nro 2:lla oli vaikeuksia saada itsestään irti maksimaalista suoritusta. Vaikuttavana tekijänä oli vähäinen harjoittelutausta, joka näkyi pienimmässä 1RM tuloksessa.

Polven ojennuksessa henkilö nro 9 ei parantanut tulostaan, mutta jalkaprässissä parannus oli kuitenkin 38 %. Harjoittelun aikana sarjapainon nosto polven ojennuksessa ei ollut yhtäläinen jalkaprässiin tehtyjen harjoittelupainojen korotusten kanssa. Borgin asteikolla vaikutus on ollut oikealla alueella, joten eron saattaa selittää vähäinen harjoittelutausta.

9.3 Kumpi harjoittelumuoto on tehokkaampi vertailtaessa alaraajojen räjähtävää voimantuottoa

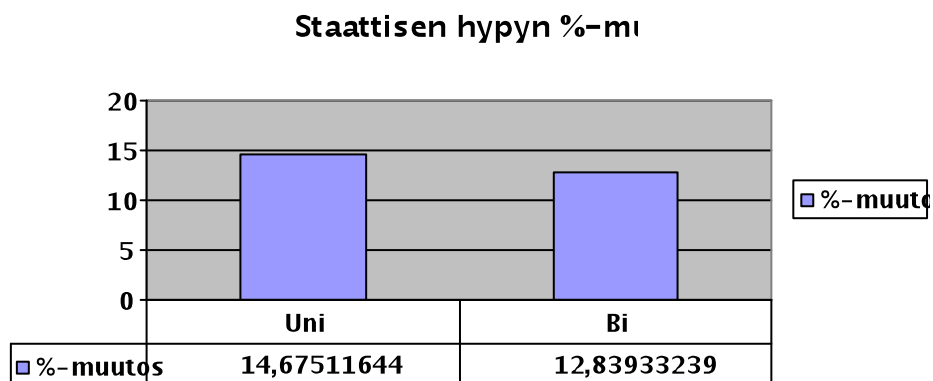
Eteenpäin suuntautuvaa räjähtävää voimantuottoa mitattiin vauhdittomalla pituushypyillä ja vertikaalista räjähtävää voimantuottoa staattisella hypyllä. Mittaukset tehtiin ennen harjoittelua ja kahdeksan viikon harjoittelujakson jälkeen. Harjoittelu ei sisältänyt hyppyharjoittelua. Alkumittauksissa unilateraalisesti harjoitelleilla vauhdittoman pituushypyn keskiarvo oli $190,4 \pm 78$ cm ja loppumittauksissa $191,7 \pm 69$ cm. Keskiarvo parantui vain 0,683 %. Bilateraalisesti harjoitelleilla alkumittausten keskiarvo oli $170 \pm 121,5$ cm ja loppumittauksissa $173,6 \pm 127$ cm, joten keskiarvo parantui vain 2,118 % (ks. kuva 7).



Kuva 7. Vauhdittoman pituushypyn %-muutos

Tulee huomioida että vauhdittoman pituushypyn tuloksiin vaikuttaa vartalon ja käsien liike.

Staattisessa hypyssä alkumittauksissa bilateraalisesti harjoitelleilla keskiarvo oli $19,89 \pm 23,08$ cm. Loppumittauksissa keskiarvo oli $22,45 \pm 28,81$ cm, ja se paransi keskiarvoa 12,84 %. Unilateraalisella ryhmällä alkumittausten keskiarvo oli $26,19 \pm 13,26$ cm ja loppumittauksissa $30,04 \pm 14,29$ cm, joka paransi keskiarvoa 14,68 % (ks. kuva 8).

