

Koponen Ilari & Kujala Kalle

**Kolmen eri harjoitusmuodon vaikutus  
vertikaaliseen ponnistusvoimaan  
Lihaskoivomaharjoittelu, plyometrinen harjoittelu ja  
kompleksinen harjoittelu**

Opinnäytetyö

Naprapaattikoulutus

2020



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

**Tekijä/Tekijät**

Ilari Koponen  
Kalle Kujala

**Tutkintonimike**

Naprapaatti (AMK)

**Aika**

Toukokuu 2020

---

**Opinnäytetyön nimi**

Kolmen eri harjoitusmuodon vaikutus vertikaaliseen ponnistusvoimaan – Lihasvoimaharjoittelu, plyometrinen harjoittelu ja kompleksinen harjoittelu

57 sivua  
10 liitesivua

---

**Toimeksiantaja**

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

---

**Ohjaaja**

Petteri Koski  
Marja Turkki

---

**Tiivistelmä**

Vertikaalinen ponnistusvoima on oleellinen ominaisuus monessa eri urheilulajissa. Kliinisesti se on todettu melko luotettavaksi tavaksi mitata alaraajojen voimantuottoa. Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa tutkittiin voimaharjoittelun, plyometrisen harjoittelun ja kontrastiharjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan. Erityisesti voimaharjoittelun ja plyometrisen harjoittelun vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan on tutkittu paljon, mutta tutkimuksia, joissa verrattaisiin kyseisten harjoitusmuotojen vaikutuksia toisiinsa, on niukasti saatavilla. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on koota viimeaikaisin tutkimustieto kyseisten harjoitusmuotojen vaikutuksesta vertikaaliseen ponnistusvoimaan.

Alkuperäistutkimuksia haettiin seuraavista tietokannoista: PubMed, Cochrane, ScienceDirect ja Cinahl. Hakutuloksia saatiin 655 kappaletta, sisäänotto- ja poissulkukriteerien jälkeen systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen valikoitui yhdeksän tutkimusta. Manuaalisessa haussa löytyi kuusi alkuperäistutkimusta, jotka täyttivät systemaattisen kirjallisuuskatsauksen kriteerit. Hakujen jälkeen systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen valikoitui 15 tutkimusta. Voimaharjoittelua käsitteleviä tutkimuksia valikoitui seitsemän, plyometristä harjoittelua kuusi ja kontrastiharjoittelua kolme kappaletta.

Lähes kaikissa tutkimuksissa interventioryhmien tulokset paranivat harjoitusmuodosta riippumatta. Poikkeuksena yhden kontrastiharjoitteluryhmän, jonka tulokset pysyivät käytännössä muuttumattomina. Selkeästi parhaimmat tulokset havaittiin plyometristen harjoitusinterventioiden jälkeen. Voimaharjoittelun ja kontrastiharjoittelun tulokset näyttäisivät olevan samansuuntaiset. Tutkimusten eri lähtökohtien ja käytettyjen metodien vuoksi numeeriset tulokset eivät ole suoraan verrannolliset keskenään. Kunkin harjoitusmuodon tulokset olivat pääpiirteittäin samansuuntaisia aikaisempien tutkimusten kanssa.

Voimaharjoittelun kannalta näyttäisi siltä, että harjoittelu tulisi suorittaa pystyasennossa ja mahdollisimman suurella liikenopeudella. Keskeisin plyometriatutkimuksista saatuihin tuloksiin vaikuttava tekijä vaikuttaisi olevan harjoitusjakson pituus. Plyometrinen harjoittelu on hyvin spesifiä testausliikkeisiin nähden, joka voi selittää plyometriatutkimuksista saatuja hyviä tuloksia. Kontrastiharjoittelu näyttäisi olevan yhtä vaikuttavaa kuin pelkkä voimaharjoittelu.

---

**Asiasanat**

vertikaalinen ponnistusvoima, voimaharjoittelu, plyometria, kontrastiharjoittelu

---

**Author (authors)**

Ilari Koponen  
Kalle Kujala

**Degree**

Bachelor of Health  
Care, Naprapathy

**Time**

May 2020

---

**Thesis title**

Effects of three training methods on vertical jump performance –  
Strength training, plyometric training and complex training

57 pages  
10 pages of appendices

---

**Commissioned by**

South-Eastern Finland University of Applied Sciences

---

**Supervisor**

Petteri Koski  
Marja Turkki

---

**Abstract**

Vertical jump is an essential feature in many different sports. Clinically, it has been found to be a fairly reliable way to measure lower limb power output. This literature review examined the effect of strength training, plyometric training and complex training on vertical jump performance. In particular, the effects of strength training and plyometric training on vertical jump performance have been extensively studied, but studies comparing the effects of these forms of exercise are scarce. The purpose of this thesis is to gather the latest research data on the effect of these forms of exercises on vertical jump performance.

Original studies were retrieved from the following databases: PubMed, Cochrane, ScienceDirect, and Cinahl. 655 search results were obtained, and after the inclusion and exclusion criteria, nine studies were selected for this literature review. The manual search found six original studies that met the criteria of this literature review. After the searches, 15 studies were selected for this literature review. Seven studies on strength training were selected, six on plyometric training and three on contrast training.

In almost all studies, the results of the intervention groups improved regardless of the form of exercise. The exception was one contrast training group, whose results remained virtually unchanged. By far the best results were observed after plyometric exercise interventions. The results of strength training and contrast training would appear to be parallel. Due to the different baselines of the studies and the methods used, the numerical results are not directly comparable. The results for each form of exercise were broadly in line with previous studies.

Based on results, the strength training should be performed in an upright position and with an explosive manner. Based on the studies the most important factor for plyometric training was the duration of the training period. Plyometric training is very specific for the used testing protocols, which may explain the good results obtained from the studies. Contrast training would seem to be as effective as strength training alone.

---

**Keywords**

vertical jump, strength training, plyometrics, complex training

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	ALARAAJOJEN LIHASANATOMIA JA FYSIOLOGIA .....	6
2.1	Lihaskudos .....	6
2.2	Jänteet.....	9
2.3	Vertikaaliseen ponnistusvoimaan vaikuttavat lihakset .....	10
3	LIHASVOIMAHARJOITTELU .....	13
4	PLYOMETRIA .....	20
5	POST-AKTIVAATIOPOTENTIAALI .....	25
6	VERTIKAALINEN PONNISTUSVOIMA JA HYPPYTESTIT .....	28
7	SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS .....	30
7.1	Tutkimuskysymykset.....	30
7.2	Hakuprosessi.....	30
7.3	Aineiston sisällönanalyysi .....	35
8	TUTKIMUSTULOKSET .....	38
8.1	Voimaharjoittelun vaikutus vertikaaliseen ponnistusvoimaan .....	38
8.2	Plyometrisen harjoittelun vaikutus vertikaaliseen ponnistusvoimaan.....	42
8.3	Kontrastiharjoittelun vaikutus vertikaaliseen ponnistusvoimaan .....	44
8.4	Yhteenveto .....	46
9	POHDINTA.....	47
9.1	Johtopäätökset .....	47
9.2	Luotettavuuden arviointi.....	50
9.3	Jatkotutkimusmahdollisuudet.....	51
	LÄHTEET.....	53
	KUVALUETTELO .....	58
	TAULUKKOLUETTELO.....	58
	KUVALUETTELO	
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoite on selvittää kolmen eri harjoitusmuodon vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan. Lisäksi tuloksia vertailtiin keskenään, jotta voitaisiin muodostaa ajatus siitä, mikä harjoitusmenetelmä on mahdollisesti vaikuttavin. Työ oli alun perin tarkoitus toteuttaa kvantitatiivisena kokeellisenä tutkimuksena, mutta kevään 2020 COVID-19 pandemian vuoksi jouduttiin siirtymään systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen.

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa tutkitut harjoitusmenetelmät olivat voimaharjoittelu, plyometrinen harjoittelu ja kontrastiharjoittelu. Näistä kolmesta kontrastiharjoittelua on tutkittu selvästi vähiten, sillä se on kohtalaisen tuore harjoitusmuoto. Tutkimuksissa termi complex training (kontrastiharjoittelu) alkaa esiintyä 2000-luvun alussa.

Vertikaalinen ponnistusvoima on tärkeä ominaisuus monessa urheilulajissa, kuten jalkapallossa, koripallossa ja lentopallossa. Yksittäisen urheilijan kyky suorittaa räjähtävä ponnistusliike on avainasemassa erilaisissa pelitilanteissa ja voi täten vaikuttaa jopa pelien lopputulokseen. Kliinisesti sen on todettu olevan melko luotettava mittari mittaamaan alaraajojen voimantuottoa. (Nongnappas ym. 2013, 257.)

Kyseinen aihe on kiinnostava koska yksittäisten harjoitusmuotojen vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan on tutkittu runsaasti. Tutkimuksia, joissa verrattaisiin harjoitusmuotojen vaikuttavuuden eroja toisiinsa, ei kuitenkaan ole viime vuosina tehty (Whitehead 2018, 2747). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on koota viimeaikaisin tutkimustieto kyseisten harjoitusmuotojen vaikutuksesta vertikaaliseen ponnistusvoimaan.

## 2 ALARAAJOJEN LIHASANATOMIA JA FYSIOLOGIA

### 2.1 Lihaskudos

Ihmisen kehon massasta noin puolet on lihaskudosta. Lihaksilla on monia tärkeitä tehtäviä, kuten liikkeen ja lämmön tuottaminen, asennon säilyttäminen sekä verenvirtauksen säätely. Lihasten tärkein ero muihin kudostyyppeihin on niiden supistumiskyky. Ihmisellä on kolmea erilaista lihaskudosta: poikkijuovaista lihaskudosta, sileää lihaskudosta sekä sydänlihaskudosta. (Kauranen 2014, 8–9; Nienstedt ym. 2009, 76.)

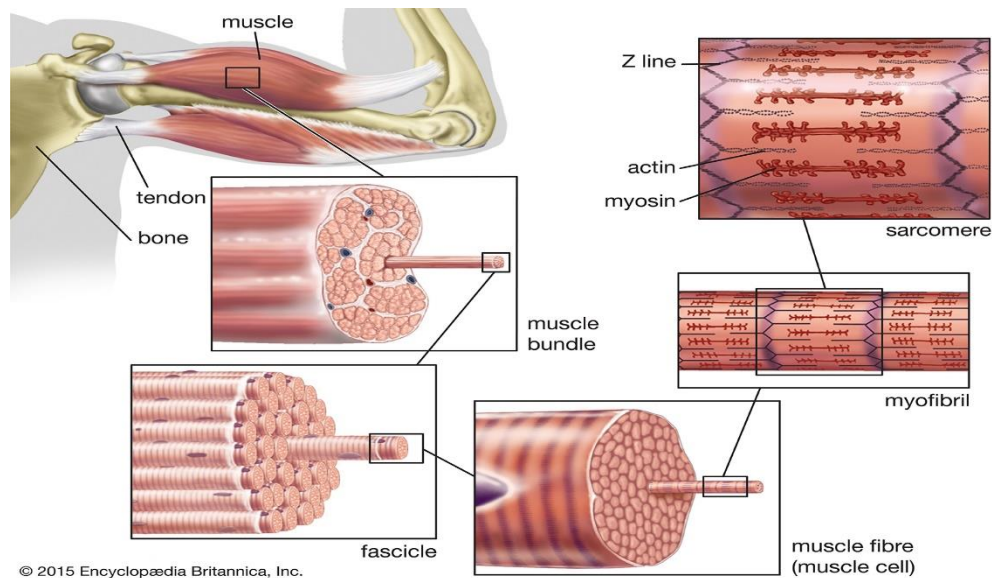
Poikkijuovainen lihaskudos muodostaa lihakset, joilla ihminen liikkuu ja kommunikoi. Suurin osa poikkijuovaisista lihaksista on jänteiden tai kalvojänteiden avulla kiinni vähintään kahdessa eri luussa ja saavat supistuessaan aikaan liikkeen nivelessä. Poikkijuovaisia lihaksia kutsutaan myös luustolihaksiksi. Lihasten liittymiskohtia luuhun kutsutaan lihaksen lähtökohdaksi (origo) ja kiinnittymiskohdaksi (insertio). Tavallisesti insertio liikkuu origoa enemmän lihas-supistuksen aikana. Luustolihakset toimivat tahdonalaisesti, toisin kuin sydänlihaskudos ja sileälihaskudos. (Kauranen 2014, 45; Nienstedt ym. 2009, 76, 143; Powers & Howley 2015, 162.)

Luustolihakset muodostuvat luustolihassoluista eli luustolihassyistä. Jokaista lihassyitä ympäröi sidekudoskalvo (endomysium). Lihassyiden muodostamaa kimppua ympäröi paksumpi sidekudoskalvo (perimysium). Lihassykimput muodostavat lihaksen, jota ympäröi tukeva sidekudoskalvo (epimysium). Epimysiumin ulkopuolella on peitinkalvo (fascia). Peitinkalvon jatkeena on jänteitä, jotka kiinnittyvät luukalvoon ja luun kollageenisyihin. Sidekudoskalvot ja jänteet muodostavat kokonaisuuden, joka siirtää lihassolujen tuottamaa voimaa, tukee lihassyitä ja estää kudoksen repeämisen. (Leppäluoto ym. 2019, 82–83.)

### Lihassolu

Lihassolut ovat jättiläissoluja, jotka ovat muodostuneet sikiökauden aikana useiden lihassolujen yhteensulautumisesta. Tästä syystä luustolihakset ovat

monitumaisia. Yhden lihassyyn halkaisija on aikuisella 0,01–0,1 mm. Useimmiten lihassyöt ovat muutaman senttimetrin mittaisia, mutta pisimmät ovat noin 30 cm:n mittaisia. (Leppäluoto ym. 2019, 82–83). Lihassolut muodostuvat myofibrilleistä. Myofibrillit taas koostuvat aktiini- ja myosiinifilamenteista. Ne ovat järjestäytyneet säännöllisiksi rakenteiksi eli sarkomeereiksi. Yhdessä sarkomeerissa on kaksi ryhmää aktiinifilamenteja ja molempien ryhmän toinen pää on kiinnittynyt Z-levyyn. Z-levyt ovat valkuaisaineverkkoa, joka erottaa sarkomeerit toisistaan. Myosiinifilamentit sijoittuvat sarkomeerin keskelle, aktiinifilamenttien väliin. Myosiinifilamentit koostuvat golfmailan mallisista myosiinimolekyyleistä ja aktiinifilamentit pallomaisista aktiinimolekyyleistä. Myosiinimolekyylit pystyvät kiinnittymään aktiiniin muodostamalla poikkisiltoja niiden välillä, mikä on lihassupistuksen perusta. Sarkomeerien lyhenemisessä syntyvästä supistusvoimasta suurin osa siirtyy Z-levyiltä solukalvon läpi endomysiumiin eli lihassolua ympäröivään kalvoon, josta voima siirtyy koko lihaksen käytettäväksi. (Leppäluoto ym. 2019, 82–83.) Luurankoli hasten lihaskudoksesta 40 % on myosiinia ja 15 % aktiinia, suurin osa on vettä ja erilaisia proteiineja. (Kauranen 2014, 46.) Kuvassa 1 on esitetty luustoli hasten anatomia.



Kuva 1. Luustoli hasten anatomia (Encyclopædia Britannica, Inc 2015)

Luustoli hassolu tarvitsee supistuakseen aina toimintakäskyn hermosolulta. Jokaiseen lihassyhyyn kiinnittyy liikehermosolun motorinen päätelevy eli alfamotoneuronin aksonin päässä sijaitseva pullistuma. Liikehermosolun ja luustoli-

hassolun liitosta kutsutaan hermo-lihasliitokseksi. Aksonin vapauttama välittäjäaine (asetyylikoliini) hermo-lihasliitoksessa käynnistää supistumisreaktion lihaksessa. Alfamotoneuronit jakaantuvat useaan haaraan, joista jokainen haara hermottaa yhtä lihassyötä. Hermon haarojen ja sen hermottamien lihassyiden kokonaisuutta kutsutaan motoriseksi yksiköksi. Lihaksen tuottama voima riippuu aktivoituvien motoristen yksiköiden määrästä ja supistumiskäskyjen tiheydestä. Hermosolussa kulkeva hermoimpulssi eli aktiopotentiaali siirtyy nopeasti lihassoluun, koska lihaksen supistuminen ja relaksoituminen ovat nopeita reaktioita. Aktiopotentiaali kulkee solukalvolta T-putkistoa pitkin, joka muodostuu lihassolun solukalvon sisäänpainaumista. T-putkisto ylittää solunsisäisen sarkoplasmakalvoston läheisyyteen ja on yhteydessä jokaisen myofibrillin sarkoplasmakalvostoon. Sarkoplasmakalvosto toimii solun sisäisenä kalsiumvarastona. Kun aktiopotentiaali saavuttaa sarkoplasmakalvoston päätelaajentumat, se käynnistää kalsiumionien vapautumisen sarkoplasmakalvostosta. Kalsiumionien vapautuminen saa aikaan lihassupistuksen vaikuttamalla aktiinin toimintaan. Aktiini sisältää troponiinia ja tropomyosiinia, jotka normaalisti estävät aktiinin ja myosiinin välisten poikkisiltojen muodostumisen. Kalsiumionit tarttuvat troponiiniin, minkä seurauksena sen ja tropomyosiinin rakenne muuttuvat. Tropomyosiini siirtyy peittämästä aktiinin aktiivista osaa, johon myosiini tarttuu lihassupistuksen aikana. (Leppäluoto ym. 2019, 84–85.)

Lihassupistuksessa aktiini- ja myosiinifilamentit liukuvat toistensa lomaan. Tämä tapahtuu myosiinin väkästen muodostaessa poikkisiltoja aktiinin kanssa. Myosiinin väkäset taipuvat lihassolun kalsiumpitoisuuden noustessa ja siirtävät aktiinifilamentteja ohitse. Yhden sarkomeerin supistuminen lyhentää lihasta vain noin yhden prosentin, mutta kun sarkomeereja on satoja peräkkäin, lihas lyhenee noin 60 %. Väkästen taipumisen jälkeen sidosaukeaa, kun myosiiniin kiinnittyy adenosinitrifosfaattimolekyyli (ATP). Tämän jälkeen myosiiniväkäset suoristuvat ja tarttuvat jälleen kiinni uudesta kohdasta aktiinifilamenttia. Filamenttien liukumista voidaan verrata soutuiliikkeeseen. Luustolihaslajien suuren energiatarpeen vuoksi niissä on runsaasti mitokondrioita ja glykogeenirakkuloita. Jotta lihas voisi relaksoitua, on poikkisiltojen muodostaminen pysäytettävä. Tämän aikaansaamiseksi kalsiumionipumput pumppaavat kalsiumioneja solulimasta sarkoplasmakalvostoon käyttäen



ATP:tä. Näin ollen sekä lihaksen supistuminen että relaxoituminen vaativat energiaa. (Fleck & Kraemer 2014, 78–82; Leppäluoto ym. 2019, 85–86.)

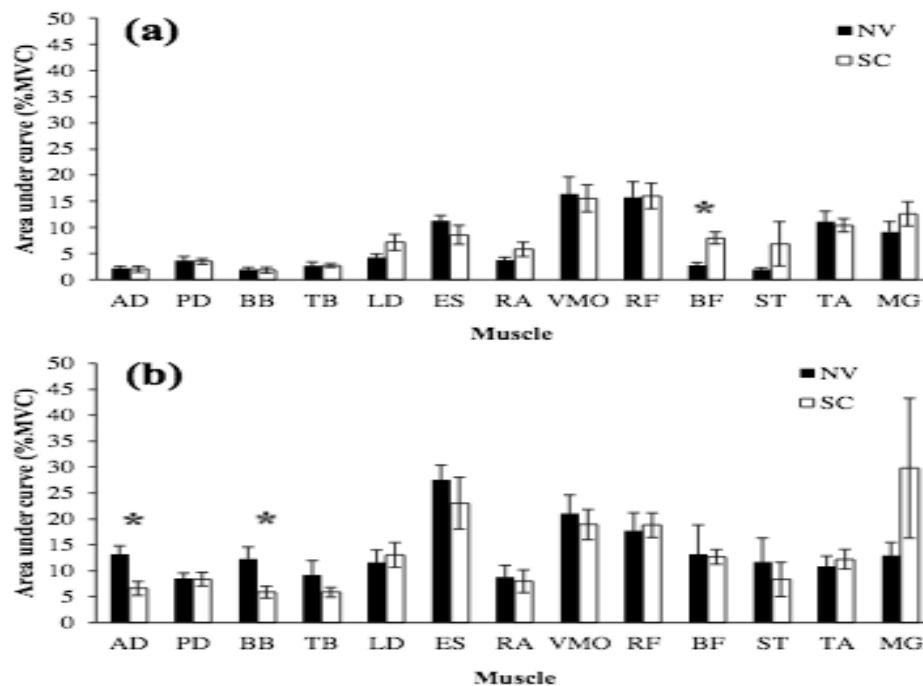
Lihassolutyypit jaetaan kahteen pääryhmään: hitaat lihassolut (tyyppi I) ja nopeat lihassolut (tyyppi II). Pääryhmän lisäksi nopeat lihassolut jaetaan vielä tyyppeihin Ila ja Ilx. Suurin osa lihaksista sisältää molempia lihassolutyyppejä. Niiden prosentuaalinen osuus riippuu genetiikasta, veren hormonitasosta ja harjoitteluhistoriasta. Käytännössä lihassolutyypien määrä vaikuttaa lihaksen voimantuottoon ja kestävyys. Tyypin I lihassolut sisältävät paljon mitokondrioita sekä myoglobiinia ja niiden ympärillä on runsaasti hiusverisuonia. Tämän takia niillä on suuri aerobinen kapasiteetti ja kestävyys. Tyypin I lihassolut tuottavat hitaammin ja vähemmän voimaa kuin tyypin II lihassolut, mutta ne ovat energiatehokkaampia. Tyypin IIx lihassoluilla on vähän mitokondrioita sekä rajallinen aerobinen aineenvaihdunta, eivätkä ne kestä pitkää räsitusta. Ne sisältävät glykolyysiin tarvittavia entsyymejä, mikä mahdollistaa suuren anaerobisen kapasiteetin. Tyypin IIx lihassytyt tuottavat suurimman voiman, mutta vaativat toimiakseen paljon energiaa. Tyypin IIa lihassytyt ovat ominaisuuksiltaan tyypin I ja tyypin IIx välistä. (Fleck & Kraemer 2014, 75–78; Powers & Howley 2015, 173–176.)

## 2.2 Jänteet

Lihasten tuottama voima siirtyy jänteiden, kalvojänteiden ja peitinkalvojen avulla luihin. Kaikki nämä rakenteet muodostuvat tiheästä sidekudoksesta, joka sisältää runsaasti tyypin I kollageenia. Jänteet ovat pyöreitä tai ovaalin mallisia ja niiden kuivapainosta 60 % on tyypin I kollageenia. Jänteet sisältävät myös tyypin II ja tyypin V kollageenia, elastaania, glykoproteiineja sekä proteoglykaaneja. Kollageeni on järjestynyt pääasiassa jänteen suuntaisesti. Jänteet ovat elastisia rakenteita ja voivat venyä 6–15 % niiden pituudesta ilman vahingoittumista. Pitkän ja vahvan jänteen venyminen vaatii suurta voimaa, ja suuri osa tästä elastisesta venymisenergiasta saadaan hyödynnettyä jänteen venymis-lyhenemisykluksessa, joka on esitetty tarkemmin kappaleessa 4.1. Liikkuessa jänteisiin varastoitunut venymisenergia auttaa sulavampan liikkumiseen ja toimii kehon iskunvaimentimena. (Wigley 2016, 114–115.)