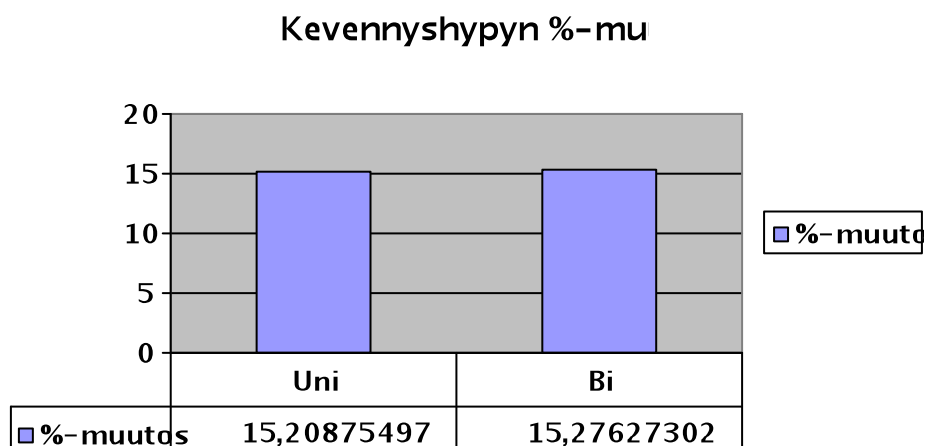


Kuva 8. Staattisen hypyn %-muutos

Molemmissa harjoitteluryhmissä parannus oli samaa luokkaa. Unilateraalisesti harjoitelleilla loppumittauksen keskiarvo oli 7,59 % parempi. Kaikki koehenkilöt paransivat tulostaan loppumittauksissa, mutta vertailtaessa harjoitteluryhmien keskiarvoja ei tulos ollut tilastollisesti merkitsevä (kts. taulukko 4).

9.4 Kumpi harjoittelumuoto on tehokkaampi vertailtaessa alaraajojen elastisen komponentin hyödyntämistä voimantuotossa

Elastisen komponentin hyödyntämistä voiman tuotossa mitattiin kevennyshypyillä. Mittaukset tehtiin ennen harjoittelua ja kahdeksan viikon harjoittelujakson jälkeen. Alkumittauksissa unilateraalisesti harjoitelleilla keskiarvo oli $26,68 \pm 11,75$ cm ja loppumittauksissa $30,74 \pm 9,97$ cm. Bilateraalaisesti harjoitelleilla keskiarvo oli alussa $22,15 \pm 32,9$ cm ja loppumittauksessa $25,54 \pm 29,75$ cm.



Kuva 9. Kevennyshypyn %-muutos

Kevennyshypyssä keskiarvon %-muutoksen erotus harjoitteluryhmien välillä oli pieni. Molemmat ryhmät paransivat keskiarvoa 15,2 % verran. Muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (kts taulukko 4).

10 POHDINTA

Kaikilla tutkimukseen osallistuneilla koehenkilöillä oli vähäinen harjoittelutausta. Molemmat harjoitteluryhmät paransivat keskiarvoaan kaikissa testeissä. Maksimivoimatasoa mittaavissa testeissä unilateraalisesti harjoitelleet paransivat keskiarvoaan eniten jalkaprässissä 29,31 % (ks. kuva 5). Polven ojennuksessa bilateraalisesti harjoitelleet olivat parempia 18,6 % (ks. kuva 6). Vertailtaessa harjoitteluryhmien keskiarvoja ei ryhmien välillä ollut selkeitä eroavaisuuksia. Alkutesteissä koehenkilöiden välillä oli isoja eroja siinä, kuinka he suoriutuivat kolmen toiston maksimaalisesta nostosta. Fyysisen rasituksen tuomaan tuntemukseen vaikuttaa koehenkilön aiempi harjoittelutausta (Bogdanis 2012). Miespuolisilla koehenkilöillä maksimaalisen suorituksen tekeminen onnistui hyvin. Tutkimusjoukosta 30 % oli miehiä. Alaraajojen lihasvoimataso on miehillä 30 % korkeampi, kuin naisilla (Kauranen & Nurkka 2010, 148). Miesten osuus tutkimusjoukossa ei vaikuttanut keskiarvoon.

Polven ojennuksessa laitteen painot eivät riittäneet. Alkumittauksissa tämä ongelma oli neljällä koehenkilöllä. Laitteen painopakkaan ei pystynyt lisäämään ylimääräistä painoa, koska se oli kiinteä. Tästä syystä koehenkilöt suorittivat mahdollisimman monta toistoa maksimipainoilla. Testaus tulisi suorittaa 2–5 RM testien avulla, jolloin tarkkuus ja virhemarginaali pysyisivät kohtuullisena (Kauranen & Nurkka 2010, 292). Lopputestauksissa tämä ongelma oli kuudella koehenkilöllä. Kymmenen toiston maksimisuorituksesta lasketun 1RM kohdalla hajonta on ± 10 %, joka heikentää tarkkuutta merkittävästi (Keskinen 2007, 146). Keskiarvon prosentuaalinen parannus unilateraalisesti harjoitelleilla oli $12,99 \pm 20,9$ %. Bilateraalisesti harjoitelleilla parannus oli $18,6 \pm 30,9$ %. Keskiarvojen perusteella koeryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa ($p = 0,4$).

Vertailtaessa harjoittelumuotojen eroa tuottaa räjähtävää voimaa, ei keskiarvoissa ollut juurikaan eroa. Vauhdittomassa pituushypyssä unilateraalisesti harjoitelleen koeryhmän keskiarvo oli 0,683 % parempi kuin alkumittauksessa. Bilateraalisesti harjoitelleilla vastaava muutos oli 2,118 % (ks. kuva 7). Testien aikana ei tapahtunut havait-

tavaa kehittymistä hyppytekniikassa. Vauhdittomassa pituushypyssä taidon merkitys korostuu, koska suorituksessa sallitaan vauhdinotto käsiä heilauttamalla (Kauranen & Nurkka 2010, 151). Parantunut voimataso ei tuonut huomattavaa hyötyä hyppysuoritukseen.

Staattisessa hypyssä keskiarvon %-muutos oli unilateraalisesti harjoitelleilla 14,68 % parempi ja bilateraalisesti harjoitelleilla 12,84 % parempi kuin alkumittauksissa (ks. kuva 10). Staattisessa hypyssä ponnistusvoiman tuottaa ainoastaan lihaksen supistuva komponentti, eli lihaskudos (Kauranen & Nurkka 2010, 293). Säännöllisen lihasvoimaharjoittelun on todettu lisäävän hermostollista aktivaatiota, jonka seurauksena henkilö pystyy aktivoimaan enemmän motorisia yksiköitä sekä lihassoluja mukaan maksimaaliseen supistukseen. Tämän seurauksena hän pystyy tuottamaan lihaksistaan suuremman määrän voimaa (Kauranen & Nurkka 2010, 149).

Harjoittelumuotojen tehokkuuden vertaaminen alaraajojen elastisen komponentin hyödyntämisessä voimantuotossa oli vaikeaa. Kevennyshypyssä keskiarvon %-muutoksen erotus harjoitteluryhmien välillä oli pieni, vain 0,07 %. Molemmat harjoitteluryhmät paransivat tulostaan 15,2 %. Kevennyshypyssä tulokseen vaikuttavat konsentrisen voimantuottokyky ja hermo-lihasjärjestelmän kyky hyödyntää konsentrista lihastyötä, sekä sitä edeltävää eksentrisen vaiheen esivenytystä (Keskinen 2007, 153). Koehenkilöiden hyppysuorituksia havainnoidessa ”kevennyksen” hitaus oli yleistä. Tästä syystä kyky hyödyntää eksentrisen vaiheen esivenytystä heikkenee. Koehenkilöistä kaksi oli nuorena harrastanut urheilulajia, jossa tarvitaan edellä mainittuja ominaisuuksia. Koehenkilö nro 4 paransi tulostaan 45,16 % ja koehenkilö nro 5 26,16 %. Kevennyshypyssä molempien ryhmien keskiarvojen parannus oli kaikista suurin muihin hypyttesteihin verrattuna, mutta tulos ei ole tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,4$).