### 2.3 Vertikaaliseen ponnistusvoimaan vaikuttavat lihakset

Vertikaalinen hyppy on monimutkainen liike, joka vaatii useiden vartalon ja alaraajojen lihasten koordinaatiota. Hyppyliike on avainasemassa useassa urheilulajissa ja sen korkeus voi vaikuttaa merkittävästi yksittäisiin tilanteisiin. Kliinisestä näkökulmasta vertikaalinen hyppy on melko luotettava tapa arvioida alaraajojen voimantuottoa. (Nongnapas ym. 2013, 257.)



Kuva 2. Merkkilihasten EMG-aktiivisuus staattisessa hypyssä (a) ja kevennyshypyssä käsiheilautuksella (b) (Nongnapas ym. 2013)

Nongnapas ym. mittasivat korkeimmat EMG-aktiivisuudet staattisen hyppyliikkeen aikana m. erector spinaeissa (ES), m. vastus medialis obliquusissa (VMO), m. rectus femoriksessa (RF), m. tibialis anteriorissa (TA) ja m. gastrocnemiuksessa (MG). Näiden lisäksi huomattavaa aktiivisuutta mitattiin myös m. latissimus dorsissa (LD) ja m. rectus abdominiksessa (RA). (Nongnapas ym. 2013, 260.) Kuvassa 2 esitetyssä taulukossa kevennyshypyn osalta on otettava huomioon lisääntynyt aktiivisuus takareiden lihaksissa (BF ja ST) sekä käden ojentaja- ja koukistajalihaksissa (AD, PD, BB ja TB). Kyseisten tutkimustulosten lisäksi hyppyliikkeessä tärkeässä osassa on myös m. gluteus maximus (Tubbs 2016, 1357). Hyppyliikkeessä käytettyjen päälihasten anatomia on esitetty kuvissa 3 ja 4.

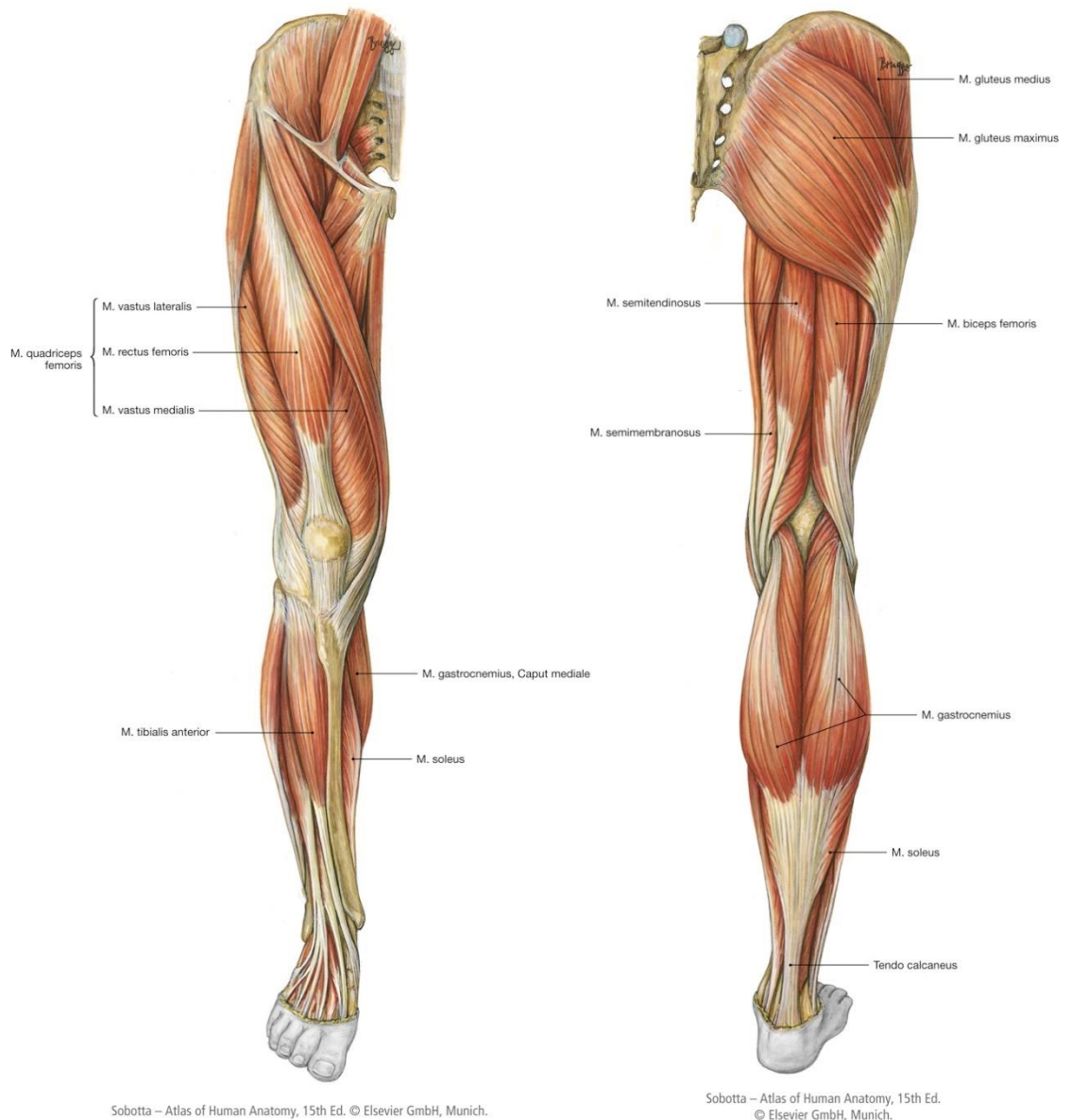
M. gastrocnemius muodostaa yhdessä m. soleuksen kanssa m. triceps suuraen. M. gastrocnemius on pohkeen lihaksista pinnallisin ja m. soleus sijaitsee sen alla. Lihasryhmän pääfunktio on nilkan plantaarifleksio, mutta ne toimivat avustavina lihaksina myös polven koukistuksessa. Hyppyliikkeen aikana lihasryhmä toimii voimakkaimmin nousuvaiheessa juuri ennen kuin jalat irtoavat maasta. (Tubbs 2016, 1409–1410; Nongnapas ym. 2013, 260.)

M. tibialis anterior on pinnallinen lihas säären etuosan lateraalipuolella. Sen funktiot ovat nilkan dorsifleksio ja inversio. Aktiivisimmillaan se on molempien funktioiden yhdistyessä, kuten kävelyssä. Hyppyliikkeessä se toimi m. gastrocnemiuksen vastavaikuttajana ja koukistaa nilkan jalkojen irrotessa maasta. (Tubbs 206, 1406-1407; Nongapas ym. 2013, 262.)

M. quadriceps femoris on polven pääasiallinen ekstensori. Se peittää os femurin lähes kokonaan edestä ja sivuilta. Se jaetaan neljään osaan: m. rectus femorikseen, m. vastus medialisukseen, m. vastus lateralisukseen ja m. vastus intermediukseen. Lisäksi m. vastus medialisuksesta voidaan erotella m. vastus medialis obliquus (VMO), joka on tärkeä toimija polven loppuekstensiossa sekä patellofemoraalinivelen toiminnassa. Kaikkien neljän lihaksen jänteet yhdistyvät reiden alaosassa ja muodostavat vahvan jänteen, joka kiinnittyy patellaan. Osa säikeistä yhdistyy myös patellan ligamentteihin. Hyppyliikkeessä m. quadriceps femoriksen tehtävä on suoristaa polvet nousuliikkeen aikana. (Tubbs 2016, 1362.)

Reiden takaosan lihakset ovat m. biceps femoris, m. semitendinosus ja m. semimembranosus, jotka muodostavat hamstring-lihakset. Hamstring-lihakset kulkevat sekä lonkka- että polvinivelen yli. Ne ekstensoivat lonkkaa, suoristavat vartaloa vartalon ollessa eteentaivutettuna ja fleksoivat polvea. (Tubbs 2016, 1366–1367.)

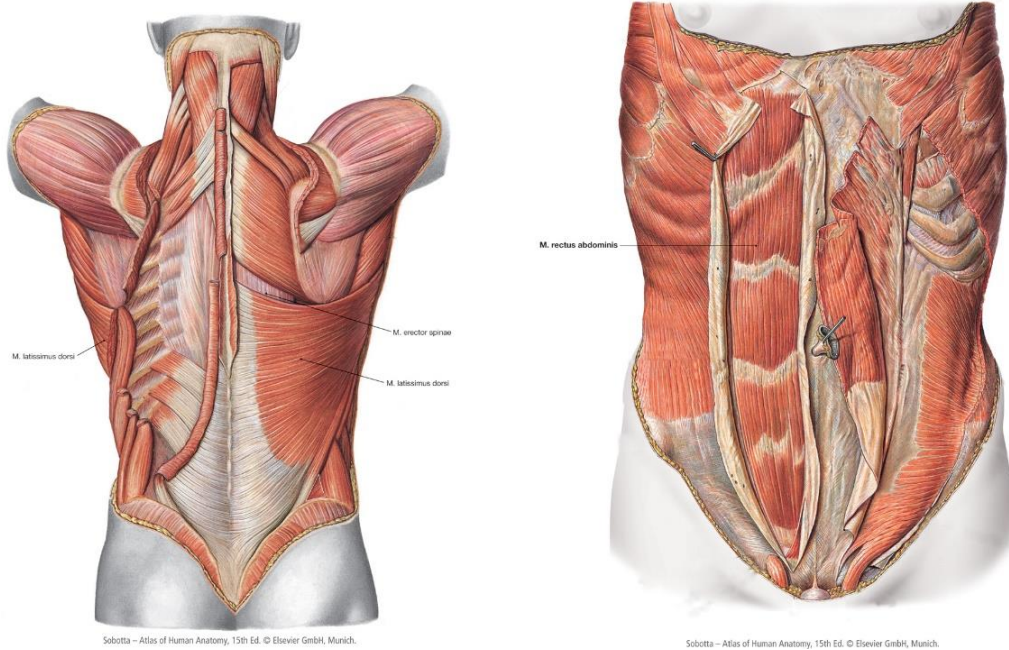
M. gluteus maximus on suurin ja pinnallisin gluteaalialueen lihaksista. Sen pääasiallinen funktio on fleksoidun lonkan ekstensio ja vartalon suoristaminen ylös eteentaivutuksesta hamstring-lihasten kanssa. (Tubbs 2016, 1357.)



Kuva 3. Vertikaaliseen ponnistusvoimaan vaikuttavat alaraajan lihakset (Paulsen & Waschke 2011 mukailtu)

M. rectus abdominis on pitkä, hihnamainen lihas, joka kulkee linea alban molemmin puolin. Sen pystysuunnassa kulkevia lihassäikeitä erottaa normaalisti kolme vaakatasossa kulkevaa jännemäistä säiettä, jotka muodostavat siihen kuusi aitiota. Lihaksen funktio on vartalon fleksio ja vatsaontelon paineen ylläpito. (Tubbs 2016, 1073.)

M. erector spinae on rangan molemmin puolin kulkeva pitkä, kolmiosainen lihas. Se kulkee pystysuunnassa kallonpohjasta häntäluuhun. Se on vahva vartalon ekstensori. Hyppyliikkeessä se stabiloi vartaloa ja toimii pääasiallisena ekstensorina hypyn kiihdytys- eli nousuvaiheessa. (Tubbs 2016, 740-741; Nongapas ym. 2013, 262.)



Kuva 4. M. Latissimus dorsi, m. erector spinae & m. rectus abdominis (Paulsen & Waschke 2011 mukailtu)

M. Latissimus dorsi on kolmiomainen lihas selän takaosassa. Sen funktioihin kuuluvat olkavarren adduktio, ekstensio ja mediaalirotaatio. Staattisessa hypyssä sen tehtävä on stabiloida kädet lantiolle, ja käsiheilautuksella suoritettavassa kevennyshypyssä se aktivoituu hypyn kyykistymisvaiheessa, kun kädet heilautetaan vartalon sivulla taaksepäin. (Tubbs 2016, 822; Nongapas ym. 2013, 262.)

### 3 LIHASVOIMAHARJOITTELU

Voimaharjoittelun ymmärtämiseksi ja harjoittelun suunnittelun lähtökohdaksi on syytä tietää voiman eri lajit (Ahtiainen & Häkkinen 2016, 250). Lihasvoiman muodot jaetaan teoreettisesti maksimi-, nopeus- ja kestovoimaan, mutta käytännössä ne sekoittuvat keskenään. Osassa liikuntalajeista ja suorituksista tietyt lihasvoimamuodot korostuvat. Tämän takia harjoittelun tulisi perustua kyseiseen lihasvoimalajiin. (Kauranen 2014, 440.)

Maksimivoima kuvaa yksittäisen lihaksen tai lihasryhmän tuottamaa suurinta voimaa tahdonalaisessa kertasupistuksessa. Maksimivoimaharjoittelulla pyritään lisäämään lihaksiston maksimaalista voimaa ja tukiosien rasituskestävyyttä. (Ahtiainen & Häkkinen 2016, 250–252.) Harjoittelu kohdistuu lihaksen neuraalisen komponentin maksimaaliseen hyödyntämiseen. Maksimivoima

kehittyy lihasvoimaharjoittelun alussa nopeasti, mutta hidastuu harjoittelun jatkuessa pidempään. Alussa harjoitteet 50–80 %:lla lihaksen maksimaalisesta voimantuottokyvystä lisäävät voimaa, mutta myöhemmin kehittymiseen vaaditaan 80–100 %:n kuorma. Maksimivoimaharjoittelussa on tärkeää toteuttaa ylikuormitusperiaatetta riittävän korkealla harjoitusintensiteetillä mieluummin kuin harjoitusmääriä tai -kertoja lisäämällä. Lihaskudos ei pysty tuottamaan kuin viisi sekuntia maksimaalista voimaa, jonka jälkeen se tarvitsee kaksi minuuttia palautuakseen 85 %:n tasolle. 100 %:n tasolle päästäkseen palautuminen vie noin 15 minuuttia. Maksimivoimaharjoittelussa toistomäärät on pidettävä matalina. Maksimivoiman tuottaminen on fysiologisesti hidasta (noin 1,5–20 s), joten liikenopeudet ovat suhteellisen hitaita. Käytännön harjoittelussa liikkeitä on kuitenkin pyrittävä tekemään niin nopeasti kuin mahdollista, jotta myös nopeat motoriset yksiköt aktivoituvat. Maksimivoimaharjoittelu jaetaan kolmeen alalajiin: hermostolliseen, hypertrofiseen ja hypertrofishermostolliseen painotukseen. Eri painotuksissa käytettävä kuorma ja toistomäärät on esitetty

Taulukko 1. Maksimivoimaa mitataan yhden maksimaalisen lihassupistuksen aikana, jolloin kuorma jaksetaan nostaa yhden kerran (one repetition maximum load = 1RM) (Ahtiainen & Häkkinen 2016, 250–252; Kauranen 2014, 173, 440–441.)

Nopeusvoima kuvaa lihaksen kykyä tuottaa mahdollisimman suuri voima lyhyessä ajassa, jolloin lihaksen voimantuottonopeus on isossa roolissa. Nopeusvoima kertoo hermoston motoristen yksiköiden aktivointikyvystä. Urheilussa nopeusvoima on keskeisessä osassa heitto- ja ponnistussuorituksissa. Nopeusvoimaharjoittelun avulla pyritään lisäämään lihaksen voimantuottonopeutta. Nopeusvoiman kehittämisessä keskeisiä asioita ovat harjoitusten liike- ja suoritusnopeus. Harjoituksissa näiden tulisi olla mahdollisimman korkeita. Nopeusvoimaharjoitteet kohdistuvat lihaksen neuraaliseen ohjaukseen ja motoristen yksiköiden aktivointinopeuteen. Koska suoritukset ovat nopeita, maksimaalista voimaa ei voida saavuttaa yhden toiston aikana. Tämän takia käytetään 30–80 %:n 1RM kuormia. Mitä pienempi kuorma, sitä korkeampi liikenopeus harjoituksissa saavutetaan. Harjoitteiden periaatteena on muuttaa

luontaista motoristen yksiköiden aktivoitumisjärjestystä, jossa hitaat aktivoituvat ennen nopeita yksiköitä. Nopeilla (tyypin II) motorisilla yksiköillä on myös kyky tuottaa suurempaa voimaa kuin hitailla yksiköillä (tyyppi I). Tyyppin II motoristen yksiköiden heikkojen kestävyysominaisuuksien vuoksi sarjojen tulee kestää alle 10 sekuntia. Laktaatin muodostumista tulee välttää harjoituksissa, jotta harjoitus kohdistuu nopeisiin motorisiin yksiköihin, eli palautusaikojen on oltava riittävän pitkiä. Nopeusvoimaharjoittelussa hyödynnetään usein lihaksen venymis-lyhenemissyklusta ja plyometrisia harjoitteita, jolloin lihaksen motoristen yksiköiden aktivoitumista voidaan lisätä venytysrefleksin ja monosynaptisen refleksikaaren kautta. Nopeusvoimaharjoittelu jaetaan hermostollishypertrofiseen ja hermostolliseen painotukseen (**Virhe. Viitteen lähde ei löytnyt.**) (Ahtiainen & Häkkinen 2016, 250–252; Kauranen 2014, 173, 440–441.)

Kestovoima kertoo lihaksen kyvystä vastustaa väsymystä, kun tiettyä voimatasoa toistetaan useasti lyhyen ajan sisään lyhyillä palautusajoilla. Kestovoimasuorituksissa voimataso on yleensä submaksimaalinen. Urheilussa kesto-voima korostuu kestävyyslajeissa. (Kauranen 2014, 173.) Kestovoimaharjoittelussa käytetty kuorma ja sarjamäärät on esitetty

#### Taulukko 1.

Taulukko 1. Kuorma ja toistojen määrä sarjaa kohden eri voimaharjoitteissa (Häkkinen & Ahtiainen, 2016, 251; Kauranen 2014, 440–443 mukailtu)

	Kestovoima	Maksimivoima			Nopeusvoima	
		Hypertrofinen	Hermostollis-hypertrofinen	Hermostollinen	Hermostollis-hypertrofinen	Hermostollinen
Kuorma (%)	0–60	60–85	70–80	85–100	30–80	30–60
Toistot/sarja	15–	6–12	3–6	1–6	1–10	1–10

Lihastyötavat voidaan jakaa lihaksen kokonaispituusmuutoksen perusteella isometriseen ja dynaamiseen lihastyöhön. Isometrisessä lihastyössä pituus pysyy lähes samana, kun dynaamisessa lihaksen pituus muuttuu. Dynaaminen lihastyö eritellään vielä kahteen osaan: konsentriseen ja eksentriseen li-

hastyöhön. Konsentrisessa lihastyössä lihaksen pituus lyhenee ja eksentrisessä pitenee. Näistä suurimman voiman tuottaa eksentrisen ja pienimmän konsentrisen lihastyö. Isometrinen lihastyö sijoittuu näiden kahden väliin. (Avela, Mero & Kyröläinen 2016, 94; Fleck & Kraemer 2014, 1–2.)

### **Lihassoimaharjoittelun periaatteet**

Lihassoimaharjoittelussa tulee noudattaa yllärasitusperiaatetta, eli harjoittelun pitää olla raskaampaa kuin päivittäisissä toiminnoissa. Näin keho adaptoituu progressiivisesti lisääntyvään rasitukseen, mikä mahdollistaa kehittymisen. (Kauranen 2014, 382; Powers & Howley 2015, 280.)

Toinen noudatettava harjoittelusääntö on spesifisyysperiaate. Yksilö kehittyy ensisijaisesti niissä tehtävissä, joita hän harjoittaa. Lihassoimaharjoittelun kannalta tämä tarkoittaa sitä, että pitää harjoittaa niitä lihaksia, joiden haluaa kehittyvän. Harjoitteet tulisi myös tehdä samoilla liikekulmilla ja lihastyövoimilla, joita käytetään itse lajisuorituksessa. (Kauranen 2014, 382.)

Kolmas harjoittelusääntö koskee lihassoimaharjoittelun progressiivisuutta. Lihassoimaharjoittelun tulee sisältää jatkuvaa progressiota. Harjoittelun määrän, intensiteetin ja laadun tulee vastata harjoittelijan sen hetkistä suoriutumistasoa sekä edistystä. Progressio toteutetaan harjoittelun määrää lisäämällä ja myöhemmin harjoittelun intensiteettiä nostamalla. (Kauranen 2014, 382.)

Neljäs sääntö on palautumisperiaate, jonka mukaan lihassoimaharjoittelun aiheuttamat adaptaatiomuutokset lihaskudoksessa ja hermojärjestelmässä ovat palautuvia. Hermo-lihassysteemi adaptoituu uudelle ja alemmalle tasolle lihassoimaharjoittelun päätyttyä. Adaptaatio on nopeampaa lihaskudoksessa kuin neuraalisella puolella. Lihassolujen ja -kudoksen atrofia alkaa jo kuuden tunnin immobilisaation aikana. (Kauranen 2014, 382–383.)

Viides harjoittelusääntö koskee harjoittelun yksilöllisyyttä, jonka mukaan harjoittelu pitää suunnitella yksilöllisesti ottaen huomioon henkilökohtaiset ominaisuudet. Antropometria, fysiologiset ominaisuudet, ravitsemus, sairaudet ja



psykkiset tekijät ovat yksilöllisiä ominaisuuksia, jotka tulee ottaa huomioon harjoittelun suunnittelussa. Voimaharjoittelun kannalta keskeisimmäksi nousee yksilön luonnolliset anaboliset hormonitasot, jotka määrittävät harjoitusvasteen ja palautumisajat. (Kauranen 2014, 383–384.)

Kuudes sääntö käsittelee lihasvoimaharjoittelun monipuolisuutta. Vaihtelemalla harjoitettavia lihasryhmiä ja käytettyjä harjoitteita, saadaan harjoittelusta psyykkisesti ja fyysisesti järkevämpää. Harjoittelu ei näin ole psyykkisesti yksitoikkoista eikä fyysisesti yksipuolista tai epäsuhtaista. Näin parannetaan harjoittelusta saatua harjoitusvastetta. (Kauranen 2014, 384.)

Seitsemäs harjoittelusääntö liittyy lihasvoimaharjoittelijan aktiiviseen mentaaliseen osallistumiseen. Keskittyminen liikkeeseen ja harjoitukseen on hyödyllistä erityisesti lihaksen neuraalisen ohjauksen kannalta. On osoitettu, että aivoissa liikkeiden aikana aktivoituvat keskushermoston peilisolut aktivoituvat myös silloin, kun yksilö ajattelee kyseistä liikettä. Liikkeen ajattelu harjoittaa samoja anatomisia rakenteita ja fysiologisia oppimisprosesseja kuin varsinaisen harjoittelu. (Kauranen 2014, 385.)