11 LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI

Koeryhmässä oli yhteensä 10 henkilöä, viisi henkilöä kummassakin harjoitteluryhmässä. Osallistujamäärän vuoksi tutkimusta ei voida pitää kattavana. Testattavista kolme oli miehiä ja seitsemän naisia. Koehenkilöiden ikäjakauma oli 21–26 vuotta keskiarvo oli 22,2 vuotta. Tutkimuksen objektiivisuudelle oli tärkeää, että tutkija on puolueeton, eikä hän vaikuta tutkimustulokseen. Tässä tutkimuksessa muuttujia olivat ikä ja sukupuoli. Mittarina tässä tutkimuksessa käytettiin systemaattista havainnointia

(Heikkilä 2010, 13). Ryhmät mitattiin samoilla mittareilla ennen ja jälkeen interventi-
on. Kokeellisessa tutkimuksessa koetulosten pitää olla luotettavia (Vilkkä 2007, 29).
Harjoittelua kontrolloitiin harjoituspäiväkirjalla ja yleisesti havainnoimalla neljännen
viikon kohdalla.

Toisille mittauksissa käytetyt liikkeet olivat ennestään tuttuja. Tämä vaikutti siihen,
etteivät kaikki koehenkilöt onnistuneet suorituksissaan samantasoisesti toisiinsa ver-
rattuna. Liikkeiden tuttuus erottui selvästi varsinkin hyppytestejä suorittaessa. Mitta-
ustulosten luotettavuutta parantaa koemittausten suorittaminen ennen varsinaisia teste-
jä. Koemittauksilla varmistuttiin testausprotokollan, turvallisuuden ja aikataulun toi-
mivuudesta. Aikataulu osoittautui liian tiukaksi. Aikatauluun tuli varata lisää aikaa ja
perusvoimamittaukset sekä hyppytestit tuli suorittaa samassa tilassa. Hyppytestien
huolellinen ohjeistus oli tärkeää. Koemittauksissa tehtyjen hyppyjen aikana testattavi-
en oli vaikea tuntea oikeaa polvikulmaa merkitsevää naruja, koska naru oli joustava.
Narun tilalle vaihdettiin joustava kevyt muoviputki, joka oli myös helpompi kiinnit-
tää.

Maksimivoimatasoa mitattaessa toistomääräksi oli valittu kolme toistoa, jotta tark-
kuus ja virhemarginaali eivät kasvaisi liian suureksi. Kuntosalilaitteissa tehdyt testit oli
helppo vakioida, mikä paransi testien luotettavuutta (Kauranen & Nurkka 2010, 292).
Polven ojennuksessa laitteen painot eivät riittäneet. Laitteen painopakkaan ei pystynyt
lisäämään ylimääräistä painoa, koska se oli kiinteä. Testaus tulisi suorittaa 2–5 RM-
testien avulla, jolloin tarkkuus ja virhemarginaali pysyisivät kohtuullisena (Kauranen
& Nurkka 2010, 292). Kymmenen toiston maksimisuorituksesta lasketun 1RM:n ha-
jonta on $\pm 10\%$, joka heikentää tarkkuutta ja vaikuttaa tuloksiin merkittävästi (Keski-
nen 2007, 146).

Alkumittauksissa paikalla oli kaksi testejä valvovaa henkilöä, tutkija ja avustaja. Lop-
putesteissä tuloksia mittasi vain tutkija. Testausaikataulu pysyi alkuperäisen suunni-
telman mukaisena eikä mittauksissa tullut viivästyksiä. Hyvin suunniteltu, vakioitu ja
helposti toistettava sekä hyvin toteutettu testausprotokolla paransi tutkimuksen tulos-
ten luotettavuutta. Tutkimuksen luotettavuutta heikentää tutkijan kokemattomuus ja
otoksen koko.

LÄHTEET

- Berger, R. A. & Hardage, B. 1967. Effect of maximum loads for each of ten repetitions on strenght improvement. *Research Quarterly* 38: 715–718.
- Bogdanis, G. C. 2012. Effects of physical activity and inactivity on muscle fatigue. *Journal of Front Physiol* 3: 142.
- Borg, G. A. 1982. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14, 377–381.
- Braith, R. W., Graves, J., Pollock, M., Leggett, S., Carpenter, D. & Colvin, A. 1989. Comparison of 2 vs 3 days/week of variable resistance training during 10- and 18-weeks programs. *International Journal of Sports Medicine* 10: 450–4.
- Brill, P., Macera, C., Davis, D., Blair, S. & Gordon, N. 2000. Muscular strength and physical function. *Medicine & science in sports & exercise* 2000, 412–415.
- de Salles, B. F., Simao, R., Miranda, F., Novaes Jda, S., Lemos, A., and Willardson, J. M. 2009. Rest interval between sets in strenght training. *Sports Medicine* 39: 765–777.
- Epley, B. 1985. *Dynamic strenght training for athletes*. Lincoln, NE: William C. Brown
- Fleck, K. & Kramer. 2014 *Designing resistance training programs*, Kolmas painos. Human Kinetics, IL.
- Heikkilä, T. 2010. *Tilastollinen tutkimus. 7. - 8. painos*. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Izquierdo, M., Ibanez, J., Gonzalez-Badillo, J. J., Häkkinen, K., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., French, D. N., Eslava, J., Altadill, A., Asiain, X., & Gorostiaga, E. M., 2006. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *Journal of Applied Physiology* 100: 1647–1656.

Lauder, M. & Lake, J. 2008. Biomechanical comparison of unilateral and bilateral power snatch lifts. *Journal of strength and conditioning research* 2008, 653–659.

Linnamo, V., Pakarinen, A., Komi, P. V., Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. 2005 Acute hormonal responses to submaximal and maximal heavy resistance and explosive exercises in men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 19:566–571

Kauranen, K. & Nurkka N. 2010, *Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille*. Tammerprint Oy.

Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen M. 2007. *Kuntotestauksen käsikirja*. 2. painos. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Kraemer, W. & Ratamess, N. 2004. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Medicine & science in sports & exercise* 36: 674–688.

Kyröläinen, H. 2004. Nopeusvoima. Teoksessa *Kuntotestauksen käsikirja: Hermostojärjestelmän toiminnan mittaaminen*, toim. Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. Tampere: Tammer-Paino Oy, 250.

Makaruk, H., Winchester, J., Sadowski, J., Czaplizki, A. & Sacewicz, T. 2011. Effects of Unilateral and Bilateral plyometric training on power and jumping ability in women. *Journal of strength and conditioning research* 2011, 1–8.

McCurdy, K., Langford, G., Doscher, M., Wiley, P. & Mallard, K. 2005. The effect of short-term unilateral and bilateral lower-body resistance training on measures of strength and power 2005, 19(1), s.9–15.

McLester, J. R., Bishop, E. & Guilliams, M. E. 2000. Comparison of 1 day and 3 days per week of equal volume resistance training in experienced subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research* 14: 241–358.

Miranda, H., Fleck, S. J., Simao, R., Barreto, A. C., Dantas, E. H. M. & Novaes, J. 2007. Effect of two different rest period lengths on the number of repetitions performed during resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21: 1032–1036.

Niranjan, S. Niri 2008. Gluteal region. Teoksessa Gray's Anatomy – The Anatomical Basis of Clinical Practise 40 painos. toim. Standring, S. Spain: Churchill Livingstone Elsevier, 1368–1423.

Peterson, M., Rhea, M., & Alvar, B. 2004. Strength development in athletes: Meta-analysis to determinate the dose-response relationship. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18: 377–382.

Ratames, A., Alvar, B., Evetoch, K., Housh, T., Kibler, W., Kraemer, W. & Triplet, T. 2009. Progression models in resistance training for healthy adults. *American College of Sport Medicine* 41: 687–708.

Rhea, M., Brent, A., Alvar, Lee, N., Burkett, & Stephen, D., Ball, 2002. A meta-analysis to determinate the dose response for strenght developement. *Medicine & science in sports & exercise* 2003, 456–463.

Schoenfeld, B. J., Peterson, M., Ogborn, D., Contreras, B. & Sonmez, G. 2015. *Journal of Strenght and Conditioning Research* 10: 2954–2963.

Scott, K., Powers, & Edward, T., Howley, 2012. *Exercise physiology*, Ninth Edition.

Vilkka, 2007. *Tutki ja mittaa, Määrällisen tutkimuksen perusteet*, Helsinki: Tammi 2007.

Willardson, J. M. 2006. A brief review: factors affecting the lenght of the rest interval between resistance exercise sets. *Journal of Strenght and Conditioning Research* 20: 978–984.