Kahdeksas sääntö koskee elimistön adaptaatiota harjoitteluun. Elimistö ja hermo-lihasjärjestelmä adaptoituvat nopeasti harjoittelun aiheuttamaan stressiin, eikä samanlainen kuormitus aiheuta enää niin kovaa stressireaktiota kuin aikaisemmin. Tämän takia progressio on tärkeää harjoittelussa. (Kauranen 2014, 385.)

Yhdeksäs harjoittelusääntö koskee levon ja harjoittelun suhdetta. Lihasvoimaharjoitus aiheuttaa elimistön homeostaasin ja rakenteiden järkkymistä, jolloin suorituskyky harjoituksen jälkeen laskee. Harjoituksen aiheuttamien vaurioiden ja homeostaasin järkkymisen takia elimistö vaatii lepoa, jonka aikana vauriot korjataan proteiinisynteesin ja elimistön omien proteiinien avulla. Suorituskyky kasvaa siis vasta levossa, eikä harjoittelun aikana. Tämän takia lepo on kehittymisen kannalta ratkaisevaa. (Kauranen 2014, 386.)

Kymmenes harjoittelusääntö korostaa keskittymisen merkitystä lihasvoimaharjoittelussa. Optimaalisen harjoitteluvasteen saamiseksi harjoittelussa on oltava henkisesti läsnä ja keskittyttävä harjoitteisiin. (Kauranen 2014, 386.)

## Lihasvoimaharjoittelun vaikutukset hermojärjestelmään

Elimistössä tapahtuvat muutokset lihasvoimaharjoittelun seurauksena eivät kohdistu ainoastaan poikkijuovaiseen lihaskudokseen, vaan merkittävä osa lihasvoimassa tapahtuvasta lisääntymisestä johtuu muutoksista keskushermostotasolla ja lihaskudoksen hermotuksessa. Suurin osa muutoksista ovat kasvaneesta kuormituksesta ja rasituksesta johtuvia adaptaatiomuutoksia. (Kauranen 2014, 387.)

Lihasvoimaharjoittelun alkuvaiheessa tapahtuva voiman lisääntyminen johtuu enimmäkseen neuraalisesta adaptaatiosta (Powers & Howley 2015, 300). Voimaharjoittelun jatkuessa pidempään adaptaatiota tapahtuu myös lihaskudoksen puolella, ja voiman kasvun takana ovat muutokset harjoitettujen lihasten lihaskudoksessa. Esimerkiksi kahden viikon harjoittelujakson aikana voiman lisääntymisestä 80 % on neuraalisen kudoksen adaptaation seurausta ja vain 20 % lihaskudoksen muutoksia. Vastaavasti kahdeksan viikon harjoittelujakson jälkeen 95 % voiman lisääntymisestä johtuu lihaskudoksen adaptaatiosta ja vain 5 % neuraalisista muutoksista. (Kauranen 2014, 387.)

Keskeinen lihasvoimaan vaikuttava tekijä on aktiivisten ja toimivien motoristen yksiköiden määrä lihassupistuksen aikana. Motoristen yksiköiden aktivaatio riippuu keskushermoston kyvystä rekrytoida niitä lihassupistuksen aikana. Motoriset yksiköt aktivoituvat Hennemanin kokoperiaatteen mukaan. Ensimmäisenä aktivoituvat kooltaan pienet tyypin I motoriset yksiköt, koska näiden ärtvyyskynnys on matalin. Viimeisenä aktivoituvat tyypin IIx motoriset yksiköt. Koska voimantuotto on kiinni motorisen yksikön koosta, tyypin IIx motoriset yksiköt tuottavat suurimman voiman aktivoituessaan. Lihasvoimaharjoittelun seurauksena yksilö pystyy rekrytoimaan enemmän motorisia yksiköitä. (Fleck & Kraemer 2014, 98–99; Kauranen 2014, 387–388.)

Motoristen yksiköiden syttymistaajuus vaikuttaa myös lihasvoiman suuruuteen. Syttymistaajuuden nostamisella motorinen yksikkö voi lisätä voimantuottoa jopa kymmenkertaisesti. Lihasvoimaharjoittelun on todettu lisäävän syttymistaajuutta. Syttymistaajuus tarkoittaa alfa-motoneuronin aktiopotentialien

tiheyden lisääntymistä lihaskudoksessa. Tämä johtaa tilanteeseen, jossa hermoimpulsseja saapuu yhden motorisen yksikön jokaiselle lihassolulle tiheämmin, ja lihassoluja supistuu enemmän samanaikaisesti. Koska tetaaninen yhtäjaksoinen lihassupistus muodostuu motoristen yksiköiden syttymisien seurauksena ilmaantuneiden yksittäisten nykäysten summaatiosta, johtaa motoristen yksiköiden syttymistäajuuden nousu yhtäaikaisten nykäysten lisääntymiseen lihaskudoksessa ja hetkelliseen lihasvoiman nousuun. Mitä korkeampi yksittäisen motorisen yksikön syttymistäajuus on, sitä nopeammin se pystyy tuottamaan voimaa. Lihasvoimaharjoittelu parantaa myös motoristen yksiköiden syttymisten synkronisointia. Motoriset yksiköt toimivat yleensä eri aikaisesti, mutta harjoittelun seurauksena valtaosa yksiköistä voidaan aktivoida ja synkronisoida toimimaan samanaikaisesti voimaa vaativissa tilanteissa. (Kauranen 2014, 387–389.)

Lihaksen tuottama voima riippuu lihaksen aktiini- ja myosiinifilamenttien määrästä. Mitä enemmän myosiinin muodostamia poikkisiltoja syntyy, sitä suuremman voiman lihas pystyy tuottamaan. Tämän takia suurempi lihas tuottaa voimaa enemmän kuin pienempi lihas. Voimaharjoittelun seurauksena lihas voi kasvaa joko kasvattamalla lihassyiden poikkipinta-alaa (hypertrofia) tai muodostamalla uusia lihassyitä (hyperplasia). Hyperplasia on kiistanalainen voimaharjoittelussa ihmisillä, ja siitä on ristiriitaista tutkimustietoa tällä hetkellä. Hypertrofiaa tapahtuu pitkäkestoisen voimaharjoittelun seurauksena. On kuitenkin osoitettu, että korkean intensiteetin voimaharjoittelulla on saatu aikaikaiseksi hypertrofiaa jo kolmen viikon harjoitusjaksolla. Voimaharjoittelu lisää sekä tyypin I että tyypin II lihassolujen poikkipinta-alaa, mutta vaikutus suurempi tyypin II lihassoluissa. Tämä on fysiologisesti merkittävää tyypin II lihassolujen suuremman voimantuottokyvyn takia. (Powers & Howley 2015, 301.)

#### **4 PLYOMETRIA**

Plyometrinen harjoittelu oli alun perin Yuri Verkoshanskyn 1960-luvulla kehittämä venäläisille urheilijoille suunnattu shokkimainen harjoitusmenetelmä. Hän ajatteli, että urheilijat vaativat tavallisesta poikkeavaa ja erilaista ärsykettä harjoittelussaan saavuttaakseen korkeamman lihasten suorituskyvyn. Termi

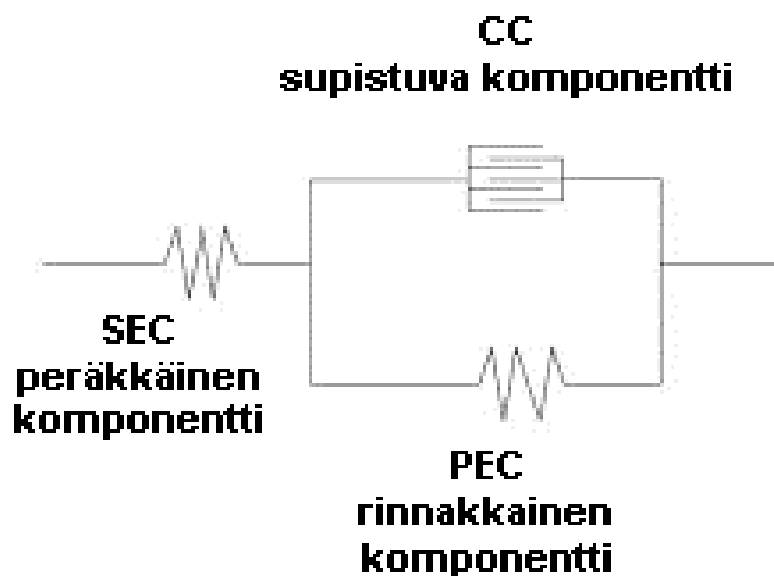
plyometria otettiin käyttöön vuonna 1975 amerikkalaisen yleisurheiluvalmentaja Fred Wiltin toimesta. (Chu & Meyer 2013, 13.) Plyometrinen harjoittelu on suosittu harjoitusmuoto, jota käytetään parantamaan urheilullista suorituskykyä. Sillä tarkoitetaan iskuttavaa, yleensä kehonpainolla suoritettavaa nopeusvoimaharjoittelua, johon sisältyy erilaisia hyppyjä. Siihen kuuluu lihas-jänneyksikön venytys, jota seuraa välittömästi sen lyhentyminen sekä esivenytyksessä lihaksiin varastoituneen elastisen energian vapautuminen. Nämä ilmiöt ovat oleellisia plyometrisessä harjoittelussa ja parantavat jänne-lihasyksikön kykyä tuottaa maksimaalista voimaa mahdollisimman lyhyessä ajassa. (Chu & Meyer 2013, 13; Kauranen 2014, 447.)

### **Plyometrian fysiologia**

Plyometrinen liike voidaan jakaa kolmeen osaan: eksentriseen vaiheeseen, siirtovaiheeseen ja konsentriseen vaiheeseen (Kauranen 2014, 447). Eksentrisessä vaiheessa lihas-jänneyksiköt venyvät kineettisen energian tai niveleen kohdistuvan kuormituksen seurauksena. Kineettinen energia voi olla peräisin erilaisista lähteistä, kuten hypystä laskeutumisesta, ulkoisesta lähteestä tai antagonistilihasten konsentrisesta lihastyöstä. Eksentrisen vaihe saa aikaan venymis-lyhenemissykluksen alkamisen. Tämä vaihe alkaa, kun lihas-jänneyksiköt aloittavat negatiivisen työskentelyn ja päättyy, kun massakeskipiste saavuttaa alimman asemansa tai sen nopeus laskee nolnaan. (Chmielewski ym. 2006, 309.)

Lihaksen venytys eksentrisen vaiheen aikana saa aikaan kolme venymis-lyhenemissyklukseen liittyvää mekanismia. Ensimmäinen näistä on lihaksen jänneheijaste. Lihaksen venytys kuormitusvaiheessa stimuloi lihasspindelä, jonka aistima sensorinen informaatio lihaksen pituudesta johdetaan monosynaptisen refleksikaaren kautta samaan lihakseen. Tämä johtaa lyhyen viiveen lihasaktiivisuuteen. Alaraajojen lihaksissa jänneheijasteen nopeus, sähkömekaaninen viive huomioon ottaen, on noin 50–55 millisekuntia. Latausvaiheen ilmoitettu kesto erilaisissa plyometrisissä harjoitteissa on yli 100 millisekuntia ja siksi on todennäköistä, että jänneheijaste voi lisätä lihaksen aktiivisuutta kyseisen harjoitteen aikana. (Chmielewski ym. 2006, 310.)

Toinen venymis-lyhenemissyklukseen liittyvä mekanismi on kimmoisan potentiaalienergian varastoiminen elastisessa komponentissa. Elastinen energia varastoituu lihaksen peräkkäiseen komponenttiin (SEC) eli jänteeeseen sekä rinnakkaiseen komponenttiin (PEC) eli lihaskalvoon. Nämä lihaksen mekaaniset vasteet on esitetty kuvassa 5. Vaikka elastisen komponentin kaikki osat (aktiini- ja myosiinifilamentit sekä jänne) venyvät niveltä kuormitettaessa, on jänneen todettu olevan pääasiallinen tekijä lihas-jänneyksikön pituuden muutoksissa ja elastisen energian varastoimisessa. Jännteessä sijaitseva Golgin jänne-elin aistii jännteessä tapahtuvaa venymistä ja sensorinen hermoimpulssi kulkee selkäytimen välittävän hermosolun kautta takaisin supistuvaan lihakseen. Golgin jänne-elimen on todettu reagoivan submaksimaalisiin voimiin ja sen on havaittu käynnistävän herättäviä refleksejä liikkumisen aikana. Venytystä seuraavassa lihaksen supistusvaiheessa elastinen energia purkautuu elastisista komponenteista vaikuttamalla lisäävästi voimantuottoon. Kolmas eksentrisen vaiheen mekanismi on PAP eli post-aktivaatiopotentiaali, joka on esitelty tarkemmin luvussa viisi. (Chmielewski ym. 2006, 310.)



Kuva 5. Hillin elastinen malli (Archibald Vivian Hill mukailtu)

Toinen vaihe eli siirtovaihe on isometrisen lihastyön ajanjakso, jonka alun ja lopun määrittelemiseen käytetään liikkeen muuttujia. Suurimmalta osin lihaksen pituus ei muutu silloin, kun massan keskipiste on vaihtamassa suuntaa. Siirtovaihe on plyometrisen harjoitteen ratkaiseva vaihe, joka lopulta määrittää

venymis-lyhenemissykluksesta saavutetut vaikutukset. Mikäli siirtymä eksentrisestä vaiheesta konsentriseen on liian hidaskä, purkautuu talteen kerätty energia lämpönä. (Chmielewski ym. 2006, 310-312; Chu & Meyer 2013, 20.)

Liikkeen kolmas vaihe eli konsentrinen vaihe tapahtuu välittömästi siirtovaiheen jälkeen ja siihen liittyy jänne-lihasliitoksen supistuminen. Tämän vaiheen alku on määritelty siitä hetkestä, jolloin lihas alkaa supistua ja päättyy, kun kontakti alustasta irtoaa. Tämä voidaan käsittää palkintovaiheena, jolloin eksentrisessä vaiheessa värähtävät mekanismit edistävät voimantuoton tehokkuutta. Voimantuoton lisäystä ei kuitenkaan voida isoloida johonkin tiettyyn mekanismiin, vaan se muodostuu kaikkien edellä mainittujen asioiden summasta. (Chmielewski ym. 2006, 312.)

### **Plyometrisen harjoittelun vaikutukset**

Plyometrisen harjoittelun on osoitettu vaikuttavan positiivisesti luu-, jänne- ja lihasrakenteisiin, neuromuskulaariseen järjestelmään sekä urheilulliseen suorituskykyyn (Markovic & Mikulic 2010, 860). Wolffin lain mukaan luukudos adaptoituu kokemaansa rasitukseen ja eri suuntaisiin voimiin. Se mukauttaa massansa ja rakenteensa vastaamaan siihen kohdistettuja vaatimuksia. (Kauranen 2014, 57–58.) Vaikuttavimpana kuormitustyypinä pidetään muodonmuutoksen tapahtumisnopeutta, sillä muuttuva dynaaminen kuormitus aiheuttaa luukudoksessa suurempia voimia kuin staattinen kuormitus. Plyometrisen harjoittelun on osoitettu lisäävän luiden massaa 5–24 kuukauden mittaisilla harjoitusjaksoilla. Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että plyometrinen harjoittelu saa aikaan positiivisia muutoksia jänne-lihasyksikön elastisissa komponenteissa. Tuloksia on kuitenkin vaikea tulkita, sillä eri lihaksien vaste plyometriseen harjoitteluun saattaa olla toisistaan poikkeava. Neuraalinen kontrolli on tärkeä osa venymis-lyhenemissyklusta. Erityistä huomiota tulee kiinnittää eksentrisen vaiheen loppuun ja konsentrisen vaiheen alkuun. Tutkimusten mukaan plyometrinen harjoittelu lisää lihakseen kulkevaa motorista ja sensorista impulssivirtaa. Plyometrinen harjoittelu vaikuttaa myös koko lihaksen ja yksittäisten lihassolujen kontraktionopeuteen sitä lyhentävästi. Useiden tutkimusten mukaan plyometrinen harjoittelu yksinään tai sen yhdistäminen voimaharjoitteluun voi saada aikaan lihassolujen poikkipinta-alan kasvua sekä

polven koukistajalihaksissa että nilkan ojentajalihaksissa. Tulosten mukaan kasvu on kuitenkin merkittävämpää polven ojentajalihaksissa. Plyometrinen harjoittelu vaikuttaa positiivisesti sekä tyyppin I että tyyppin II lihassoluihin. (Markovic & Mikulic 2010, 861-875.)

### **Plyometrisen harjoittelun perusteet**

Plyometrisen harjoitteluohjelman suunnittelu isolle massalle voi olla haastava tehtävä. Sen räjähtävän ja teknisen luonteen vuoksi vaaditaan asteittaista etenemistä, jonka avulla voidaan maksimoida tehokkuus ja turvallisuus. Suunnittelussa on syytä kiinnittää huomiota harjoitusten asianmukaiseen valmisteluun ja riittävään palautumiseen. Suoritettavia liikkeitä, toistomääriä ja pintaa, jolla harjoittelu tapahtuu, on syytä harkita ennen plyometrisen harjoitusohjelman aloitusta. Plyometrisen harjoitusohjelman aloittamisvaatimukseksi on esitetty mm. tiettyä alaraajojen voimatasoa. Teorian logiikka on, että plyometrisessä toiminnassa koettujen voimien turvalliseen käsittelemiseen vaaditaan lihaksilta ja jänteiltä riittävä vahvuus. Vaikka voi olla tarkoituksenmukaista asettaa edellytykseksi jokin tietty numero, on myös muita tapoja valmistautua plyometrisen harjoitteluun. Monia lasten suorittamia toimintoja sekä säännöllisiä leikkirutiineja kuten juoksemista ja hyppimistä voidaan pitää varhaisena johdantona plyometrisiin aktiviteetteihin. Lisäksi monissa urheilulajeissa kuten lentopallossa ja koripallossa suoritettavat liikkeet ovat lähtökohtaisesti plyometrisiä. Aloittelijoille suunnatussa harjoitusohjelmassa on suosittava harjoitteita, jotka rajoittavat kovaa eksentristä kuormitusta. Harjoittelussa voidaan käyttää alkuvaiheessa pehmeämpää pintaa impaktin voimakkuuden vähentämiseksi. Harjoitteluohjelman edetessä ja lihasvoiman kasvaessa voidaan harjoittelu vaihtaa kovemmalle pinnalle sekä sisällyttää harjoitteluun dynaamisempia liikkeitä. Asianmukainen progressio lähtötasosta riippuen parantaa suorituskykyä ja maksimoi turvallisuuden. Oikeanlaisten harjoitteiden käytöllä varmistetaan riittävä stimulaatio positiiviselle adaptaatiolle aiheuttamatta liiallista stressiä niveliissä. Suositeltu määrä hyppyjä yhdellä harjoituskerralla vaihtelee intensiteetin ja etenemistavoitteiden mukaan. (Hansen & Kennelly 2017, 9–10.) Urheilijoille suositellut jalkakontaktien määrät ovat esitetty taulukossa 2.



Taulukko 2. Jalkakontaktien määrä per harjoitus (Chu &amp; Meyer 2013, 103 mukailtu)

TASO				
	Aloittelija	Keskitaso	Edistynyt	Intensiteetti
Off-season	60–100	100–150	150–250	Kevyt–kohtuullinen
Preseason	100–250	150–300	150–450	Kohtuullinen–korkea
Kauden aikana		Lajista riippuen		Kohtuullinen

Korkean intensiteetin plyometrisen harjoituksen sarjojen välillä tulisi käyttää 1:5 tai 1:10 työ-lepo-suhdetta. 10 sekuntia kestävän sarjan jälkeen lepoaika voisi olla siis 50 tai 100 sekuntia (Chu & Meyer 2013, 76). Ramírez-Campillo ym. (2015a, 1891) mukaan 12–18 jalkakontaktin viikoittainen progressio on riittävän suuri hyvän kehityksen kannalta. On kuitenkin otettava huomioon, että kyseinen tutkimus suoritettiin nuorilla urheilijoilla.

## 5 POST-AKTIVAATIOPOTENTIALI

Luustolihasen vasteeseen tahdonalaiseen tai sähköisellä stimulaatiolla aikaansatuun ärsykkeeseen vaikuttaa sen aikaisempi supistumishistoria. Neuromuskulaarinen väsymys, joka voidaan määritellä lihasvoiman vähentymiseksi, on aikaisemman supistumisen ilmeisin vaikutus. Lihäsväsymyksen lisäksi on osoitettu, että luurankolihasen aikaisempi supistuminen voi fasiloida seuraavaa lihassupistusta. Tätä ilmiötä kutsutaan post-aktivaatiopotentiaaliksi (PAP). Vaikka väsymyksellä ja potentiaalilla on vastakkaisia vaikutuksia voimantuottoon, voivat nämä kaksi mekanismia esiintyä samanaikaisesti. Supistuvaa toimintaa seuraava voimantuotto edustaa väsyttävien ja fasiloitavien prosessien balanssia. Näiden fysiologisten mekanismien tunnistaminen edistää niiden strategioiden kehittämistä, jotka ovat tehokkaita PAPin tuottamisessa. (Hodgson ym. 2005, 586.)

Kaksi käytetyintä mittaria neuromuskulaarisen aktiivisuuden mittaamiseen aikaisemman supistuksen jälkeen ovat lihaksen nykäysvoima ja H-refleksin amplitudi. Lihaksen nykäys on ärsyke, jossa kaikki motoriset yksiköt aktivoituvat samanaikaisesti. H-refleksi on lihasvenytysheijasteen kaltainen meka-

nismi, joka aktivoituu normaalisti tahdonalaisen lihassupistuksen aikana ja aktivoi refleksivasteen selkäytimessä. Selkäytimestä signaali palaa takaisin lihakseen edistäen sen voimantuottoa. Fysiologisten mekanismien lisäksi PAPin on tutkittu vaikuttavan myös dynaamisiin liikkeisiin. Mekaanista tehoa on mitattu suorittamalla maksimaalinen tai lähes maksimaalinen esikuormittava harjoite, jonka jälkeen esimerkiksi vertikaalinen hyppytesti tai muu räjähtävä liike. (Hodgson ym. 2005, 586.)

Lihaksen nykäysvoiman kasvu saadaan aikaan joko jatkuvalla maksimaalisella tahdonalaisella lihassupistuksella tai lihaksen tetaanisella supistuksella. Maksimaalisen nykäysvoiman lisäksi aiempi lihassupistus vaikuttaa myös nykäyksen nopeuteen. Tämä vaikutus tunnetaan nimellä nykäyspotentiaatio (twitch potentiation) ja se on vakiintunut sekä toistettava ilmiö, vaikka sen toiminnallinen merkitys ihmisen motoriseen suorituskäyttöön on vähemmän selvä. Yhdeksi nykäyspotentiaatioon vaikuttavista mekanismeista on esitetty myosiinifilamenttien fosforisoitumista, joka teoreettisesti saa aikaan filamenttien sensitaation sarkoplasmisesta kalvostosta vapautuvaa kalsiumia kohtaan. Tämä herkkyys vaikuttaa positiivisesti filamenttien poikkisiltojen aktivaatioon. Nykäyspotentiaation määrään vaikuttaa aikaisemman tahdonalaisen supistuksen intensiteetti ja pituus sekä kohdelihasten lihassolutyyppi. Suurimmat potentiaatiot on saavutettu noin 10 sekuntia kestäväällä maksimaalisella supistuksella. (Hodgson ym. 2005, 586-587.)