Willardson, J. M. 2007a. The application of training to failure in periodized multi-set resistance exercise programs. *Journal of Strenght and Conditioning Research* 21: 628–631.

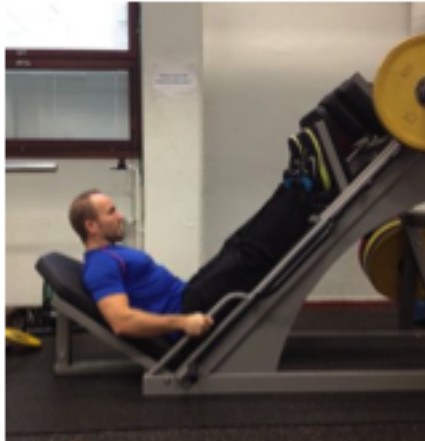
Willardson, J. M., Emmett, J., Oliver, J. A., & Bressel, E. 2008. Effect of short-term failure versus non-failure training lower body muscular endurance. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 3: 279–293.

Wolfe, B., LeMura, L. & Cole, P. 2004. Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18: 35-47.

Harjoitteluohje

- Harjoittele 8 viikkoa yhtäjaksoisesti.
- 3 kertaa viikossa ja harjoituskertojen välissä tulee olla yksi lepopäivä. Kolmannen harjoituskerran jälkeen lepopäiviä on kaksi.
- Harjoittelujakson aikana ei saa tehdä muuta voimaharjoittelua.
- Kevyttä aerobista liikuntaa saa tehdä.
- Alaraajoja harjoitetaan 3 kertaa viikossa ja harjoittelu on progressiivista. Voimien kasvaessa lisää kuormaa ja huolehdi oikeasta harjoitteluvaikutuksesta. Vaikutuksen tulee olla Borgin asteikolla 12-16 viikot 1-3 ja 5-7 sekä kevyillä viikoilla 4 ja 8 asteikolla 10-11. Ylävartaloa harjoittavat liikkeet ovat joka kerta erilaiset ja ne eivät ole progressiivisia.
- Merkitse harjoituspäiväkirjaan alaraajaharjoitteiden osalta toistot ja vastus/kuorma kiloina.
- Kevyellä viikolla sarja paino on 60% siitä millä teit viikon 3 sarjat. Esimerkiksi: Suoritit sarjat 100kg:lla, joten sarjapainosi kevyellä viikolla on 60kg. Sarjamäärä, toistomäärä ja tauon pituus pysyvät samana!
- Jokaisella harjoituskerralla suorita 10 min alkulämmittely, joko kuntopyörällä tai jollain aerobisella laitteella. Mikäli pyöräilet tai kävelet harjoitukseen, toimii se myös alkulämmittelynä kunhan pidät reippaan tahdin. Alkulämmittelyn jälkeen pitäisi olla pieni hiki pinnassa.
- Tee harjoitteet siinä järjestyksessä missä ne ovat harjoituspäiväkirjassa.
- Suorita jalkaprässissä aina 1-2 lämmittely sarjaa. Kevyt vastus ja tee 10 toistoa.
- Pidä aina sarjojen välillä 2-3 min tauko!!
- Päätä harjoitus aina 10 min loppuverryttelyyn. Samat säännöt kuin ennen harjoitusta!
- Soita ja kysy jos et tiedä tai jokin arveluttaa!

Pidä hauskaa ja muista levätä sekä syödä hyvin!



- istu selkä
- selkänojassa kiinni
- aseta jalat
- hartioidenleveydelle



- koukista polvet
- hitaasti 90° kulmaan
- suorista jalat
- melkein suoraksi



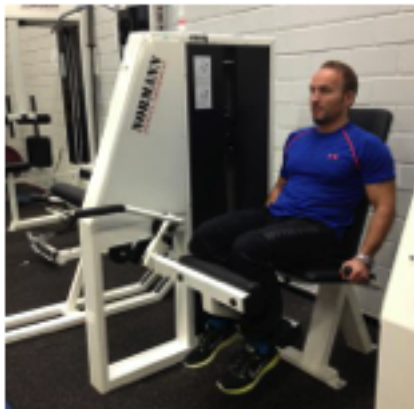
- tue vartaloa ottamalla hyvä ote kahvoista
- koukista polvet ja aseta jalat nilkkatuen taakse