H-refleksin amplitudissa on havaittu kaksi päätekijää: post-aktivaationalinen lasku (post-activation depression) ja refleksipotentiaali (reflex potentiation). Amplitudin laskun ajatellaan johtuvan aikaisemmin aktivoitujen hermosyiden vähentyneestä signaalivirrasta. Se aiheutuu välittömästi lihaksen rentoutuessa ja kestää 10–60 sekuntia. Refleksipotentiaali, joka johtuu lihaksen afferenttien hermosyiden tiheäfrekvenssisestä stimulaatiosta, tunnetaan tavallisemmin nimellä post-tetaaninen potentiaatio (post-tetanic potentiation). Se kehittyy muutama sekunti tetaanisen supistuksen jälkeen ja voi kestää aktiivisena 1–16 minuuttia henkilöstä ja supistuksen tyypistä riippuen. Sen saavuttamiseen vaaditaan yli 100 Hz:n frekvenssi. Refleksipotentiaalin on osoitettu vaikuttavan positiivisesti presynaptiseen kalsiumin tuottoon, joka voisi lisätä presynaptiselta kalvolta vapautuvaa signaalimäärää. (Hodgson ym. 2005, 588.)

## Post-aktivaatiopotentialiin vaikuttavat tekijät

Seitzin ym. (2015, 234) julkaisema katsaus esittää, että PAPiin vaikuttaa viisi tekijää. Näyttäisi siltä, että voimaharjoitelleet henkilöt saavat aikaan suuremman PAPin lihaksissaan. Tämän epäillään johtuvan siitä, että heillä on käytössään prosentuaalisesti enemmän tyypin II lihassoluja, mikä edesauttaa myosiinifilamenttien fosforoitumista. Voimaharjoitelleet henkilöt ovat myös vastustuskykyisempiä suurilla kuormilla suoritettavasta aktiviteetista johtuvalle lihasten väsymiselle.

PAPin aktivoimiseksi käytettävän aktiviteetin intensiteetillä vaikuttaisi olevan tärkeä merkitys PAPin suuruuden kannalta. Korkealla intensiteetillä suoritettu dynaaminen lihassupistus aikaansaa huomattavasti suuremman PAPin lihaksissa verrattuna kohtuulliseen intensiteettiin tai isometriseen lihastyöhön. Näyttäisi siltä, että noin 90 %:n 1RM kuorma saisi aikaan suurimman PAPin. Merkityksellistä on, että aktiviteetin korkea intensiteetti saa aikaan suuremman PAPin myös harjoittelemattomissa henkilöissä. Tämä ilmiö voidaan osittain selittää sillä, että korkean intensiteetin harjoite rekrytoi enemmän tyypin II lihassoluja. Maksimaalinen 1RM suoritus näyttäisi olevan PAPin kannalta suotuisa voimakkaammille henkilöille. (Seitz ym. 2015, 234-235.)

Alaraajojen PAP:a tutkittaessa kyykyn syvyydellä näyttäisi olevan yhteys potentiaalisen suuruuteen. Vaikka tutkimustieto on hieman ristiriitaista, katsauksen tulosten perusteella kyykky pienemmällä polvinivelen kulmalla saa aikaan huomattavasti voimakkaamman PAPin erityisesti harjoittelemattomissa henkilöissä. Tämän ajatellaan johtuvan siitä, että syvemmissä kyykyssä lihakset altistuvat pidemmän aikaa tensiolle, joka aiheuttaa enemmän väsymistä. (Seitz ym. 2015, 234–235.)

Nykyisten tutkimustulosten mukaan pidempi palautumisaika on otollisempi PAPin määrälle. Positiivisia tuloksia on saatu 3–10 minuutin palautusajoilla. Myös lyhyempää palautusaikaa tutkittaessa todettiin PAPin esiintyminen, mutta vähemmässä määrin. Potentiaalisen ja uupumuksen esiintyessä lihaksessa samanaikaisesti, voidaan olettaa, että uupumus on dominoivassa asemassa lyhyillä palautusajoilla. (Seitz ym. 2015, 235.)

Suoritettavien sarjojen määrällä näyttäisi olevan vaikutus potentiaalin suuruuteen. Tutkimustulosten valossa useampi aktivoiva sarja voisi saada aikaan korkeamman potentiaalin lihaksissa. Eroja huomattiin voimaharjoitteluiden ja harjoittelemattomien henkilöiden välillä, joista harjoittelemattomat saivat aikaan korkeamman potentiaalin useammalla aktivoivalla sarjalla. Voimaharjoittelussa henkilöissä sarjojen määrän vaikutus potentiaaliin ei ollut merkittävä. Teoreettisesti ajateltuna useampi sarja aiheuttaa enemmän väsymystä lihaksissa, mikä voisi vaikuttaa negatiivisesti potentiaalin määrään. (Seitz ym. 2015, 235.)

### **Post-aktivaatiopotentiaali harjoittelussa**

Menetelmää, jolla PAP:a voidaan hyödyntää harjoittelussa, kutsutaan kontrastiharjoitteluksi (complex training, contrast training). Harjoitteluun pyritään sisällyttämään PAPin fysiologiset mekanismit, joiden tarkoitus on saada aikaan pitkäaikaisia neuromuskulaarisia adaptaatioita; esimerkiksi voimantuoton kasvua erilaisissa hyppysuorituksissa. (Lorenz 2011, 236; Hodgson ym. 2005, 590.)

Tässä harjoitustavassa yhdistetään biomekaanisesti samanlainen, yleensä suurella painolla suoritettava hidastempoinen voimaharjoite johonkin pienellä kuormalla suoritettavaan korkeatempoiseen plyometriseen harjoitteeseen. Raskaan voimaharjoituksen aiheuttaa PAPin työskentelevissä lihaksissa, täten lisäten suorituskykyä plyometrisessä harjoitteessa. Esimerkki tyypillisestä liikeparista on takakyykky ja kevennyshyppy. Kyykkyä suoritetaan raskaalla painolla viisi toistoa, jonka jälkeen tehdään neljästä kuuteen maksimaalista kevennyshyppyä. Liikkeiden välissä pidetään 1–10 minuutin tauko. Yhdessä harjoituksessa voidaan suorittaa useampi liikepariharjoite. (Lorenz 2011, 236; Hodgson ym. 2005, 590.)

## **6 VERTIKAALINEN PONNISTUSVOIMA JA HYPPYTESTIT**

Markovic ym. (2004, 554) tutkivat erilaisten hyppytestien luotettavuutta. He totesivat staattisen hypyn ja kevennyshypyn olevan valideimmat sekä luotetta-

vimmat testit mitattaessa alaraajojen räjähtävää voimantuottoa. Mittausvälineistä kultaiseksi standardiksi on muodostunut voimalevy, jolla mitataan levyyn kohdistuvia voimia hyppyliikkeen aikana (Attia ym. 2017, 63).

Vertikaalihyppy testaa alaraajojen ojentajalihasten voimantuottoa eli kykyä tuottaa maksimaalista ylöspäin suuntautuvaa voimaa. Jos hyppy suoritetaan ilman käsikosketusta, tarvitaan lentoajan mittaamiseksi jokin mittalaite, kuten esimerkiksi kontaktimatto. Hyppytulokseen vaikuttavat mahdollinen esikevennys, polvien kulma ja käsien liike. Tärkeät kontrolloitavat muuttujat ovat kyykistymisen syvyys ja kesto sekä alastuloasento. Mikäli suorituksessa sallitaan käsien heilutus tai vauhdinotto, on hyppytaito tärkeä osa suoritusta. Taidon merkitys voidaan eliminoida pitämällä kädet vyötäröllä suorituksen ajan. (Kyröläinen 2004, 151, 153.)

Alaraajojen maksimaalista voimantuottoa testattaessa on huomioitava palautumisajat, jotta vältetään neuraalista väsymistä. Tyypillisesti lyhytkestoisessa voimakkaassa lihastyössä käytetään välittömiä energianlähteitä, jotka palautuvat lähes täydellisesti lähtötasolleen (noin 85 %) noin kahdessa minuutissa ja täydellinen palautuminen saavutetaan yleensä 10–15 minuutissa. (Häkkinen 2004, 130; Kauranen 2014, 215.) Käytetyimmät hyppytestit ovat staattinen hyppy (SJ), kevennyshyppy (CMJ) ja pudotushyppy (DJ). Vertikaalihyppytestit ovat hyvin toistettavia testejä, johtuen niiden yksinkertaisuudesta. Kahden peräkkäisen testin korrelaatio on noin 0,95 ja variaatiokerroin 4–5 %. (Kyröläinen 2004, 153.)

### **Staattinen hyppy (SJ)**

Staattisen hypyn nousukorkeus ja lentoaika kuvaavat yksilön konsentrista voimantuottoa, sillä siinä eliminoidaan hyppyä edeltävän eksentrisen vaiheen esi-venytys. Testin lähtöasennossa polven nivelkulma on 90 astetta, selkä on suorana ja kädet ovat lanteilla. Asentoon laskeudutaan rauhallisesti ja siinä pysytään noin 2–3 sekuntia elastisen vaikutuksen eliminoimiseksi. Ponnistus suunnataan suoraan ylöspäin ilman käsien heilautusta tai esikevennystä. Alastulossa on huomioitava, että testattava tulee alas päkiöille ja polvet ovat

mahdollisimman suorina niin, että ne eivät ole lukittuna. Kolmesta hypystä paras kirjataan ylös. (Kyröläinen 2004, 151–153.)

### **Kevennyshyppy (CMJ)**

Kevennyshypyn alkuasennossa testattava seisoo suorassa kädet lanteilla. Tästä asennosta kyykistytään nopeasti niin, että polviniveliin tulee 90 asteen kulma. Nopea kyykistymisliike aktivoi lihaksen elastisen komponentin. Kyykkyasennosta ponnistetaan välittömästi suoraan ylöspäin niin, että kädet pysyvät koko ajan lanteilla. Alastulo on samanlainen kuin staattisessa hypyssä. Kolmesta hypystä paras kirjataan ylös. (Kyröläinen 2004, 151–153.)

## **7 SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS**

### **7.1 Tutkimuskysymykset**

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia voimaharjoittelun, plyometrisen harjoittelun ja kompleksisen harjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan. Lisäksi saatuja tuloksia verrattiin keskenään, jotta voitaisiin määritellä mahdollisesti paras harjoitusmenetelmä vertikaalisen ponnistusvoiman kannalta.

Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymykset olivat:

1. Millainen vaikutus voimaharjoittelulla on vertikaaliseen ponnistusvoimaan?
2. Millainen vaikutus plyometrisellä harjoittelulla on vertikaaliseen ponnistusvoimaan?
3. Millainen vaikutus kontrastiharjoittelulla on vertikaaliseen ponnistusvoimaan?

### **7.2 Hakuprosessi**

Kun tutkimuskysymykset on asetettu, pohditaan ja valitaan katsauksessa käytettävät menetelmät. Menetelmät käsittävät esimerkiksi hakutermien sekä käytettävien tietokantojen valinnan. (Johansson ym. 2007, 6.) Työn hakutermit määritettiin teoreettisen viitekehyksen pohjalta ja jokaisen tutkimuskysymyksen osalta suoritettiin erillinen haku omilla hakusanoilla. Harjoitusmenetelmien osalta hakusanat pyrittiin muodostamaan mahdollisimman monipuolisesti, sillä

niistä käytettävä termistö on hyvin monimuotoinen. Ponnistusvoiman osalta hakutermit pidettiin muuttumattomina ja tarkkaan rajattuina.

Koehaut suoritettiin keväällä 2020 Cochraneen, ScienceDirectiin, PubMediin, Cinahliin ja PEDroon. Hakusanoja muokattiin koehakujen perusteella, jotta ne vastaisivat mahdollisimman hyvin tutkimuksen aihealuetta, ja tuottaisivat hauissa hyviä tuloksia. PEDro-tietokanta jätettiin pois varsinaisista hauista, koska siinä hakua ei pystytty toteuttamaan samoin tavoin. Muissa tietokannoissa käytetyt lopulliset hakusanat ovat esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Hakutermit

Hakutermit	
Harjoitusmuoto (plyometria)	"plyometric exercise" OR "plyometric training" OR "plyometrics"
AND	
Vertikaalinen ponnistusvoima	"vertical jump" OR "jump performance"
Hakutermit	
Harjoitusmuoto (voimaharjoittelu)	"strength training" OR "strength exercise" OR "weight training" OR "weight exercise" OR "re- sistance training" OR "resistance exercise"
AND	
Vertikaalinen ponnistusvoima	"vertical jump" OR "jump performance"
Hakutermit	
Harjoitusmuoto (kontrastiharjoittelu)	"complex training" OR "contrast training" OR "combined weight training and plyometrics" OR "combined strength training and plyometrics" OR "combined resistance training and plyometrics"
AND	
Vertikaalinen ponnistusvoima	"vertical jump" OR "jump performance"

Hakujen jälkeen määritetään mahdollisimman tarkat sisäänotto- ja poissulkukriteerit. Tässä katsauksessa sisäänottokriteerit keskittyivät pääosin tutkimusten kohdejoukkoon ja käytettyihin interventioihin. Kriteerien tarkoitus on rajata tuloksia ja edistää tarkoituksenmukaisuutta. (Johansson 2007, 6.)

Tässä katsauksessa käytetyt sisäänottokriteerit olivat:

1. Tutkimus on tehty ihmisillä.
2. Tutkimus on julkaistu englannin tai suomen kielellä.
3. Tutkimus on julkaistu vuosina 2015–2020.
4. Tutkimuksen on oltava alkuperäistutkimus.
5. Voimaharjoitteluintervention tulee sisältää joko kyykky tai jalkaprässi.
6. Plyometrisen intervention tulee sisältää pääosin vertikaalisia harjoitteita.
7. Kontrastiharjoitteluinterventiossa harjoitteet tulee suorittaa vuorotellen.
8. Mitattavana liikkeenä on käytetty staattista hyppyä tai kevennyshyppyä.

Tässä katsauksessa käytetyt poissulkukriteerit olivat:

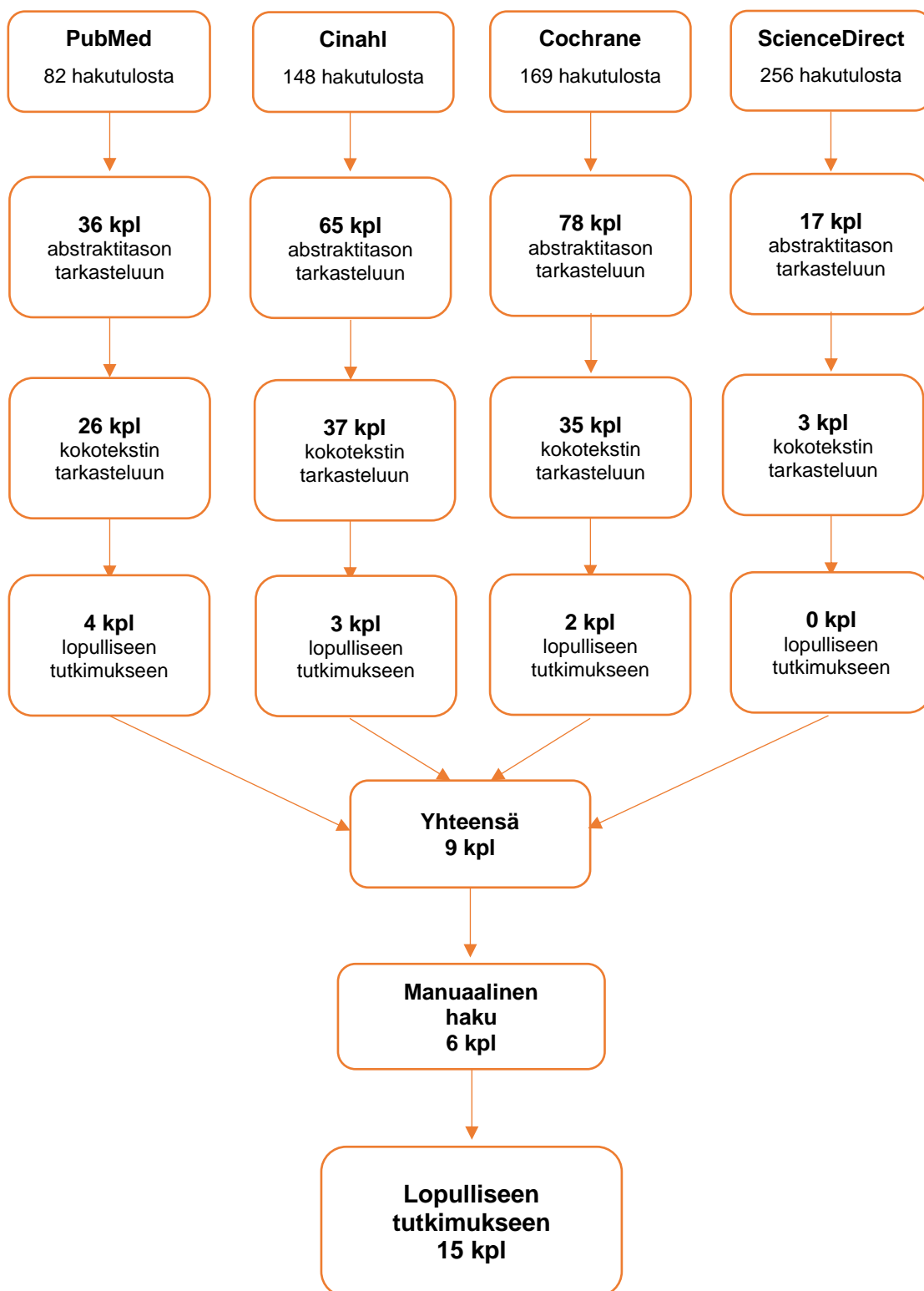
1. Tutkimuksessa on käytetty lisäravinteita tai hormoneita.
2. Tutkimus on tehty alle 18-vuotiailla.
3. Tutkimus on tehty yli 60-vuotiailla.
4. Tutkimus on opinnäytetyö.
5. Tutkimus esiintyy hakutuloksissa useaan kertaan (kaksoiskappaleiden poisto).
6. Tulokset on esitetty niin, että niitä ei voida hyödyntää.

Koska kontrastiharjoittelu on terminä hieman epäselvä, jouduttiin sisäänottokriteeri numero kuusi (6) asetella siihen muotoon, että katsaukseen sisällytettäisiin vain oleellisia tutkimuksia. Kontrastiharjoittelusta käytetään useampaa termiä (contrast training, complex training) ja niiden määrittely on erilainen tutkijasta tai lähteestä riippuen. Sekaannusta aiheuttaa harjoitusmenetelmät, jotka muistuttavat osittain kontrastiharjoittelua, mutta eivät sisällä liikepareja. Tässä katsauksessa kontrastiharjoittelulla tarkoitetaan harjoitusmenetelmää, jossa yhteen harjoitukseen on sisällytetty sekä voimaharjoitteluliikkeitä että plyometrisiä harjoitteita. Harjoitteiden tulee olla suoritettu niin, että ensin tehdään voimaharjoite, jonka jälkeen tehdään lähes välittömästi plyometrisen harjoite. Harjoituksessa käytetään yhtä tai useaa liikeparia, joiden välillä vuorotellaan. Tällä tavoin saadaan hyödynnettyä mahdollista harjoituksen aikaista PAP:a mahdollisimman tehokkaasti.



Viralliset haut suoritettiin edellä mainittuihin tietokantoihin maaliskuussa 2020. Käytetyt termit oli löydyttävä TITLE/ABSTRACT-osiosta ja aikarajauksena käytettiin viimeisintä viittä vuotta (2015–2020). Kunkin haun tulokset käytiin otsikkotasolla läpi kahden tutkijan toimesta. Mikäli tutkimus vaikutti otsikkotasolla vastaavan yhteen tai useampaan tutkimuskysymykseen, siirrettiin se abstraktitason tarkasteluun. Jos tutkimus vielä abstraktin perusteella vaikutti vastaavaan johonkin tutkimuskysymyksistä, siirrettiin se koko tekstin tarkasteluun. Hakuprosessi on kuvattu taulukossa 4. Eri tietokannoista saadut samat tulokset eli kaksoiskappaleet poistettiin ennen koko tekstin tarkastelua. Koko tekstiä luettaessa otettiin huomioon asetetut sisäänotto- ja poissulkukriteerit sekä tekstin vastaavuus tutkimuskysymyksiin. Jotta tiedonhausta saataisiin mahdollisimman kattava, olisi sen hyvä sisältää myös manuaalista hakua (Johansson 2007, 6). Hauissa löytyneiden kirjallisuuskatsausten ja meta-analyyseiden lähdeluetteluihin suoritettiin manuaalinen haku. Manuaalisessa haussa löytyi kuusi kriteerit täyttävää tutkimusta, jotka sisällytettiin mukaan katsaukseen.

Taulukko 4. Hakukaavio



### 7.3 Aineiston sisällönanalyysi

Teorialähtöinen eli deduktiivinen sisällönanalyysi perustuu aikaisempaan käsitejärjestelmään. Tämä järjestelmä voi olla esimerkiksi jokin malli tai teoria. (Tuomi & Sarajärvi 2013, 113.) Koska tutkittavat harjoittelumenetelmät pohjautuvat jo tiedossa oleviin teorioihin, on tämän opinnäytetyön sisällönanalyysi tehty deduktiivisesti. Analyysin ensimmäinen vaihe on muodostaa analyysirunko. Sen sisälle on tarkoitus poimia aineiston oleelliset asiat. Tällä tavalla aineistoa voidaan verrata aikaisempaan käsitejärjestelmään. (Tuomi & Sarajärvi 2013, 113.) Tämän työn kussakin analyysirungossa yläluokkana käytettiin yhtä tutkimuskysymyksistä, joiden perusteella aineistosta poimittiin keskeiset menetelmät sekä tulokset. Analyysirungot on esitetty taulukoissa 5, 6 ja 7. Tutkimustaulukko löytyy liitteet-osiosta.