- ojenna polvet melkein suoriksi
- palauta liike hitaasti



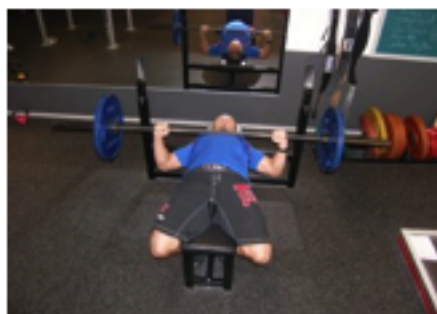
-Istu laitteessa
jalat suorina,
pohkeitten alaosa
tuen päällä
- ota ote kahvoista
pitääksesi ylä-
vartalo paikoillaan



-kookista polvet ja
vie kantapäät
penkin alle
- palauta liike
hitaasti



- pidä pakarat kiinni penkissä ja jalat lattiassa
- ota myötäote tankosta kädet hartioita leveämmällä



- laske tankoa hitaasti alas kunnes se koskettaa rintakehää
- punnerra tanko ylös



-seiso ylävartalo
hieman eteen tai-
vutettuna ja
käsivarret hieman
koukussa
- pidä kahvoista
kiinni kädet leveällä



-työnnä kahvoja
eteen ja alas kun-
nes kädet kosket-
tavat toisiaan
- palauta liike
hallitusti



- ota leveä myötäote tangosta
- vedä tankoa kohti rintakehän yläosaa



- vie selkää vähän notkolle ja tuo kyynerpäät taakse
- palauta liike hitaasti



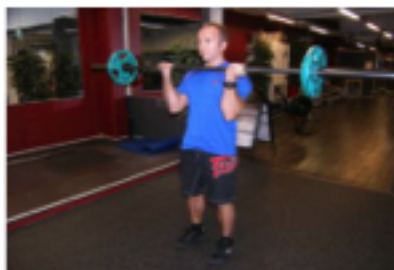
- tue toista polvea ja kättä penkille
- pidä ylävartalo paikallaan



- nosta käsipainoa mahdollisimman korkealle. Kyynerpää osoittaa taakse liikkeen aikana
- olkavarsi liikkuu lähellä vartaloa
- palauta liike hitaasti



- seiso selkä suorana
- pidä tangosta kiinni vastaoiteella, kädet hieman hartioita leveämmällä
- koukista kyynärniveliä tuoden tankoa kohti rintakehää



- jännitä keskivartaloa ja pakaralihaksia staattisesti välttääksesi vartalon heilahdusta
- palauta liike hallitusti



- seiso selkä suorana
- pidä painot olkapään korkeudella ja kämmenet toisiaan kohti
- punnerra painot ylös



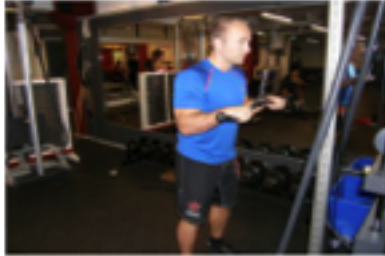
- kierrä painoja siten, että yläasennossa kämmenet ovat eteenpäin
- palauta liike hitaasti alas



- seiso pienessä haara asennossa ja ota ote tangosta siten, että peukaloiden ollessa tangon suuntaiset niiden päät koskettavat toisiaan



lähellä vartaloa, leuan tasolle
- pidä kyynärpäät mahdollisimman korkealla
- palauta liike hitaasti ja vältä turhaa vartalon heilumista



- ota ote hartioiden leveydellä ja pidä kyynärpäät kiinni kyljessä koko liikkeen ajan



- palauta liike hitaasti rinnan korkeudelle

Testauslomake

Nimi: _____

Päivä ja aika: _____

Henkilön paino: _____ kg

Vauhditon pituushyppy: _____ cm

Kevennyshyppy: _____ cm

Staattinen hyppy: _____ cm

Jalkaprässi 3RM/Max: _____ kg

Polven ojennus 3RM/Max: _____ kg

Huom! _____