Taulukko 5. Voimaharjoittelun analyysirunko

<b>Millainen vaikutus voimaharjoittelulla on vertikaaliseen ponnistusvoimaan?</b>	
<b>Tutkimus</b>	<b>Keskeiset tulokset</b>
Cholewa, J.M., Rossi, F.E., Macdonald, C., Hewins, A., Gallo, S., Micenski, A., Norton, L., Campbell, B.I. 2017. The effects of moderate- versus high-load resistance training on muscle growth, body composition and performance in collegiate women.	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm): Raskas kuorma 41,6 ± 6,4 ja 43,8 ± 7,8 (5,3 %:n muutos)</p> <p>Kohtalainen kuorma 39,5 ± 6,4 ja 43,1 ± 8 (9,1 %:n muutos)</p> <p>Ryhmiä välillä ei tilastollisesti merkittävää eroa.</p>
Griffiths, B., Grant, J., Langdown, L., Gentil, P., Fisher, J., Steele, J. 2019. The effect of in-season traditional and explosive resistance training programs on strength, jump height, and speed in recreational soccer players.	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm): Perinteinen 38,9 ± 2,5 ja 39,6 ± 2,5 (1,8 %:n muutos)</p> <p>Räjätävä 38,8 ± 3 ja 40 ± 3 (3,1 %:n muutos)</p> <p>Tilastollisesti merkittävä ero "räjähtävän"-ryhmän eduksi. Molempien harjoitustapojen tulokset olivat kuitenkin vähäisiä.</p>
Manolopoulos, K., Gissis, I., Galazoulas, C., Manolopoulos, E., Patikas, D., Gollhofer, A., Kotzamanidis, C. 2015. Effect of combined sensorimotor- resistance training on strength, balance and jumping performance of soccer players.	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm): Voimaharjoittelu 28,4 ± 3,8 ja 31,1 ± 2,5 (9,5 %:n muutos)</p> <p>Voima- ja tasapainoharjoittelu 28,1 ± 5,8 ja 31,9 ± 4,6 (13,5 %:n muutos)</p> <p>Molempien ryhmien tulokset paranivat tilastollisesti merkittävästi. Ryhmien välillä ei tilastollisesti merkittävää eroa.</p>

Millainen vaikutus voimaharjoittelulla on vertikaaliseen ponnistusvoimaan?	
Tutkimus	Keskeiset tulokset
Radaelli, R., Fleck, S.J., Leite, T., Leite, R.D., Pinto, R.S., Fernandes, L., Simão, R. 2015. Dose-response of 1,3 and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy.	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm):</p> <p>1-sarjaa 48,4 ± 7,9 ja 50,8 ± 7,2 (5 %:n muutos)</p> <p>3-sarjaa 47,7 ± 7,4 ja 50,4 ± 7,1 (5,7 %:n muutos)</p> <p>5-sarjaa 45,5 ± 7,7 ja 48,6 ± 6,6 (6,8 %:n muutos)</p> <p>Kontrolliryhmä 40,1 ± 8,5 ja 39,5 ± 8,6 (-1,5 %)</p> <p>Kaikkien ryhmien tulokset paranivat tilastollisesti merkittävästi. Ei tilastollisesti merkittävää eroa ryhmien välillä.</p>
Rodríguez-Rosell, D., Franco-Márquez, F., González-Badillo, J.J. 2016. Effects of light-load maximal lifting velocity weight training vs. combined weight training and plyometrics on sprint, vertical jump and strength performance in adult soccer players.	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm):</p> <p>Voimaharjoittelu 36,3 ± 4,1 ja 38,9 ± 4,7 (7,2 %:n muutos)</p> <p>Voima- ja plyometrinen harjoittelu 37,8 ± 3,9 ja 39,8 ± 4,2 (5,3 %:n muutos)</p> <p>Kontrolliryhmä 37,1 ± 3,8 ja 37 ± 4,2 (-0,3 %:n muutos)</p> <p>Molemmat ryhmät paransivat CMJ:tä merkittävästi. Ryhmien välillä ei tilastollisesti merkittävää eroa.</p>
Whitehead, M.T., Scheett, T.P., McGuigan, M.R., Martin, A.V. 2018. Effects of short- term plyometric and resistance training on lower body muscular performance.	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm):</p> <p>Voimaharjoittelu 58,5 ± 7 ja 61,8 ± 6,7 (5,6 %:n muutos)</p> <p>Plyometria 41 ± 11,4 ja 47,7 ± 12,8 (16,3 %:n muutos)</p> <p>Plyometrisella harjoittelulla huomattavasti parempi tulos kuin voimaharjoitteluryhmällä.</p>
Wirth, K., Hartmann, H., Sander, A., Mickel, C., Szilvas, E., Keiner, M. 2015. The impact of back squat and leg-press exercises on maximal strength and speed-strength parameters.	<p>Alku- ja loppumittaus tulokset (cm):</p> <p>Kyykky SJ 32,7 ± 4,2 ja 36,7 ± 4,6 (12,2 %:n muutos) CMJ 35,5 ± 4,7 ja 39,7 ± 5,7 (11,8 %:n muutos)</p> <p>Jalkaprässi SJ 29,7 ± 5,3 ja 30,7 ± 6,0 (3,4 %:n muutos) CMJ 33,4 ± 6,6 ja 33,5 ± 7,0 (0,3 %:n muutos)</p> <p>Tutkimuksen tulokset yhdenmukaisia aikaisempien tutkimusten kanssa, joissa todetaan kyykyn olevan merkittävästi tehokkaampi harjoittelumuoto vertikaaliseen ponnistusvoimaan kuin jalkaprässin.</p>

Taulukko 6. Plyometrisen harjoittelun analyysirunko

<b>Millainen vaikutus plyometrisella harjoittelulla on vertikaaliseen ponnistusvoimaan?</b>	
<b>Tutkimus</b>	<b>Keskeiset tulokset</b>
Whitehead, M.T., Scheett, T.P., McGuigan, M.R., Martin, A.V. 2018. Effects of short-term plyometric and resistance training on lower body muscular performance.	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm): Voimaharjoittelu 58,5 ± 7 ja 61,8 ± 6,7 (5,6 %:n muutos)</p> <p>Plyometria 41 ± 11,4 ja 47,7 ± 12,8 (16,3 %:n muutos)</p> <p>Plyometrisella harjoittelulla huomattavasti parempi tulos kuin voimaharjoitteluryhmällä.</p>
Usman, T., Shenoy, K.B. 2015. Effects of lower body plyometric training on vertical jump performance and pulmonary function in male and female collegiate volleyball players.	<p>Alku- ja loppumittaustulokset (cm): Miehet interventio 56,2 ± 1,2 ja 67,33 ± 1,6 (19,8 %:n muutos) Miehet kontrolli 56,6 ± 1,1 ja 57,22 ± 1 (1,1 %:n muutos)</p> <p>Naiset interventio 42,1 ± 0,8 ja 50 ± 1,8 (18,8 %:n muutos) Naiset kontrolli 42,1 ± 0,9 ja 42,3 ± 1 (0,5 %:n muutos)</p> <p>Tuloksissa huomattiin paranemista jo kahden viikon kohdalla ja parhaat tulokset saatiin intervention lopuksi.</p>
Ramírez-Campillo, R., Vergara-Pedrerros, M., Henríquez-Olguín, C., Martínez-Salazar, C., Alvarez, C., Nakamura, F.Y., De La Fuente, C.I., Caniuqueo, A., Alonso-Martinez, A.M., Izquierdo, M. 2015. Effects of plyometric training on maximal intensity exercise and endurance in male and female soccer players.	<p>Alku- ja loppumittaustulokset (cm): <b>CMJ</b> Miehet interventio 35,3 ± 3,3 ja 37,6 ± 4 (6,5 %:n muutos) Miehet kontrolli 33,2 ± 3,9 ja 32,8 ± 3,8 (-1,2 %) Naiset interventio 26,7 ± 5,5 ja 29,4 ± 5,8 (10,1 %) Naiset kontrolli 26,6 ± 4,8 ja 26,6 ± 4,3 (0 %:n muutos)</p> <p><b>CMJ käsiheilaus</b> Miehet interventio 41,0 ± 3,8 ja 44,3 ± 3,9 (8 %:n muutos) Miehet kontrolli 37,5 ± 4,4 ja 37,6 ± 4 (0,3 %) Naiset interventio 30,3 ± 6,5 ja 32,6 ± 6,5 (7,6 %) Naiset kontrolli 29,2 ± 5,5 ja 28,9 ± 5,1 (-1 %:n muutos)</p> <p>Molempien ryhmien tulokset paranivat tilastollisesti merkittävästi. Ryhmien välillä ei tilastollista eroa.</p>
Ramirez-Campillo, R., García-Pinillos, F., García-Ramos, A., Yanci, J., Gen-til, P., Chaabene, H., Granacher, U. 2018. Effects of Different Plyometric Training Frequencies on Components of Physical Fitness in Amateur Female Soccer Players.	<p>Alku- ja loppumittaustulokset (cm): CMJ 1krt/vko 28,5 ± 6,9 ja 31,5 ± 7,5 (9,4 %:n muutos) 2krt/vko 27,4 ± 4,3 ja 30,1 ± 4,7 (9,9 %:n muutos) Kontrolli 28,8 ± 4,9 ja 29,9 ± 5,1 (4,9 %:n muutos)</p> <p>Molemmat ryhmät paransivat CMJ:tä tilastollisesti merkittävästi. Ryhmien välillä ei tilastollisesti merkittävää eroa.</p>
Ozbar, N. 2015. Effects of plyometric training on explosive strength, speed and kicking speed in female soccer players.	<p>Alku- ja loppumittaustulokset (cm): Interventio 40,1 ± 1,9 ja 48,6 ± 1,6 (21,2 %:n muutos) Kontrolli 39,7 ± 1,8 ja 42,3 ± 1,9 (6,5 %:n muutos)</p>
Gjinovci, B., Idrozovic, K., Uljevic, O., Sekulic, D. 2017 Plyometric training improves sprinting, jumping, and throwing capacities of high-level female volleyball players better than skill-based conditioning.	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm): Interventio 38 ± 6,5 ja 48,5 ± 5,2 (27,6 %:n muutos) Taitoryhmä 28,9 ± 7,2 ja 34,1 ± 7,1 (18 %:n muutos)</p>

Taulukko 7. Kontrastiharjoittelun analyysirunko

Millainen vaikutus kontrastiharjoittelulla on vertikaaliseen ponnistusvoimaan?	
Tutkimus	Keskeiset tulokset
Ali, K., Verma, S., Ahmad, I., Singla, D., Saleem, M., Hussain, M.E. 2018. Comparison of complex versus contrast training on steroid hormones and sports performance in male soccer players.	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm):            Contrast training  <math>41,95 \pm 4,6</math> ja <math>45,1 \pm 4,7</math> (7,7 %:n muutos)            Complex training  <math>46,9 \pm 4,8</math> ja <math>50,7 \pm 4,9</math> (8 %:n muutos)</p> <p>Kontrolli  <math>43,9 \pm 6,9</math> ja <math>44,3 \pm 6,9</math> (0,9 %:n muutos)</p> <p>Molemmissa interventioryhmissä merkittävät muutokset, jotka ovat saman suuntaisia edellisten tutkimusten kanssa. Ryhmien välillä ei tilastollista merkittävyyttä.</p>
Stasinaki, A.N., Gloumis, G., Spengos, K., Blazeovich, A.J., Zaras, N., Georgiadis, G., Karampatsos, G., Terzis, G. 2015. Muscle strength, power and morphological adaptations after 6 weeks of compound vs. complex training in healthy men.	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm):            Compound training  <math>46,7 \pm 4</math> ja <math>48,8 \pm 5,3</math> (4,5 % muutos)</p> <p>Complex training  <math>46,2 \pm 6,8</math> ja <math>46,1 \pm 6,5</math> (-0,2 % muutos)</p> <p>Kontrolli  <math>51,4 \pm 6,7</math> ja <math>50,8 \pm 6,3</math> (-1,2 % muutos)</p> <p>Tulosten perusteella voimaharjoittelu ja nopeusvoimaharjoittelu tulisi suorittaa eri päivinä, jotta voidaan kehittää ponnistusvoimaa.            Complex training näyttäisi olevan parempi lihaksen hypertrofian kannalta.</p> <p>Complex-ryhmän hyppytulokset laski.</p>
Talpey, S.W., Young, W.B., Saunders, N. 2016. Is nine weeks of complex training effective for improving lower body strength, explosive muscle function, sprint and jump performance?	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm):            Complex training  <math>43,1 \pm 3,9</math> ja <math>46,6 \pm 5</math> (8,1 %:n muutos)</p> <p>Conventional training  <math>41,9 \pm 5,2</math> ja <math>45,9 \pm 4,3</math> (9,5 %:n muutos)</p> <p>Harjoitteiden suoritusjärjestyksellä vaikuttaisi tulosten perusteella olevan merkitystä ponnistusvoiman kehittämiseen. Suorittamalla plyometrisen harjoitteen ensin, saatiin parempia tuloksia loppumittauksissa.</p>

## 8 TUTKIMUSTULOKSET

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa oli mukana 15 tutkimusta, joissa osallistujia oli 651 ja näistä interventioryhmissä oli 344. Voimaharjoittelua käsitteleviä tutkimuksia oli seitsemän (n=157), plyometristä harjoittelua kuusi (n=157) ja kontrastiharjoittelua kolme kappaletta (n=30). Yksi tutkimus käsitteli sekä voimaharjoittelua ja plyometristä harjoittelua.

### 8.1 Voimaharjoittelun vaikutus vertikaaliseen ponnistusvoimaan

Cholewa ym. (2018) tutkivat kohtalaisen ja raskaan voimaharjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan kahdeksan viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 20 naista, joilla ei ollut aikaisempaa voimaharjoittelutaustaa. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Just Jump! -kontaktimatolla

ja testiliikkeenä käytettiin kevennyshyppyä. Kohtalaista kuormaa (65 % 1RM) käyttäneen ryhmän tulokset alkumittauksessa olivat **39,5 ± 6,4 cm** ja loppumittauksessa **43,1 ± 8 cm**. Raskasta kuormaa (85 % 1RM) käyttäneen ryhmän tulokset alkumittauksessa olivat **41,6 ± 6,4 cm** ja loppumittauksessa **43,8 ± 7 cm**. Molempien interventiojaksojen vaikutus vertikaaliseen ponnistusvoimaan oli tilastollisesti merkittävä. Ryhmien välillä ei ollut kuitenkaan merkittävää eroa.

Griffiths ym. (2019) tutkivat perinteisen ja "räjähtävän" voimaharjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan kuuden viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 30 alasarjan miesjalkapalloilijaa. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Just Jump! -kontaktimatolla ja testiliikkeenä käytettiin kevennyshyppyä. Perinteistä harjoitustapaa noudattanut ryhmä suoritti liikkeet hitaasti (kaksi sekuntia eksentrisen työvaihe ja kaksi sekuntia konsentrisen työvaihe) ja "räjähtävää" harjoitustapaa noudattanut ryhmä suoritti liikkeet maksimaalisella liikenopeudella. Perinteistä voimaharjoittelua tehneen ryhmän tulokset alkumittauksessa olivat **38,9 ± 2,5 cm** ja loppumittauksessa **39,6 ± 2,5 cm**. "Räjähtävää" voimaharjoittelua tehneen ryhmän tulokset alkumittauksessa olivat **38,8 ± 3 cm** ja loppumittauksessa **40 ± 3 cm**. Ryhmien välillä huomattiin merkittävä tilastollinen ero "räjähtävän" voimaharjoittelun eduksi, mutta molempien ryhmien kehitys oli heikkoa.

Manolopoulos ym. (2016) tutkivat voimaharjoittelun ja somatosensorisen harjoittelun (voimaharjoittelu + tasapainoharjoittelu) vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan kuuden viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 20 amatöörimiesjalkapalloilijaa. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin voimalevyllä ja testiliikkeenä käytettiin staattista hyppyä. Voimaharjoitteluryhmän tulokset alkumittauksessa olivat **28,4 ± 3,8 cm** ja loppumittauksessa **31,1 ± 2,5 cm**. Tuloksissa todettiin tilastollisesti merkittävä kehitys alku- ja loppumittauksen välillä.

Radaelli ym. (2015) tutkivat voimaharjoittelussa käytettävien sarjojen määrän vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan kuuden kuukauden interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 48 miestä, joilla ei ollut voimaharjoittelustausta. Sarjojen määrät kolmessa eri interventioryhmässä olivat yksi, kolme

ja viisi. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin mittaamalla ensin kurotuskorkeus seisoma-asennossa, jonka jälkeen suoritettiin maksimaalinen hyppy, jonka lakipisteessä kosketettiin seinää. Tulos muodostui näiden kahden luvun erotuksesta. Ryhmien tulokset alkumittauksessa olivat **48,4 ± 7,9 cm** (yksi sarja/harjoitus), **47,7 ± 7 cm** (kolme sarjaa/harjoitus) ja **45,5 ± 7,7** (viisi sarjaa/harjoitus). Ryhmien loppumittaustulokset samassa järjestyksessä olivat **50,8 ± 7,2 cm, 50,4 ± 7,1 cm ja 48,6 ± 6,6 cm**. Ryhmien välillä ei ollut merkittävää eroa ennen interventiota tai sen jälkeen. Kaikissa ryhmissä tapahtunut kehitys oli kuitenkin tilastollisesti merkittävä.

Rodriguez-Rosell ym. (2016) tutkivat voimaharjoittelun ja yhdistetyn voimaharjoittelun sekä plyometrisen harjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan kuuden viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 30 miesjalkapalloilijaa. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Optojump-valoportilla ja testiliikkeenä käytettiin kevennyshyppyä. Viidestä suoritetusta hypystä paras ja huonoin poistettiin, jonka jälkeen kolmesta jäljelle jääneestä tuloksesta laskettiin keskiarvo. Voimaharjoitteluryhmän tulokset alkumittauksessa olivat **36,3 ± 4,1 cm** ja loppumittauksessa **38,9 ± 4,7 cm**. Intervention vaikuttavuus todettiin tilastollisesti merkittäväksi vertikaalisen ponnistusvoiman kannalta.

Whitehead ym. (2018) tutkivat voimaharjoittelun ja plyometrisen harjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan kahdeksan viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 30 miestä. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Vertec-mittausvälineellä. Tässä mittaustekniikassa hyödynnetään viuhkamaista mittaustelinettä, johon kosketetaan kädellä hypyn lakipisteessä. Testiliikkeenä käytettiin kevennyshyppyä. Voimaharjoitteluryhmän tulokset alkumittauksessa olivat **58,5 ± 7 cm** ja loppumittauksessa **61,8 ± 6,7 cm**. Tutkimuksen tulokset voimaharjoittelun osalta indikoivat, että kahdeksan viikon voimaharjoittelu vaikuttaa positiivisesti vertikaaliseen ponnistusvoimaan, kun tuloksia verrataan kontrolliryhmään.

Wirth ym. (2016) tutkivat kyykyn ja jalkaprässin vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan kahdeksan viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 78 henkilöä, joilla oli vähintään puolen vuoden voimaharjoittelu-



tausta. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Refitronic-kontaktimatolla. Testiliikkeinä käytettiin staattista hyppyä ja kevennyshyppyä. Harjoitusohjelmat olivat harjoitusliikettä lukuun ottamatta identtiset. Kyykkyä tehneen ryhmän tulokset staattisen hypyn alkumittauksessa olivat **32,7 ± 4,2 cm** ja loppumittauksessa **36,7 ± 4,6 cm**. Saman ryhmän tulokset kevennyshypyssä olivat ennen interventiota **35,5 ± 4,7 cm** ja intervention jälkeen **39,7 ± 5,7 cm**. Jalkaprässiä tehneen ryhmän tulokset staattisen hypyn alkumittauksessa olivat **29,7 ± 5,3 cm** ja loppumittauksessa **30,7 ± 6 cm**. Saman ryhmän tulokset kevennyshypyssä olivat ennen interventiota **33,4 ± 6,6 cm** ja intervention jälkeen **33,5 ± 7 cm**. Tulokset olivat yhdenmukaisia aikaisempien tutkimuksien kanssa, joiden mukaan kyykky on huomattavasti vaikuttavampi liike, kun halutaan kehittää vertikaalista ponnistusvoimaa (Arabatzi ym. 2010; Hartmann ym. 2012).

Taulukko 8. Voimaharjoittelututkimusten tulokset

Tutkimus	Kesto	Ryhmät	Testaus	n	Alkumittaus (cm)	Loppumittaus (cm)	% muutos
Cholewa ym. 2017	8 vko	Raskas kuorma	Just Jump! CMJ	10	41,6 ± 6,4	43,8 ± 7,8	5,3
		Kohtalainen kuorma		10	39,5 ± 6,4	43,1 ± 8	9,1
Griffiths ym. 2019	6 vko	Perinteinen	Just Jump! CMJ	15	38,9 ± 2,5	39,6 ± 2,5	1,8
		Räjähävä		15	38,8 ± 3	40 ± 3	3,1
Manolopoulos ym. 2015	6 vko	Voimaharjoittelu	Voimalevy. SJ	10	28,4 ± 3,8	31,1 ± 2,5	9,5
Radaelli ym. 2015	6 vko	1 set	Jump and reach CMJ	12	48,4 ± 7,9	50,8 ± 7,2	5
		3 set		13	47,7 ± 7,4	50,4 ± 7	5,7
		5 set		13	45,5 ± 7,7	48,6 ± 6,6	6,8
Rodriguez-Rosell ym. 2016	6 vko	Voimaharjoittelu	Optojump CMJ	10	36,3 ± 4,1	38,9 ± 4,7	7,2
Whitehead ym. 2018	10 vko	Voimaharjoittelu	Vertec CMJ	10	58,5 ± 7	61,8 ± 6,	5,6
Wirth ym. 2015	8 vko	Kyykky SJ	Refitronic CMJ & SJ	19	32,7 ± 4,2	36,7 ± 4,6	12,2
		Jalkaprässi SJ		20	29,7 ± 5,3	30,7 ± 6,0	3,4
		Kyykky CMJ			35,5 ± 4,7	39,7 ± 5,7	11,8
		Jalkaprässi CMJ			33,4 ± 6,6	33,5 ± 7,0	0,3
<b>Yhteensä</b>				<b>157</b>	<b>39,6</b>	<b>42,1</b>	<b>6,2</b>

## 8.2 Plyometrisen harjoittelun vaikutus vertikaaliseen ponnistusvoimaan

Usman ym. (2015) tutkivat plyometrisen harjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan kahdeksan viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 120 amatöörilentopalloilijaa. Interventio- ja kontrolliryhmien lisäksi osallistujat eroteltiin myös sukupuolen mukaan. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Sargent jump -testillä. Sargent jump on käsikurotukseen perustuva mitaustapa, jossa magnesiumisella kädellä kosketetaan seinää hypyn lakipisteessä. Tulos mitataan kosketuksen jättämästä jäljestä. Yksittäinen harjoitus sisälsi 186 hyppyä, eikä harjoitusjakson aikana käytetty minkäänlaista progressiota. Miesten tulokset alkumittauksessa olivat **56,2 ± 1,2 cm** ja loppumittauksessa **67,33 ± 1,6 cm**. Alku- ja loppumittausten lisäksi osallistujia testattiin myös kesken intervention. Tuloksissa havaittiin merkittävää kehitystä jo kahden viikon harjoittelun jälkeen ja tulokset nousivat intervention edetessä. Parhaat tulokset saatiin intervention päätyttyä.

Ramírez-Campillo ym. (2015b) tutkivat plyometrisen harjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan kuuden viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 80 jalkapalloilijaa. Osallistujat jaettiin ryhmiin ensin sukupuolen mukaan, jonka jälkeen satunnaisesti interventio- ja kontrolliryhmiin. Ennen interventiojakson alkua suoritettiin kahden viikon harjoitusjakso, jotta voitiin poissulkea oppimisen aiheuttama kehitys. Lähtövolyyymi asetettiin 80 jalkakontaktiin/harjoitus ja sitä nostettiin niin, että viimeisellä viikolla suoritettiin 160 jalkakontaktia/harjoitus. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Ergojump-kontaktimatolla ja testiliikkeinä käytettiin kevennyshyppyä sekä käsiavusteista kevennyshyppyä. Miesten tulokset kevennyshypyn alkumittauksessa olivat **35,3 ± 3,3 cm** ja loppumittauksessa **37,6 ± 4 cm**. Käsiavusteisessa kevennyshypyssä vastaavat tulokset olivat **41,0 ± 1,9 cm** ja **44,3 ± 3,9 cm**. Naisten tulokset kevennyshypyn alkumittauksessa olivat **26,7 ± 5,5 cm** ja loppumittauksessa **29,4 ± 5,8 cm**. Vastaavat tulokset käsiavusteisessa kevennyshypyssä olivat **30,3 ± 6,5 cm** ja **32,6 ± 6,5 cm**. Sekä miehet että naiset paransivat tuloksiaan merkittävästi mittauksien välillä. Ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa, joten sukupuolen merkityksestä harjoitteluvasteeseen ei voida päätellä mitään.

Ramírez-Campillo ym. (2018) tutkivat kerran viikossa ja kaksi kertaa viikossa tehtävän plyometrisen harjoittelun vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan kahdeksan viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 23 kansallisen amatöörinaisjalkapalloilijaa. Osallistujat jaettiin satunnaisesti interventio- ja kontrolliryhmiin. Lähtövolyymi asetettiin 80 hyppyyn/viikko ja sitä nostettiin 20 hypyllä viikossa. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Ergojump-kontaktimatolla ja testiliikkeenä käytettiin kevennyshyppyä. Kerran viikossa harjoitteleiden tulokset olivat alkumittauksessa **28,5 ± 6,9 cm** ja loppumittauksessa **31,5 ± 7,5 cm**. Kaksi kertaa viikossa harjoitteleiden tulokset olivat alkumittauksessa **27,4 ± 4,3 cm** ja loppumittauksessa **30,1 ± 4,7 cm**. Molempien interventioryhmien tulokset paranivat tilastollisesti merkittävästi, ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa.

Ozbar ym. (2015) tutkivat plyometrisen harjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan 10 viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 20 naisjalkapalloilijaa, joilla oli vähintään kolmen vuoden kokemus plyometrisestä harjoittelusta. Tutkimuksessa käytettiin kontrolliryhmää. Interventioryhmän aloitusvolyymi oli 120 kontaktia/harjoitus, ja siihen lisättiin 20 kontaktia viikoittain. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Newtest-hyppymatolla ja testiliikkeenä käytettiin kevennyshyppyä. Interventioryhmän tulokset alkumittauksessa olivat **40,1 ± 1,9 cm** ja loppumittauksessa **48,6 ± 1,6 cm**. Interventioryhmä paransi huomattavasti hyppytulostaan ja kontrolliryhmän sekä interventioryhmän välillä pystyttiin toteamaan tilastollinen merkittävyys.

Gjinovci ym. (2017) tutkivat plyometrisen harjoittelun ja lajiharjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan 12 viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 41 korkean tason naislentopalloilijaa. Osallistujat jaettiin ryhmiin satunnaisesti. Aloitusvolyymi alaraajojen plyometrisissä liikkeissä oli 40 hyppeä/harjoitus. Hyppyjen intensiteettiä ja volyyymiä lisättiin interventiojakson edetessä. Pieni osa pelaajista käytti viimeisen kolmen viikon harjoituksessa lisäpainoja, jotka rajoitettiin maksimissaan 5 %:iin kehon painosta. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Optojump-valomatolla ja testiliikkeenä käytettiin käsiavusteista kevennyshyppyä. Plyometristä harjoittelua tehneen ryhmän tulokset alkumittauksessa olivat **38 ± 6,5 cm** ja loppumittauksessa **48,5 ± 5,2 cm**. Hyppykorkeuden muutosta voidaan pitää tilastollisesti merkittävänä.

Whiteheadin ym. (2018) tutkimus on perustietojen osalta käyty läpi kappaleessa 8.1. Tutkimuksen plyometristä osuutta suorittava ryhmä vaihteli kahden harjoitusprotokollan välillä viikoittain. Yksi harjoitusprotokolla perustui toistomääriin ja toinen suoritusajaan. Suoritusajaan perustuva protokolla pysyi koko interventiojakson ajan samana eli liikkeitä toistettiin yksi tai kaksi sarjaa 20 sekunnin ajan. Toistomääriin perustuvassa protokollassa määriä lisättiin progressiivisesti kahden viikon välein. Plyometristä harjoittelua tehneen ryhmän tulokset alkumittauksessa olivat **41 ± 11,4 cm** ja loppumittauksessa **47,7 ± 12,8 cm**. Tutkittavien ryhmien välillä havaittiin tilastollisesti merkittävä ero vertikaalisessa ponnistusvoimassa plyometrisen harjoittelun eduksi.

Taulukko 9. Plyometriatutkimusten tulokset

Tutkimus	Kesto	Ryhmät	Testaus	n	Alkumittaus (cm)	Loppumittaus (cm)	%-muutos
Usman ym. 2015	8 vko	Plyometria miehet	Sargent CMJ	30	56,2 ± 1,2	67,33 ± 1,6	19,8
		Plyometria naiset		30	42,1 ± 0,8	50 ± 1,8	18,8
Ramírez-Campillo ym. 2015	6 vko	Plyometria miehet	Ergojump CMJ	21	35,3 ± 3,3	37,6 ± 4	6,5
		Plyometria naiset		19	26,7 ± 5,5	29,4 ± 5,8	10,1
		Miehet (heilautus)			41,0 ± 3,8	44,3 ± 3,9	8
		Naiset (heilautus)			30,3 ± 6,5	32,6 ± 6,5	7,6
Ramírez-Campillo ym. 2018	8 vko	Plyometria 1krt/vko	Ergojump CMJ	8	28,5 ± 6,9	31,5 ± 7,5	9,4
		Plyometria 2krt/vko		8	27,4 ± 4,3	30,1 ± 4,7	9,9
Ozbar ym. 2015	10 vko	Plyometria	Newtest CMJ	10	40,1 ± 1,9	48,6 ± 1,6	21,2
Gjinovci ym. 2017	12 vko	Plyometria	Optojumo CMJ	21	38 ± 6,5	48,5 ± 5,2	27,6
Whitehead ym. 2017	8 vko	Plyometria	Vertec CMJ	10	41 ± 11,4	47,7 ± 12,8	16,3
Yhteensä				157	37	42,5	14,1

### 8.3 Kontrastiharjoittelun vaikutus vertikaaliseen ponnistusvoimaan

Stasinaki ym. (2015) tutkivat kontrastiharjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan kuuden viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 18 terveysalan miesopiskelijaa. Osallistujat jaettiin satunnaisesti kolmeen ryhmään, joiden tuloksia vertailtiin keskenään. Kontrastiharjoittelun voimaharjoittelussa käytetty kuorma oli 85 % 1RM:stä ja plyometrisissä harjoitteissa kuorma oli 30 % 1RM:stä. Harjoitteet suoritettiin liikepareittain ja liikkeiden välissä pidettiin kolmen minuutin tauko. Lisäksi joka toisen harjoituskerran

lopuksi suoritettiin 24 pudotushyppyä. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Jump and reach -testillä. Kontrastiharjoitteluryhmän tulokset alkumittauksessa olivat **46,2 ± 6,8 cm** ja loppumittauksessa **46,1 ± 6,5 cm**. Tutkimusten tulosten perusteella voimaharjoittelu ja nopeusvoimaharjoittelu tulisi suorittaa eri päivinä, jotta voitaisiin kehittää vertikaalista ponnistusvoimaa. Kontrastiharjoitteluryhmän tulokset heikkenivät alkumittauksen ja loppumittauksen välillä.

Talpey ym. (2016) tutkivat kontrastiharjoittelun ja konventionaalisen harjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan yhdeksän viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 20 miesurheilijaa, joilla oli vähintään vuoden voimaharjoittelutausta. Osallistujat jaettiin satunnaisesti kahteen ryhmään. Molemmat ryhmät suorittivat liikkeet liikepareina, mutta suoritusjärjestys oli poikkeava. Kontrastiharjoittelua tekevä ryhmä suoritti jokaisessa liikeparissa voimaharjoitteen ennen plyometristä harjoitetta. Konventionaalista harjoittelua tekevä ryhmä suoritti plyometrisen harjoitteen ennen voimaharjoitetta. Molemmissa ryhmissä käytettiin samanlaisia kuormia ja samanlaista progressiota. Liikeparien liikkeiden välissä pidettiin neljän minuutin tauko. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin voimalevyllä ja testiliikkeenä käytettiin kevennyshyppyä. Kontrastiharjoittelua tehneen ryhmän tulokset alkumittauksessa olivat **43,1 ± 3,9 cm** ja loppumittauksessa **46,6 ± 5 cm**. Tutkimuksen tulosten perusteella liikkeiden suoritusjärjestyksellä vaikuttaisi olevan merkitystä vertikaalisen ponnistusvoiman kehittämisessä. Tutkimuksessa paremmat tulokset sai ryhmä, joka suoritti plyometrisen harjoitteen ennen voimaharjoitetta.

Ali ym. (2019) tutkivat kontrastiharjoittelun vaikutusta maksimaaliseen ponnistusvoimaan kuuden viikon interventiojakson jälkeen. Tutkimukseen osallistui 36 miesjalkapalloilijaa. Voimaharjoitteiden kuormana käytettiin 80 % 1RM:stä ja plyometriset harjoitteet suoritettiin kehon painolla. Painoja ja plyometristen harjoitteiden suorituskorkeutta lisättiin progressiivisesti tarpeen mukaan. Liikeparien liikkeiden välissä pidettiin minuutin tauko. Alku- ja loppumittaukset suoritettiin jump and reach -testillä. Kontrastiharjoittelua tehneen ryhmän tulokset alkumittauksessa olivat **46,9 ± 4,8 cm** ja loppumittauksessa **50,7 ± 4,9 cm**. Kehitys vertikaalisessa ponnistusvoimassa oli merkittävä, kun sitä verrattiin kontrolliryhmään.

Taulukko 10. Kontrastiharjoittelututkimusten tulokset

Tutkimus	Kesto	Testaus	n	Alkumittaus (cm)	Loppumittaus (cm)	%-muutos
Stasinaki ym. 2015	6 vko	Voimalevy CMJ	9	46,2 ± 6,8	46,1 ± 6,5	-0,2
Talpey ym. 2016	9 vko	Jump and reach CMJ	9	43,1 ± 3,9	46,6 ± 5	8,1
Ali ym. 2018	6 vko	Jump and reach CMJ	12	46,9 ± 4,8	50,7 ± 4,9	8
<b>Yhteensä</b>			<b>30</b>	<b>45,4</b>	<b>47,8</b>	<b>5,3</b>

#### 8.4 Yhteenveto

Taulukoiden 8, 9, ja 10 kohdissa alku- ja loppumittaus on esitetty tutkimuksessa saadut mittaustulokset ja niiden vaihteluväli. Samojen taulukoiden kohdassa %-muutos on esitetty hyppykorkeuden prosentuaalinen muutos alku- ja loppumittausten välillä. Kunkin taulukon alimmalle riville on koottu kyseisten tulosten keskiarvot.

Katsauksessa käytetyistä tutkimuksista 14:ssä todettiin huomattava parannus vertikaalisessa ponnistusvoimassa. Yhdessä tutkimuksessa hyppykorkeuden muutos oli negatiivinen. Tulosten keskiarvon perusteella kaikilla harjoitusmenetelmillä vaikuttaisi olevan positiivinen vaikutus vertikaaliseen ponnistusvoimaan. Selkeästi parhaat tulokset saavutettiin plyometrisellä harjoittelulla. Voimaharjoittelun ja kontrastiharjoittelun välillä ei ole huomattavaa eroa. Tulosten keskiarvoa tarkasteltaessa on otettava kuitenkin huomioon alkuperäistutkimusten erilaiset tutkimusasetelmat, joten tulokset eivät ole välttämättä ole suoraan numeerisesti vertailukelpoisia. Oletuksia voidaan kuitenkin tehdä.

Taulukkoon 11 on kerätty yhteen keskiarvot jokaisesta harjoitusmenetelmä käsittelevästä alkuperäistutkimuksesta.

Taulukko 11. Eri harjoitusmuotojen tulosten keskiarvot

Tutkimus	n	Alkumittaus (cm)	Loppumittaus (cm)	%-muutos
Voimaharjoittelu	157	39,6	42,1	6,2
Plyometrinen harjoittelu	157	37,0	42,5	14,1
Kontrastiharjoittelu	30	45,4	47,8	5,3

## 9 POHDINTA

### 9.1 Johtopäätökset

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää voimaharjoittelun, plyometrisen harjoittelun ja kontrastiharjoittelun vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan. Vaikka tutkimustulosten analysointi on numeerisesti hyvin selkeää, on otettava huomioon, että kaikissa tutkimuksissa lähtökohdat ovat toisistaan poikkeavat. Lisäksi käytetyt metodit poikkeavat toisistaan hieman, mutta harjoittelu perustuu kuitenkin jo olemassa olevaan teoriatietoon.

#### Voimaharjoittelu

Voimaharjoittelua käsitteleviä tutkimuksia päätyi tähän systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen seitsemän kappaletta. Näissä interventoryhmissä oli yhteensä 157 osallistujaa. Cholewan ym. (2017) tutkimus sisälsi vain naisia, Wirthin ym. (2015) tutkimus sisälsi miehiä ja naisia sekä loput viisi tutkimusta piti sisällään vain miehiä. Kaikkien interventoryhmien tulokset paranivat interventiojakson jälkeen keskiarvollisesti 6,2 %. Tutkimuksissa harjoituskuorma vaihteli 45–87 % 1RM ja harjoituskertojen määrä oli 2–3 kertaa viikossa. Käytetyn kuorman ja sen vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan ei näissä tutkimuksissa tullut esille. Radaellin ym. (2015) tutkimuksen mukaan myöskään sarjamäärillä ei ole vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan. Tämä ei kuitenkaan ole linjassa aikaisempien tutkimustulosten kanssa (Kraemer ym. 2000). Tähän voi vaikuttaa harjoitustausta ja harjoitusmenetelmät.

Wirthin ym. (2017) tutkimuksen kyykky- ja jalkaprässiryhmien välillä oli merkittävin ero tuloksissa. Kyykkyä tehneiden tulokset olivat noin 10 % paremmat sekä staattisessa että kevennyshypyssä kuin jalkaprässiä tehneiden. Tulos on vastaava muiden samankaltaisten tutkimusten kanssa (Arabatzin ym. 2010; Hartmann ym. 2012).

Tutkimuksista voidaan tehdä johtopäätös, että voimaharjoittelulla on positiivinen vaikutus vertikaaliseen ponnistusvoimaan varsinkin, kun liikkeet suoritetaan pystyasennossa. Näyttäisi myös siltä, että räjähtävästi tehdyt liikkeet kehittävät paremmin kuin hitaasti tehdyt suoritukset (Griffiths ym. 2019). Sukupuolien välistä eroa ei voida tehdä näiden tutkimusten perusteella.

### **Plyometrinen harjoittelu**

Plyometristä harjoittelua käsitteleviä tutkimuksia sisältyi tähän systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen kuusi kappaletta. Näissä tutkimuksissa interventioryhmien osallistujia määrä oli 157, näistä naisia oli 96 ja miehiä 61. Tutkimusten harjoittelujakson kesto vaihteli kuuden ja kahdentoista viikon välillä. Tutkimuksissa kaikkien interventioryhmien tulokset paranivat harjoitusjakson jälkeen keskiarvollisesti 14,1 %. Markovic (2007) sai meta-analyysissään samankaltaisia tuloksia.

Tutkimusten perusteella harjoittelujakson kestolla näyttäisi olevan vaikutusta testituloksiin. Parhaimmat tulokset tutkimuksista saatiin pisimmällä eli 12 viikon harjoitusjaksolla. Tätä johtopäätöstä tukee Stojanovicin ym. (2016) ja Ramirez-Campillon ym (2020) tekemät meta-analyysit, joissa todettiin pidempien harjoittelujakson olevan merkittävästi tehokkaampia.

Gjinovci ym. (2017) tutkimuksen lajiharjoitusryhmänkin tulokset nousivat merkittävästi. Siinä ryhmä harjoitteli erilaisia lentopalloharjoitteita, joissa tuli paljon hyppyjä. Lajinomaisten harjoitteiden lisääminen esimerkiksi lentopallossa ja koripallossa, joissa on runsaasti hyppyjä, näyttäisi myös kehittävän tehokkaasti vertikaalista ponnistusvoimaa. Tulokset ovat samankaltaisia kuin Markovicin (2007) tutkimuksessa.

Harjoituksissa suoritettavien jalkakontaktien määrällä ei tämän työn tutkimusten mukaan ole merkitystä. Kontaktien määrät vaihtelivat 40–250:n välillä per harjoituskerta, mutta tähän voi vaikuttaa esimerkiksi osallistujien harjoitus- ja lajitausta, jotka vaihtelivat tutkimusten välillä. Myöskään harjoituskertojen määrällä ei näyttäisi olevan merkitystä, vaan kokonaisvolyymi ratkaisee (Ramírez-Campillo ym. 2018).



## Kontrastiharjoittelu

Kontrastiharjoittelua käsitteleviä tutkimuksia sisältyi tähän systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen kolme kappaletta. Näissä interventioryhmien osallistujamäärä oli 30, joista kaikki oli miehiä. Harjoittelujaksojen pituus vaihteli 6–9 viikon välillä. Stasinakin ym. (2015) tutkimuksen kontrastiharjoitteluryhmän tulokset heikkenivät  $-0,2\%$  kun taas Talpey ym. (2016) ja Ali ym. (2018) kontrastiharjoitteluryhmien tulokset paranivat noin  $8\%$ . Ero voisi selittyä sillä, että Stasinakin ym. (2015) tutkimuksessa voima- ja plyometriaharjoitteista suurin osa tehtiin jalkaprässillä, eikä kyykkyinä ja hyppyinä niin kuin kahdessa muussa tutkimuksessa. Kontrastiharjoittelulla ei näyttäisi saavan parempia tuloksia verrattuna harjoitteluun, jossa voima- ja plyometriaharjoitteet suoritetaan eri päivinä. (Stasinaki ym. 2018; Mihalik ym. 2008).

## Yhteenveto

Whitehead ym. (2018) vertaili tutkimuksessaan plyometrisen- ja voimaharjoittelun vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan. Tutkimuksessa plyometrisen harjoittelu paransi vertikaalista ponnistusvoimaa merkittävästi enemmän ( $16,3\%$ ) kuin perinteinen voimaharjoittelu ( $5,6\%$ ). Myös tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa plyometriaryhmien tulokset paranivat merkittävästi verrattuna voimaharjoitteluryhmiin. Useissa tutkimuksissa on saatu samankaltaisia tuloksia (Vissing ym. 2008).

Muita tutkimuksia, joissa vertailtaisiin suoraan voimaharjoittelua, plyometristä harjoittelua ja kontrastiharjoittelua sekä niiden vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan ei löytynyt käytetyillä hakukriteereillä. Vaikka varsinkin plyometrisen harjoittelun ja voimaharjoittelun vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan on tutkittu runsaasti niin tutkimuksia, joissa kyseisiä harjoitusmuotoja verrattaisiin keskenään ei löydy. Useissa tutkimuksissa verrataan esimerkiksi plyometrisen harjoittelun ja erilaisten voima- sekä plyoharjoitteiden yhdistelmien vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan (Whitehead ym. 2018).

Näyttäisi siltä, että harjoitteiden spesifisyys on ratkaiseva tekijä vertikaalisen ponnistusvoiman kannalta, oli kyse mistä tahansa harjoitusmuodosta. Jos halutaan kehittää vertikaalista ponnistusvoimaa, tulisi suorittaa vertikaalisuuntaan suoritettavia liikkeitä pystyasennossa. Tällaisia liikkeitä ovat esimerkiksi erilaiset kyykyt ja ylöspäin suuntautuvat hyppy.

## 9.2 Luotettavuuden arviointi

Jotta systemaattista kirjallisuuskatsausta voidaan pitää luotettavana, vaaditaan siihen vähintään kaksi tekijää (Johansson 2007, 46). Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen ovat tehneet kaksi puolueetonta tutkijaa, mitä voidaan pitää luotettavuutta lisäävänä tekijänä.

Mittauksen kultaisena standardina vertikaalisen ponnistusvoiman osalta voidaan pitää voimalevyä (Attia ym. 2017, 63) Vain muutamassa tässä katsauksessa käsitellyistä tutkimuksista käytettiin tätä metodia. Markkinoilla on tarjolla myös lukuisia muita laitteita, jotka on suunniteltu mittaamaan vertikaalista ponnistusvoimaa. Tässä katsauksessa käsitellyissä alkuperäistutkimuksissa käytettiin yhdeksää erilaista mittaria. Nämä olivat voimalevy, Just-jump-kontaktimatto, Optojump-valoportti, Vertec-mittari, Refitronic-kontaktimatto, Ergojump-kontaktimatto, Newtest-hyppymatto, jump and reach -mittaus ja sargent jump -mittaus. Valtaosaa käytetyistä testeistä on tutkittu vaihtelevin tuloksin.

Suurinta osaa kyseisistä mittareista on verrattu kultaiseen standardiin tai pelkkään voimalevyyn kokeellisissa tutkimuksissa. Tutkimustulokset ovat osoittaneet, että vaikka mikään niistä ei yllä standardin tasolle, on suurimmalla osalla melko hyvä reliabiliteetti ja validiteetti. Reliabiliteetin osalta vain Vertec-mittari näyttäisi olevan heikko mittausmenetelmä. Huonoja tai kohtalaisia tuloksia validiteetissa todettiin Optojump-valoportissa ja Newtest-hyppymatossa. (Leard ym. 2007, 1298; Glatthorn ym. 2011, 559; De Salles ym. 2012, 117–119; Rago ym. 2018; Enoksen ym. 2009, 79–80.) Koska kaikissa tutkimuksissa ei ole käytetty samaa mittaria, eivät niistä saadut tulokset ole täysin verrannollisia keskenään. Testeissä, jotka perustuvat käsikosketukseen toistettavuus ja luotettavuus ovat heikompia, koska niiden tuloksiin vaikuttaa kosketuksen ajoitus ja hyppytaito.

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa käytetyissä tutkimuksissa koehenkilöiden lepoajat testihyppyjen välillä vaihtelivat 30 sekunnista kahteen minuuttiin. Ottaen huomioon, että hyppysuorituksessa käytettävät välittömät energianlähteet vaativat lähtötasolle palautukseen 10–15 minuutin lepoajan, voidaan olettaa, että tässä katsauksessa käytetyissä tutkimuksissa ei poissuljettu neuraalista väsymystä hyppytestauksen aikana. Tämä on voinut vaikuttaa negatiivisesti koehenkilöiden hyppytuloksiin. On kuitenkin otettava huomioon, että testausprotokollat ovat pysyneet kaikissa tutkimuksissa samanlaisina alku- ja loppumittauksissa, joten tuloksia voidaan silti pitää johdonmukaisina.

Alkuperäistutkimusten osallistujamäärät olivat tutkimuskohtaisesti melko pieniä. Valtaosassa tutkimuksista osallistujia oli noin 20–40. Kokeellisen seuranta tutkimuksen otantaa voidaan pitää erittäin pienenä, mikäli se on alle 30. Otannan ollessa pieni, on tuloksissa korkeampi mahdollisuus tilastollisiin virheisiin. Alkuperäistutkimusten pieni otanta voi vaikuttaa luotettavuuteen heikentävästi. (Miot 2011, 277.)

Kun eri harjoitusmenetelmien tuloksia vertaillaan toisiinsa, on otettava huomioon kontrastiharjoittelua käsittelevien tutkimusten vähäinen määrä. Viimeisen viiden vuoden aikana kontrastiharjoittelua on tutkittu huomattavasti vähemmän kuin kahta muuta katsauksessa tarkasteltua menetelmää. Kontrastiharjoittelusta saadut tulokset ovat siis tässä katsauksessa vähäisemmin edustettuina, mikä voi aiheuttaa puutteita tuloksissa.

Tulosten laadullisen arvioinnin sijaan, luotettavimmat tulokset olisi saatu tekemällä meta-analyysi tutkimuksista saaduista hyppytuloksista. Meta-analyysin avulla tutkimusten väliset erot datassa voitaisiin kvantifioida ja analysoida tarkasti.

### **9.3 Jatkotutkimusmahdollisuudet**

Alkuperäisen suunnitelman mukaan tutkimus piti toteuttaa kokeellisena tutkimuksena. Tutkimuksessa oli tarkoitus tutkia samoja harjoitusmuotoja ja niiden vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan. COVID-19-pandemian myötä

kokeellinen tutkimus vaihtui systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen, joten kokeellista tutkimusta aiheesta tarvittaisiin. Kokeellisten tutkimusten lisäksi harjoitusmenetelmien eroista voisi olla hyödyllistä tehdä meta-analyysi.

Viimeisen viiden vuoden aikana kontrastiharjoittelua käsitteleviä tutkimuksia on tehty huomattavasti vähemmän verrattuna muihin tämän katsauksen aiheisiin. Jatkotutkimusmahdollisuudeksi esitetään kokeellista tutkimusta kontrastiharjoittelusta erilaisilla kuormilla ja liikeparien välisillä lepoajoilla, jotka ovat selkeästi dokumentoitu ja kontrolloitu.

Kontrastiharjoittelun terminologia on tutkimuksissa vaihtelevaa ja eri termejä käytetään epämääräisesti. Englanninkielisissä tutkimuksissa siitä voidaan käyttää nimityksiä complex training, contrast training tai jopa compound training. Nämä termit voivat esiintyä myös tutkimuksissa, joissa liikepareihin perustuvaa harjoitusmenetelmää ei käytetä lainkaan. Englannin kielessä esiintyvän sekavuuden lisäksi, myös suomen kielessä käytettävät termit ovat epäselviä. Liikepareja hyödyntävälle harjoittelulle (complex training) ei ole varsinaista suomenkielistä termiä. Tässä tutkimuksessa siitä on käytetty termiä kontrastiharjoittelu, jolla voidaan tarkoittaa useaa erilaista harjoitusmenetelmää. Terminologian selkeyttäminen sekä englannin että suomen kielillä olisi siis hyvin implikoitua.

## LÄHTEET

- Ahtiainen, J. & Häkkinen K. 2007. Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittaminen. Teoksessa: Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2007. Kunto-testauksen käsikirja. 2. painos. Tampere: Tammer-paino Oy.
- Ali, K., Verma, S., Ahmad, I., Singla, D., Saleem, M. & Hussain, M. E. 2019. Comparison of complex versus contrast training on steroid hormones and sports performance in male soccer players. *Journal of Chiropractic Medicine* 18(2), 131–138.
- Attia, A., Dhahbi, W., Chaouachi, A., Padulo, J., Wong, DP & Chamari, K. 2017. Measurement errors when estimating the vertical jump height with flight time using photocell devices: the example of Optojump. *Biology Of Sport*. 34(1), 63-70.
- Arabatzi, F., Kellis, E., De Villareal, E. 2010. Vertical Jump Biomechanics After Plyometric, Weight Lifting, and Combined (Weight Lifting + Plyometric) Training. *Journal of Strength and Condition Research* 24(9), 2440–2448.
- Avela, J., Mero, A. & Kyröläinen, H. 2016. Hermo-lihasjärjestelmän rakenne ja toiminta. Teoksessa Mero, A. (toim.) 2016. Huippu-urheiluvalmennus teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. 1. painos. Lahti: VK-kustannus.
- Chmielewski, T., Myer, G., Kauffman, D. & Tillman, S. 2006. Plyometric Exercise In Rehabilitation Of Athletes: Physiological Responses And Clinical Application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 36(5), 306.
- Cholewa, J.M., Rossi, F.E., Macdonald, C., Hewins, A., Gallo, S., Micenski, A., Nor-ton, L. & Campbell, B.I. 2018. The effects of moderate- versus high-load resistance training on muscle growth, body composition and performance in collegiate women. *Journal of Strength and Condition Research* 32(6), 1511–1524.
- Chu, A. & Myer, G. 2013. Plyometrics. 2. painos. Michigan: Sheridan Books.
- De Salles P., Vasconcellos F., de Salles G., Fonseca R. & Dantas E. 2012. Validity and reproducibility of the sargent jump test in the assessment of explosive strength in soccer players. *Journal of Human Kinetics* 33, 115-121.
- Enoksen E., Tønnessen E. & Shalfawi S. Validity and reliability of the Newtest Powertimer 300-series testing system. *Journal of Sports Sciences* 27(1), 77-84.
- Fleck, S. J. & Kraemer, W. J. 2014. Designing Resistance Training Programs. 4. painos. Illinois: Human Kinetics.
- Gjinovci, B., Idrizovic, K., Uljevic, O. & Sekulic, D. 2017 Plyometric training improves sprinting, jumping, and throwing capacities of high-level female volleyball players better than skill-based conditioning. *Journal of sport science & medicine* 16(4), 527–535.

Glatthorn J., Gouge S., Nussbaumer S, Stauffacher S., Impellizzeri F. & Maffiuletti NA. 2011. Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(2), 556-560.

Griffiths, B., Grant, J., Lang-down, L., Gentil, P., Fisher, J. & Steele, J. 2019. The effect of in-season traditional and explosive resistance training programs on strength, jump height, and speed in recreational soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 90(1), 95–102.

Hansen, D. & Kennelly, S. 2017. Plyometric anatomy. Illinois: Versa Press.

Hartmann, H., Wirth, K., Klusemann, M., Dalic., Matuschek, C. & Schmidtbleicher, D. 2012. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26(12), 3243–3261.

Hodgson M., Docherty, D & Robbins, D. 2005. Post-Activation Potentiation. Underlying Physiology and Implications for Motor Performance. *Sports Medicine* 35(7), 585-595.

Häkkinen, K. & Ahtiainen, J. 2016. Hermo-lihasjärjestelmän rakenne ja toiminta. Teoksessa Mero, A. (toim.) 2016. Huippu-urheiluvallmennus teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. 1. painos. Lahti: VK-kustannus.

Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R-L. 2007. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. Tutkimuksia ja raportteja. Sarja A51. Turku: Turun yliopisto.

Kauranen, K. 2014. Lihas – rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Kraemer, W. J., Ratamess, N., Fry, A. C., Triplett-McBride, T., Koziris, L. P., Bauer, J. A., Lynch, J. M., & Fleck, S. J. 2000. Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. *The American journal of sports medicine* 28(5), 626–633.

Kyröläinen, H. 2007. Nopeusvoima. Teoksessa Kuntotestauksen käsikirja: Hermolihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen, toim. Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen M. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Leard J., Cirillo M., Katsnelson E., Kimiatek, D., Miller, T., Trebincevic, K & Garbalosa, J. 2007. Validity of two alternative systems for measuring vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21(4), 1296-1299.

Leppäluoto, J., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lauri, T. 2019. Anatomia ja fysiologia – rakenteesta toimintaan. 9. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Lorenz, D. 2011. Postactivation Potentiation: An Introduction. *International Journal of Sports Physical Therapy* 6(4), 234–240.

Manolopoulos, K., Gissis, I., Galazoulas, C., Manolopoulos, E., Patikas, D., Gollhofer, A. & Kotzamanidis, C. 2016. Effect of combined sensorimotor-resistance training on strength, balance and jumping performance of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 30(1), 53–59.

Markovic, G. 2007. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine* 41(6), 346–355.

Markovic, G. & Mikulic, P. 2010. Neuro-Musculoskeletal and Performance Adaptations to Lower-Extremity Plyometric Training. *Sports Medicine* 40(10), 859–895.

Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I & Cardinale, M. 2004. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18(3), 551-555.

Mihalik, J. P., Libby, J. J., Battaglini, C. L. & McMurray, R. G. 2008. Comparing short-term complex and compound training programs on vertical jump height and power output. *Journal of Strength and Condition Research* 22, 47–53.

Miot, H. 2011. Sample size in clinical and experimental trials. *Jornal Vascular Brasileiro* 10(4), 275-278.

Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S.-E. 2009. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 18. uudistettu painos. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Nongnapas, C., Boonsinsukh, R., Sirisup, S & Saengsirisuwan. 2013. Principal component analysis identifies major muscles recruited during elite vertical jump. *Science Asia* 39, 257-264.

Ozbar, N. 2015. Effects of plyometric training on explosive strength, speed and kicking speed in female soccer players. *The Anthropologist* 19(2), 333–339.

Paulsen, F. & Waschke, J. 2011. Sobotta. Atlas of Human Anatomy. General Anatomy and Musculoskeletal System. 15. painos. München: Elsevier Urban & Fischer.

Powers, S. K. & Howley, E. T. 2015. Exercise Physiology. Theory and Application to Fitness and Performance. 9. painos. New York: McGraw-Hill Education.

Radaelli, R., Fleck, S.J., Leite, T., Leite, R.D., Pinto, R.S., Fernandes, L. & Simão, R. 2015. Dose-response of 1,3 and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29(5), 1349–1358.

- Rago V., Brito J., Figueiredo P., Carvalho, T., Fernandez, T., Fonseca, P. & Rebelo, A. 2018. Countermovement Jump Analysis Using Different Portable Devices: Implications for Field Testing. *Sports* 6(3), 91.
- Ramirez-Campillo, R., García-Pinillos, F., García-Ramos, A., Yanci, J., Gentil, P., Chaabene, H. & Granacher, U. 2018. Effects of Different Plyometric Training Frequencies on Components of Physical Fitness in Amateur Fe-male Soccer Players. *Frontiers in Physiology* 9, 934
- Ramírez-Campillo, R., Henriquez-Olguin, C., Burgos, C., Andrade, D. C., Zapata, D., Martinez, C., Alvarez, C., Baez, E., Castro-Sepulveda, M., Penailillo, L & Izquierdo, M. 2015a. Effect of Progressive Volume-Based Overload During Plyometric Training on Explosive and Endurance Performance in Young Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29(7), 1884–1893.
- Ramírez-Campillo, R., Sanchez-Sanchez, J., Romero-Moraleda, B., Yanci, J., García-Hermoso, A. & Clemente, F. M. 2020. Effects of plyometric jump training in female soccer player's vertical jump height: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Sports Sciences* 47(5), 975–986.
- Ramírez-Campillo, R., Vergara-Pedrerros, M., Henríquez-Olguín, C., Martínez-Salazar, C., Alvarez, C., Nakamura, F. Y., De La Fuente, C. I., Caniuqueo, A., Alonso-Martinez, A. M., Izquierdo, M. 2015b. Effects of plyometric training on maximal intensity exercise and endurance in male and female soccer players. *Journal of Sports Sciences* 34(8), 687–693.
- Rodriguez-Rosell, D., Franco-Márquez, F. & González-Badillo, J.J. 2016. Effects of light-load maximal lifting velocity weight training vs. combined weight training and plyometrics on sprint, vertical jump and strength performance in adult soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(7), 695–699.
- Schoenfeld, B. 2016. Strong and sculpted. 1. painos. Illinois: Human kinetics.
- Seitz, L. & Haff, G. 2015. Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine* 46(2), 231–240.
- Stasinaki, A. N., Gloumis, G., Spengos, K., Blazevich, A. J., Zaras, N., Georgiadis, G., Karampatsos, G. & Terzis, G. 2015. Muscle strength, power and morphological adaptations after 6 weeks of compound vs. complex training in healthy men. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29(9), 2559–2569.
- Stojanović, E., Ristić, V., McMaster, D. T. & Milanović, Z. 2016. Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sport Medicine* 47(5). 975–986.
- Talpey, S.W., Young, W.B. & Saunders, N. 2016. Is nine weeks of complex training effective for improving lower body strength, explosive muscle function,



sprint and jump performance? *International Journal of Sports Science & coaching* 11(5).

Tubbs, R. S. 2016. Pelvis girdle, gluteal region and thigh. Teoksessa Standring, S. (toim.) 2016. *Gray's Anatomy. The Anatomical Basis of Clinical Practice*. 41. painos. Iso-Britannia: Elsevier Churchill Livingstone, 1316–1450.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2013. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 11. painos. Vantaa: Tammi.

Usman, T. & Shenoy, K. B. 2015. Effects of lower body plyometric training on vertical jump performance and pulmonary function in male and female collegiate volleyball players. *International Journal of Applied Exercise Physiology* 4(2).

Vissing, K., Brink, M., Lonbro, S., Sorensen, H., Overgaard, K., Danborg, K., Mortensen, J., Elstrøm, O., Rosenhøj, N., Ringgaard, S., Andersen, J. L. & Aagaard, P. 2008. Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22, 1799–1810.

Whitehead, M.T., Scheett, T.P., McGuigan, M.R. & Martin, A.V. 2018. Effects of short-term plyometric and resistance training on lower body muscular performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 32(10), 2743–2749.

Wigley, C. B. 2016. Pelvis girdle, gluteal region and thigh. Teoksessa Standring, S. (toim.) 2016. *Gray's Anatomy. The Anatomical Basis of Clinical Practice*. 41. painos. Iso-Britannia: Elsevier Churchill Livingstone, 1316–1450.

Wirth, K., Hartmann, H., Sander, A., Mickel, C., Szilvas, E. & Keiner, M. 2015. The impact of back squat and leg-press exercises on maximal strength and speed-strength parameters. *Journal of Strength and Conditioning Research* 30(5), 1205–1212.

## Kuvaluettelo

Kuva 1. Luustolihasen anatomia (Encyclopaedia Britannia, Inc 2015) .....	7
Kuva 2. Merkkilihasten EMG-aktiivisuus staattisessa hypyssä (a) ja kevennyshypyssä käsihei-lautuksella (b) (Nongnapas ym. 2013) .....	10
Kuva 3. Vertikaaliseen ponnistusvoimaan vaikuttavat alaraajan lihakset (Paulsen & Waschke 2011 mukailtu).....	12
Kuva 4. M. Latissimus dorsi, m. erector spinae & m. rectus abdominis (Paulsen & Waschke 2011 mukailtu).....	13
Kuva 5. Hillin elastinen malli (Archibald Vivian Hill mukailtu).....	22

## Taulukkoluetelo

Taulukko 1. Kuorma ja toistojen määrä sarjaa kohden eri voimaharjoitteissa (Häkkinen & Ahtiainen, 2016, 251; Kauranen 2014, 440–443 mukailtu) .....	15
Taulukko 2. Jalkakontaktien määrä per harjoitus (Chu & Meyer 2013, 103 mukailtu).....	25
Taulukko 3. Hakutermit.....	31
Taulukko 4. Hakukaavio .....	34
Taulukko 5. Voimaharjoittelun analyysirunko .....	35
Taulukko 6. Plyometrisen harjoittelun analyysirunko.....	37
Taulukko 7. Kontrastiharjoittelun analyysirunko .....	38
Taulukko 8. Voimaharjoittelututkimusten tulokset.....	41
Taulukko 9. Plyometriatutkimusten tulokset .....	44
Taulukko 10. Kontrastiharjoittelututkimusten tulokset.....	46
Taulukko 11. Eri harjoitusmuotojen tulosten keskiarvot.....	47

Taulukko 1. Kuorma ja toistojen määrä sarjaa kohden eri voimaharjoitteissa. Häkkinen, K. & Ahtiainen, J. 2016. Hermo-lihasjärjestelmän rakenne ja toiminta. Teoksessa Mero, A. (toim.) 2016. Huippu-urheiluvalmennus teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. 1. painos. Lahti: VK-kustannus.

Taulukko 2. Jalkakontaktien määrä per harjoitus. Chu, A. & Myer, G. 2013. Plyometrics. 2. painos. Michigan: Sheridan Books.

Tekijät, julkaisu vuosi ja tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tyyppi, tarkoitus ja interventio	Otos ja tutkimusmenetelmät	Keskeiset tulokset	Vastaa tutkimuskysymyksiin (1-3)
Cholewa, J.M., Rossi, F.E., Macdonald, C., Hewins, A., Gallo, S., Micenski, A., Norton, L., Campbell, B.I. 2017. The effects of moderate- versus high-load resistance training on muscle growth, body composition and performance in collegiate women.	<p>Kokeellinen tutkimus.</p> <p>8 viikon voimaharjoittelu jakso, jossa verrattiin kohtalaisen ja raskaan kuorman vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan.</p> <p>Kontrolloituharjoittelu tilanne.</p>	<p>N=20, keski-ikältään 20,3-vuotiaita harjoittelemattomia naisia. Jaettiin kahteen harjoitteluryhmään, lähtötason mukaan niin että ryhmät olisivat samankaltaiset.</p> <p>Ryhmien toistomäärät: kohtalainen 2 x 10–14 (65 % 1RM) ja raskas 4 x 5–7 (85 % 1RM). Toistomäärät ryhmien välillä samat. Harjoitteet tehtiin uupumukseen saakka pois lukien ensimmäiset kaksi viikkoa. Harjoitukset tehtiin kolme kertaa viikossa, joista kaksi oli alaraajojen harjoitus kertaa. Progressiivinen painojen lisäys harjoittelun edetessä.</p> <p>Alku- ja loppumittauksissa mitattiin CMJ, Just Jump! -matolla. Käsien käytöstä ei ollut mainintaa.</p>	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm): Raskas kuorma 41,6 ± 6,4 ja 43,8 ± 7,8 (5,3 %:n muutos)</p> <p>Kohtalainen kuorma 39,5 ± 6,4 ja 43,1 ± 8 (9,1 %:n muutos)</p> <p>Ryhmien välillä ei tilastollisesti merkittävää eroa.</p>	1
Griffiths, B., Grant, J., Langdown, L., Gentil, P., Fisher, J., Steele, J. 2019. The effect of in-season traditional and explosive resistance training programs on strength, jump height, and speed in recreational soccer players.	<p>Kokeellinen tutkimus.</p> <p>6 viikon voimaharjoittelu jakso, jossa verrattiin "perinteistä" ja "räjähtävän" harjoitusmuotoa ja niiden vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan. "Perinteinen ryhmä" suoritti liikkeit hitaasti (2 sekuntia eksentrisen ja konsentrisen vaihe) ja "kokeellinen ryhmä" suoritti liikkeit maksimaalisella liikenopeudella.</p> <p>Kontrolloitu harjoitustilanne.</p>	<p>N=30, keski-ikältään 21-vuotiaita alasarjajalkapalloilija miehiä, joilla ei aikaisempaa voimaharjoittelusta. Osallistujat jaettiin satunnaisesti harjoitusryhmiin.</p> <p>Ryhmien toistomäärät 3 x 80 % 1RM ja liikkeit suoritettiin uupumukseen saakka. Harjoitteluohjelma oli sama, liikenopeus erona. Harjoitteet suoritettiin kaksi kertaa viikossa.</p> <p>Alku- ja loppumittauksissa mitattiin CMJ kädet lanteilla, Just Jump! -matolla 3 hyppyä, joista paras valittiin.</p>	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm): Perinteinen 38,9 ± 2,5 ja 39,6 ± 2,5 (1,8 %:n muutos)</p> <p>Räjähtävä 38,8 ± 3 ja 40 ± 3 (3,1 %:n muutos)</p> <p>Tilastollisesti merkittävä ero "räjähtävän"-ryhmän eduksi. Molempien harjoitustapojen tulokset olivat kuitenkin vähäisiä.</p>	1

Tekijät, julkaisu vuosi ja tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tyyppi, tarkoitus ja interventio	Otos ja tutkimusmenetelmät	Keskeiset tulokset	Vastaa tutkimuskysymyksiin (1-3)
Manolopoulos, K., Gissis, I., Galazoulas, C., Manolopoulos, E., Patikas, D., Gollhofer, A., Kotzamanidis, C. 2016. Effect of combined sensorimotor- resistance training on strength, balance and jumping performance of soccer players.	Kokeellinen tutkimus.  6 viikon harjoittelujakso, jossa verrattiin: somatosensorista harjoittelua (voimaharjoittelu + tasapainoharjoittelu) ja voimaharjoittelua ja niiden vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan.	N=20, iältään 19–23-vuotiaita amatööri mies jalkapalloilijoita. Osallistujat jaettiin satunnaisesti harjoitusryhmiin.  Harjoitteet tehtiin kaksi kertaa viikossa. Toistomäärät: viikot 1–2 5 x 10 70% 1RM (sisälsi myös tasapainoharjoitteita), viikot 3–5 5 x 8RM, viikot 6–8 5 x 5RM. Viikoittainen progressio kuormassa.  Alku- ja loppumittauksissa mitattiin SJ kädet lanteilla, voimalevyllä, 3 hyppyä, joista paras valittiin.	Alku- ja loppumittaukset (cm): Voimaharjoittelu 28,4 ± 3,8 ja 31,1 ± 2,5 (9,5 %:n muutos)  Voima- ja tasapainoharjoittelu 28,1 ± 5,8 ja 31,9 ± 4,6 (13,5 %:n muutos)  Molempien ryhmien tulokset paranivat tilastollisesti merkittävästi. Ryhmien välillä ei tilastollisesti merkittävää eroa.	1
Radaelli, R., Fleck, S.J., Leite, T., Leite, R.D., Pinto, R.S., Fernandes, L., Simão, R. 2015. Dose-response of 1,3 and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy.	Kokeellinen tutkimus.  Harjoittelujakson kesto 6 kuukautta, jossa verrattiin 1-sarjan, 3-sarjan ja 5-sarjan vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan.  Kontrolloitu harjoitustilanne.	N=48, keskiarvoltaan 24,4-vuotiaasta harjoittelematonta miestä. Jaettiin harjoittelu- ja kontrolliryhmiin satunnaisesti.  Harjoitukset suoritettiin 3 kertaa viikossa ja harjoitukset olivat muuten identtisiä paitsi sarjojen määrän osalta. Tavoitteena oli suorittaa 8–12 toistoa uupumukseen asti, jos suoritti yli 12 toistoa, lisättiin kuormaa.  Alku- ja loppumittauksissa mitattiin CMJ käsienheilautuksella lyömällä seinään. 3 testihyppyä, joista paras valittiin.	Alku- ja loppumittaukset (cm): 1-sarja 48,4 ± 7,9 ja 50,8 ± 7,2 (5 %:n muutos)  3-sarjaa 47,7 ± 7,4 ja 50,4 ± 7,1 (5,7 %:n muutos)  5-sarjaa 45,5 ± 7,7 ja 48,6 ± 6,6 (6,8 %:n muutos)  Kontrolliryhmä 40,1 ± 8,5 ja 39,5 ± 8,6 (-1,5 %)  Kaikkien ryhmien tulokset paranivat tilastollisesti merkittävästi. Ryhmien välillä ei tilastollisesti merkittävää eroa.	1

Tekijät, julkaisu vuosi ja tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tyyppi, tarkoitus ja interventio	Otos ja tutkimusmenetelmät	Keskeiset tulokset	Vastaa tutkimuskysymyksiin (1-3)
Rodriguez-Rosell, D., Franco-Márquez, F., González-Badillo, J.J. 2016. Effects of light-load maximal lifting velocity weight training vs. combined weight training and plyometrics on sprint, vertical jump and strength performance in adult soccer players.	<p>Kokeellinen tutkimus.</p> <p>Harjoittelujakson kesto 6 viikkoa, jossa verrattiin voimaharjoittelun ja voimaharjoittelun + plyometrisen harjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan.</p> <p>Kontrolloitu harjoitustilanne.</p>	<p>N=30, puoli ammattilaisia miesjalkapalloilijoita, keski-ikänsä 24,5-vuotiaita. Jaettiin satunnaisesti kahteen harjoittelu- ja kontrolliryhmään lähtötason mukaan niin, että ryhmät olisivat samankaltaiset.</p> <p>Harjoittelu suoritettiin kaksi kertaa viikossa. Kuorma 45–60 % 1RM, 4–6 toistoa ja 2–3 sarjaa harjoituskerrasta riippuen. Liikkeenä syväkyykky, maksimaalisella liikenopeudella.</p> <p>Alku- ja loppumittauksilla mitattiin CMJ kädet lanteilla Optojumpilla (valoportti). 5 hyppyä, joista paras ja huonoin tulos poistettiin ja jäljelle jääneistä laskettiin keskiarvo.</p>	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm): Voimaharjoittelu 36,3 ± 4,1 ja 38,9 ± 4,7 (7,2 %:n muutos)</p> <p>Voima- ja plyometrisen harjoittelu 37,8 ± 3,9 ja 39,8 ± 4,2 (5,3 %:n muutos)</p> <p>Kontrolliryhmä 37,1 ± 3,8 ja 37 ± 4,2 (-0,3 %:n muutos)</p> <p>Molemmat ryhmät paransivat CMJ:tä tilastollisesti merkittävästi. Ryhmien välillä ei tilastollisesti merkittävää eroa.</p>	1
Whitehead, M.T., Scheett, T.P., McGuigan, M.R., Martin, A.V. 2018. Effects of short-term plyometric and resistance training on lower body muscular performance.	<p>Kokeellinen tutkimus.</p> <p>Harjoittelujakson kesto 8 viikkoa, verrattiin voimaharjoittelun ja plyometrisen harjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan.</p> <p>Kontrolloitu harjoitustilanne.</p>	<p>N=30, keski-ikänsä 21,3-vuotiaita miehiä. Jaettiin voimaharjoittelu, plyometrisen harjoittelu ja kontrolliryhmään.</p> <p>Harjoitukset suoritettiin kaksi kertaa viikossa. Voimaharjoitteluryhmä suoritti 3 x 8–12 toistoa 70–80 % 1RM kuormalla. Pelkästään alaraajojen liikkeitä. Progressio toteutettiin kuormaa lisäämällä. Plyometriaryhmällä käytössä kaksi eri protokollaa: toistomääriin perustuva harjoitus ja suoritettavaan aikaan (20 sekuntia) perustuva harjoitus. Toistomääriin perustuvassa harjoituksessa viikoittainen progressio.</p> <p>Alku- ja loppumittauksissa testattiin CMJ käsienheilautuksella Vertec-laitteella (viuhka). 3 testihyppyä, joista paras valittiin.</p>	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm): Voimaharjoittelu 58,5 ± 7 ja 61,8 ± 6,7 (5,6 %:n muutos)</p> <p>Plyometria 41 ± 11,4 ja 47,7 ± 12,8 (16,3 %:n muutos)</p> <p>Molempien tulokset paranivat tilastollisesti merkittävästi. Plyometrisella harjoittelulla tilastollisesti merkittävästi parempi tulos kuin voimaharjoitteluryhmällä.</p>	1, 2

Tekijät, julkaisu vuosi ja tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tyyppi, tarkoitus ja interventio	Otos ja tutkimusmenetelmät	Keskeiset tulokset	Vastaa tutkimuskysymyksiin (1-3)
<p>Wirth, K., Hartmann, H., Sander, A., Mickel, C., Szilvas, E., Keiner, M. 2015. The impact of back squat and leg-press exercises on maximal strength and speed-strength parameters.</p>	<p>Kokeellinen tutkimus.</p> <p>8 viikon harjoittelujakso, jossa verrattiin jalkaprässin ja kyykyn vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan.</p>	<p>N=78, keski-ikältään n. 23-vuotiaita miehiä sekä naisia, joilla yli puolen vuoden voimaharjoittelutausta. Jaettiin ei satunnaisesti kolmeen ryhmään: kyykky, jalkaprässi ja kontrolliryhmään.</p> <p>Harjoitukset suoritettiin kaksi kertaa viikossa ja harjoitusohjelma oli muuten identtinen, paitsi harjoitusliikkeen osalta. Harjoitusohjelma sisälsi: viikot 1–3 5 x 8–10RM, viikot 4–6 5 x 6–8RM ja viikot 7–8 5 x 4–6RM. Tavoitteena oli suorittaa kaksi viimeistä toistoa pakkotoistoina. Harjoittelussa progressio suoritettiin kuormaa lisäämällä seuraavaan harjoituskertaan.</p> <p>Alku- ja loppumittauksissa testattiin CMJ ja SJ Refitronic kontaktimatolla. Suorituksissa ei sallittu käsien heilautusta. 5 testihyppyä, joista paras valittiin.</p>	<p>Alku- ja loppumittaustulokset (cm):</p> <p>Kyykky  SJ <math>32,7 \pm 4,2</math> ja <math>36,7 \pm 4,6</math> (12,2 %:n muutos)  CMJ <math>35,5 \pm 4,7</math> ja <math>39,7 \pm 5,7</math> (11,8 %:n muutos)</p> <p>Jalkaprässi  SJ <math>29,7 \pm 5,3</math> ja <math>30,7 \pm 6,0</math> (3,4 %:n muutos)  CMJ <math>33,4 \pm 6,6</math> ja <math>33,5 \pm 7,0</math> (0,3 %:n muutos)</p> <p>Kyykky tilastollisesti merkittävästi vaikuttavampi kuin jalkaprässi.</p>	<p>1</p>

Tekijät, julkaisu vuosi ja tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tyyppi, tarkoitus ja interventio	Otos ja tutkimusmenetelmät	Keskeiset tulokset	Vastaa tutkimuskysymyksiin (1-3)
<p>Usman, T., Shenoy, K.B. 2015. Effects of lower body plyometric training on vertical jump performance and pulmonary function in male and female collegiate volleyball players.</p>	<p>Kokeellinen tutkimus.</p> <p>8 viikon plyometrinen harjoitusjakso.</p>	<p>N=120, 18–22-vuotiaita amatööri lentopalloilijoita, joilla ei ole plyometristä harjoitustaustaa. Jaettiin miehiin sekä naisiin ja nämä jaettiin interventio ja kontrolliryhmiin satunnaisesti.</p> <p>Ennen harjoitusjaksoa oli 2 kuukauden plyometriseen harjoitteluun valmistava harjoitusohjelma. Harjoitus sisältää 186 hyppyä/harjoitus. Intensiteetti vaihteli harjoitusten sisällä kevyestä korkeaan. Harjoitus aloitetaan kevyillä ja päättyy korkean intensiteetin harjoitteisiin. Harjoitusohjelmassa ei progressiota.</p> <p>Alku-, seuranta- ja loppumittaukset suoritettiin Sargent hyppytestimenetelmällä. Tutkimuksessa mitattiin kehitystä kahden viikon välein.</p>	<p>Alku- ja loppumittaustulokset (cm):  Miehet interventio  <b>56,2 ± 1,2 ja 67,33 ± 1,6 (19,8 %:n muutos)</b>  Miehet kontrolli  56,6 ± 1,1 ja 57,22 ± 1 (1,1 %:n muutos)</p> <p>Naiset interventio  <b>42,1 ± 0,8 ja 50 ± 1,8 (18,8 %:n muutos)</b>  Naiset kontrolli  42,1 ± 0,9 ja 42,3 ± 1 (0,5 %:n muutos)</p> <p>Tuloksissa huomattiin paranemista jo kahden viikon kohdalla ja parhaat tulokset saatiin intervention lopuksi.</p>	<p>2</p>

Tekijät, julkaisu vuosi ja tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tyyppi, tarkoitus ja interventio	Otos ja tutkimusmenetelmät	Keskeiset tulokset	Vastaa tutkimuskysymyksiin (1-3)
<p>Ramírez-Campillo, R., Vergara-Pedrerros, M., Henríquez-Olguín, C., Martínez-Salazar, C., Alvarez, C., Nakamura, F.Y., De La Fuente, C.I., Caniuqueo, A., Alonso-Martinez, A.M., Izquierdo, M. 2015. Effects of plyometric training on maximal intensity exercise and endurance in male and female soccer players.</p>	<p>Kokeellinen tutkimus.</p> <p>6 viikkoa kestävä plyometrinen harjoittelujakso ja tutkittiin sen vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan. Kontrolloitu harjoitustilanne.</p>	<p>N=80, keski-ikältään 21-vuotiaita korkeakoulu jalkapalloilijoita. Jaettiin miehiin sekä naisiin ja nämä ryhmät jaettiin satunnaisesti interventio- ja kontrolliryhmään.</p> <p>Ennen harjoitusjaksoa toteutettiin kahden viikon harjoitusjakso (4 harjoitusta), jotta voitiin poissulkea oppimisen aiheuttamaa kehitystä. Harjoitusohjelma alkoi 80 jalkakontaktilla/harjoitus ja progressio toteutettiin lisäämällä 1 toisto per sarja viikoittain. Viimeisellä viikolla 160 jalkakontaktia/harjoitus. Kaksi harjoituskertaa viikossa.</p> <p>Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Ergojump kontaktimatolla. Testeinä käytettiin CMJ ja CMJ käsienheilautuksella. 3 yritystä, joista paras valittiin.</p>	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm):</p> <p><b>CMJ</b></p> <p>Miehet interventio <b>35,3 ± 3,3 ja 37,6 ± 4 (6,5 %:n muutos)</b></p> <p>Miehet kontrolli 33,2 ± 3,9 ja 32,8 ± 3,8 (-1,2 %:n muutos)</p> <p>Naiset interventio <b>26,7 ± 5,5 ja 29,4 ± 5,8 (10,1 %:n muutos)</b></p> <p>Naiset kontrolli 26,6 ± 4,8 ja 26,6 ± 4,3 (0 %:n muutos)</p> <p><b>CMJ käsienheilautus</b></p> <p>Miehet interventio <b>41,0 ± 3,8 ja 44,3 ± 3,9 (8 %:n muutos)</b></p> <p>Miehet kontrolli 37,5 ± 4,4 ja 37,6 ± 4 (0,3 %:n muutos)</p> <p>Naiset interventio <b>30,3 ± 6,5 ja 32,6 ± 6,5 (7,6 %:n muutos)</b></p> <p>Naiset kontrolli 29,2 ± 5,5 ja 28,9 ± 5,1 (-1 %:n muutos)</p> <p>Molempien ryhmien tulokset paranivat tilastollisesti merkittävästi. Ryhmien välillä ei tilastollista eroa.</p>	2
<p>Ramirez-Campillo, R., García-Pinillos, F., García-Ramos, A., Yanci, J., Gentil, P., Chaabene, H., Granacher, U. 2018. Effects of Different Plyometric Training Frequencies on Components of Physical Fitness in Amateur Female Soccer Players.</p>	<p>Kokeellinen tutkimus.</p> <p>8 viikkoa kestävä harjoittelujakso, jossa verrattiin kerran vko:ssa tehtävää plyometristä harjoittelua 2 kertaa viikossa tehtävään</p>	<p>N=23, keski-ikältään 21,4-vuotiaita amatöörinaiisjalkapalloilijoita. Jaettiin satunnaisesti ryhmiin.</p> <p>5 harjoitetta, jokaista yksi sarja, 7–14 toistoa (2krt/vko) ja (14–28 1/vko) Ryhmien harjoitusohjelma ja hyppymäärät kokonaisuudessaan olivat samat. 30–60 s tauko liikkeiden välissä.</p> <p>Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Ergojump kontaktimatolla. Testeinä käytettiin CMJ ja CMJ käsienheilautuksella. 3 yritystä, joista paras valittiin.</p>	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm):</p> <p><b>CMJ</b></p> <p>1krt/vko <b>28,5 ± 6,9 ja 31,5 ± 7,5 (9,4 %:n muutos)</b></p> <p>2krt/vko <b>27,4 ± 4,3 ja 30,1 ± 4,7 (9,9 %:n muutos)</b></p> <p>Kontrolli <b>28,8 ± 4,9 ja 29,9 ± 5,1 (4,9 %:n muutos)</b></p> <p>Molemmat ryhmät paransivat CMJ:tä tilastollisesti merkittävästi. Ryhmien välillä ei tilastollisesti merkittävää eroa.</p>	



Tekijät, julkaisu vuosi ja tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tyyppi, tarkoitus ja interventio	Otos ja tutkimusmenetelmät	Keskeiset tulokset	Vastaa tutkimuskysymyksiin (1-3)
Ozbar, N. 2015. Effects of plyometric training on explosive strength, speed and kicking speed in female soccer players.	Kokeellinen tutkimus.  10 viikon plyometrinen harjoitusjakso ja tutkittiin sen vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan.	N=20, keski-ikänsä 19,3-vuotiaita naisjalkapalloilijoita, joilla vähintään kolmen vuoden plyometrinen harjoittelutausta. Jaettiin satunnaisesti interventio- ja kontrolliryhmään.  Harjoitus aloitettiin 120 kontaktilla/harjoitus, johon lisättiin 20 kontaktia viikossa. 6–8 liikettä/harjoitus ja 3–5 sarjaa ja 5–8 toistoa. Progressio toistomäärän nostolla ja aitojen korkeuden lisäämisellä.  Alku- ja loppumittaukset suoritettiin Newtest hyppymatolla. Testinä CMJ, 3 hyppyä ja toistojen väliillä 30 sekunnin tauko.	Alku- ja loppumittaustulokset (cm): Interventio 40,1 ± 1,9 ja 48,6 ± 1,6 (21,2 %:n muutos)  Kontrolli 39,7 ± 1,8 ja 42,3 ± 1,9 (6,5 %:n muutos)  Tilastollisesti merkittävä parannus tulokseen ja verrattuna kontrolliryhmään.	2
Gjinovci, B., Idrizovic, K., Uljevic, O., Sekulic, D. 2017 Plyometric training improves sprinting, jumping, and throwing capacities of highlevel female volleyball players better than skill-based conditioning.	Kokeellinen tutkimus.  12 viikon harjoittelujakso, jossa verrattiin plyometrisen harjoittelun ja lajiharjoittelun vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan.	N=41, keski-ikänsä 21,8-vuotiaita korkean tason naislentopalloilijoita. Jaettiin plyometriseen ryhmään ja lajiharjoitteluryhmään.  Harjoitusten sisällä intensiteetin vaihtelua. Viikolla kuusi lisättiin korkean intensiteetin harjoitteita vähitellen, viikoilla 9–12 osa pelaajista käytti lisäpainoja (max. 5 % kehon painosta). Aloitusvolyymi alaraajoille 40 kontaktia/harjoitus, loppuvolyymi 48 kontaktia/harjoitus.  Alku- ja loppumittauksissa suoritettiin CMJ käsienheilautuksella, Optojump valokennolla. 3 yritystä, 30 sekunnin tauolla.	Alku- ja loppumittaukset (cm): Interventio 38 ± 6,5 ja 48,5 ± 5,2 (27,6 %:n muutos)  Taitoryhmä 28,9 ± 7,2 ja 34,1 ± 7,1 (18 %:n muutos)  Molempien ryhmien tulos tilastollisesti merkittävä.	2

Tekijät, julkaisu vuosi ja tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tyyppi, tarkoitus ja interventio	Otos ja tutkimusmenetelmät	Keskeiset tulokset	Vastaa tutkimuskysymyksiin (1-3)
<p>Ali, K., Verma, S., Ahmad, I., Singla, D., Saleem, M., Hussain, M.E. 2019. Comparison of complex versus contrast training on steroid hormones and sports performance in male soccer players.</p>	<p>Kokeellinen tutkimus</p> <p>6 viikkoa kestävä harjoittelujakso, jossa verrattiin complex training, contrast training vaikutuksia vertikaaliseen ponnistusvoimaan.</p>	<p>N=36, keski-ikänsä noin 21-vuotiaita mies ammattijalkapalloilijoita. Osallistujat jaettiin kolmeen ryhmään: complex training, contrast training ja kontrolli.</p> <p>Harjoittelua suoritettiin kolme kertaa viikossa 6 viikon ajan. Voimaharjoitteissa käytettiin 80% 1RM kuormaa, plyometriset harjoitteet ilman kuormaa. 4 liikeparia / harjoitus. Toistomäärät 3 x 12. Liikkeiden välissä minuutin tauko. Progressio kuorman lisäämisellä sekä plyometristen harjoitteiden esteiden korkeuden lisäämisellä.</p> <p>Alku- ja loppumittaukset suoritettiin jump and reach -testillä (CMJ). 3 yrityksestä paras jäi voimaan.</p>	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm):</p> <p>Contrast training 41,95 ± 4,6 ja 45,1 ± 4,7 (7,7 %:n muutos)</p> <p>Complex training 46,9 ± 4,8 ja 50,7 ± 4,9 (8,1 %:n muutos)</p> <p>Kontrolli 43,9 ± 6,9 ja 44,3 ± 6,9 (0,9 %:n muutos)</p> <p>Molemmissa interventioyryhmissä merkittävät muutokset, jotka ovat saman suuntaisia edellisten tutkimusten kanssa. Tilastollista merkittävyyttä ei ryhmien välillä.</p>	<p>3</p>

Tekijät, julkaisu vuosi ja tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tyyppi, tarkoitus ja interventio	Otos ja tutkimusmenetelmät	Keskeiset tulokset	Vastaa tutkimuskysymyksiin (1-3)
<p>Stasinaki, A.N., Gloumis, G., Spengos, K., Blazevich, A.J., Zaras, N., Georgiadis, G., Karampatos, G., Terzis, G. 2015. Muscle strength, power and morphological adaptations after 6 weeks of compound vs. complex training in healthy men.</p>	<p>Kokeellinen tutkimus 6 viikkoa kestävä harjoittelujakso, jossa verrattiin complex training, compound training vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan.</p>	<p>N=18, keski-ikältään noin 22-vuotiaita terveysalan opiskelija miehiä. Osallistujat jaettiin kolmeen ryhmään: complex training, compound training ja kontrolliryhmä.</p> <p>Harjoittelua suoritettiin 3 kertaa viikossa 6 viikon ajan. Compound-ryhmä suoritti voimaharjoitteet ja plyometriset harjoitteet eri päivinä. Complex-ryhmä suoritti voimaharjoitteet ja plyometriset harjoitteet samana päivänä liikepareina (3 liikeparia). Voimaharjoitteissa käytettiin 85 % 1RM kuormaa ja plyometrisissä harjoitteissa 30 % 1RM kuormaa. Toisotomäärät: voimaharjoite 2 x 6, plyometria 2 x 8. Liikkeiden välissä 3 minuutin lepo. Complex-ryhmä suoritti lisäksi joka toisena harjoituskertana harjoituksen loppuksi 3 x 8 pudotushyppyä.</p> <p>Alku- ja loppumittaukset suoritettiin jump and reach -testillä (CMJ). 3 yrityksestä paras jäi voimaan</p>	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm): Compound training 46,7 ± 4 ja 48,8 ± 5,3 (4,5 % muutos)</p> <p>Complex training 46,2 ± 6,8 ja 46,1 ± 6,5 (-0,2 % muutos)</p> <p>Kontrolli 51,4 ± 6,7 ja 50,8 ± 6,3 (-1,2 % muutos)</p> <p>Tulosten perusteella voimaharjoittelu ja nopeusvoimaharjoittelu tulisi suorittaa eri päivinä, jotta voidaan kehittää ponnistusvoimaa.</p> <p>Complex-ryhmän hyppytulos laski.</p>	<p>3</p>

Tekijät, julkaisu vuosi ja tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tyyppi, tarkoitus ja interventio	Otos ja tutkimusmenetelmät	Keskeiset tulokset	Vastaa tutkimuskysymyksiin (1-3)
<p>Talpey, S.W., Young, W.B., Saunders, N. 2016. Is nine weeks of complex training effective for improving lower body strength, explosive muscle function, sprint and jump performance?</p>	<p>Kokeellinen tutkimus 9 viikkoa kestävä harjoittelujakso, jossa verrattiin complex training ja konventionaalisen harjoittelun vaikutusta vertikaaliseen ponnistusvoimaan</p>	<p>N=20, iältään noin 20-vuotiaita miesurheilijoita, joilla vähintään vuoden voimaharjoittelutausta. Osallistujat jaettiin kahteen ryhmään: complex training ja conventional training.</p> <p>Harjoittelua suoritettiin 2 kertaa viikossa. Complex-ryhmä suoritti voimaharjoitteet ja plyometriset harjoitteet liikepareina siten, että ensin suoritettiin voimaharjoite. Conventional-ryhmä suoritti voimaharjoitteet ja plyometriset harjoitteet liikepareina siten, että ensin suoritettiin plyometrinen harjoite. Voimaharjoitteissa käytettiin 8RM kuormaa ja plyometriset harjoitteet ilman kuormaa. Toistomäärät: voimaharjoite 3 x 6 toistoa, plyometrinen harjoite 3 x 4 toistoa. 4 minuutin lepo liikeparien välillä. Kyykyssä progressio kuormaa ja sarjoja lisäämällä sekä toistomääriä vähentämällä.</p> <p>Alku- ja loppumittaukset suoritettiin voimalevyllä ja testiliikkeenä käytettiin CMJ:tä.</p>	<p>Alku- ja loppumittaukset (cm):  Complex training  43,1 ± 3,9 ja 46,6 ± 5 (8,1 %:n muutos)</p> <p>Conventional training  41,9 ± 5,2 ja 45,9 ± 4,3 (9,5 %:n muutos)</p> <p>Harjoitteiden suoritusjärjestyksellä vaikuttaisi tulosten perusteella olevan merkitystä ponnistusvoiman kehittymiseen. Suorittamalla plyometrisen harjoitteen ensin, saatiin parempia tuloksia loppumittauksissa.</p>	<p>3</p>