

Sami Aalto ja Janne Veija

SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUS- KATSAUS LASTEN JA NUORTEN VOIMAHARJOITTELUSTA

Opinnäytetyö

Naprapatian koulutusohjelma

Huhtikuu 2016



KYAMK
University of Applied Sciences

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Sami Aalto Janne Veija	Naprapaatti	Huhtikuu 2016
Opinnäytetyön nimi		
Lasten ja nuorten voimaharjoittelu – Systemaattinen kirjallisuuskatsaus		114 sivua 40 liitesivua
Toimeksiantaja		
Kymi Care		
Ohjaaja		
Naprapaatti D.N Petteri Koski Yliopettaja Kt Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia lasten ja nuorten voimaharjoittelun tämänhetkistä tutkimustietoa. Tarkoitus oli selvittää, mitä vaikutuksia voimaharjoittelulla on sekä mikä on voimaharjoittelun pysyvyys ja harjoitettavuus lapsilla ja nuorilla.</p> <p>Tutkimusmenetelmänä käytettiin systemaattista kirjallisuuskatsausta. Alkuperäistutkimusten haku kohdistettiin seuraaviin tietokantoihin: Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, ProQuest ja SportsDiscus. Tähän opinnäytetyöhön valikoitui mukaan yhteensä 63 alkuperäistutkimusta. Hyväksytyt tutkimukset analysoitiin sisällönanalyysin keinoin.</p> <p>Sisällönanalyysiin valikoituneiden tutkimusten perusteella voidaan sanoa voimaharjoittelulla olevan monia eri vaikutuksia muun muassa luustoon, motoriseen suorituskyykyyn, voimantuottoon ja erilaisiin urheilulajeihin. Näiden tutkimusten perusteella voidaan voimaharjoittelun todeta olevan turvallista lapsilla ja nuorilla, kun se on oikein toteutettua ja valvottua. Voimaharjoittelua suositellaan myös toteuttavan kaiken ikäisillä lapsilla, mutta harjoittelun vaativuus pitäisi progredioida kypsyiden ja taitojen sallimissa rajoissa. Voimaharjoittelussa pitäisi painottaa motoristen taitojen kehittämistä. Kovemman intensiteetin harjoitteita tulisi tehdä urheilijoilla, mutta tekniikka ei saisi kärsiä. Voimaharjoittelun tulisi olla jatkuvana osana harjoitusohjelmaa varsinkin nuoremmilla, joilla voiman pysyvyys on mahdollisesti heikompi.</p>		
Asiasanat		
Lapsi, nuori, voimaharjoittelu, vaikutus, pysyvyys, harjoitettavuus		

Author (authors)	Degree	Time
Sami Aalto Janne Veija	Bachelor of Naprapathy	April 2016
Thesis Title		
Resistance Training in Children and Adolescent – a Systematic Review of Literature		114 pages 40 pages of appendices
Commissioned by		
Kymi Care		
Supervisor		
Petteri Koski Naprapaatti, Doctor of Naprapathy Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Principal Lecturer		
Abstract		
<p>The purpose of this thesis was to investigate current research findings about children's and adolescents' resistance training. The aim was to find out what kinds of effects resistance training can have and to determine the maintenance and trainability of resistance training with children and adolescents.</p>		
<p>The research method in this thesis was a systematic review of literature. The database search for the original articles included the following databases: Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, ProQuest and SportDiscus. In total, 63 studies were included in the thesis. Data analysis was used to analyze the results.</p>		
<p>Based on the studies included in the data analysis, it can be said that resistance training has many different effects, for example, on bones, motor performance, power output and a variety of sports. On the basis of these studies, one may conclude that resistance training is safe for children and adolescents when it is properly carried out and supervised. Resistance training is recommended for children of all ages, but it must be properly ascending and permitted by the maturity and skills of the individual in question. The development of motor skills should be emphasized in resistance training. High intensity training should be carried out with athletes, while taking care not to affect technique. Resistance training should be a permanent part of the training program especially with younger children whose persistence of strength is possibly weaker.</p>		
Keywords		
Child, adolescent, resistance training, effect, persistence, trainability		

SISÄLLYS

1	Tausta ja tarkoitus	6
2	Lapsen ja nuoren kasvu ja kehitys.....	7
2.1	Lapsen kehitys.....	7
2.2	Motorinen kehitys.....	9
2.3	Psykologia	14
2.4	Luusto.....	15
3	Lasten ja nuorten urheiluvammat.....	19
4	lasten ja nuorten Voimaharjoittelu.....	21
4.1	Voimaharjoittelun termistöä	29
4.2	Hermo-lihasjärjestelmän rakenne ja toiminta	32
4.3	Voimaharjoittelun vaikutukset hermolihasjärjestelmään lapsilla ja nuorilla	40
4.4	Voimaharjoittelun spesifit energianlähteet	44
4.5	Voiman pysyvyys	44
4.6	Voiman harjoitettavuus	45
5	SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS	46
5.1	Tutkimussuunnitelman laatiminen.....	47
5.2	Tutkimuskysymysten määrittely	47
5.3	Käsitteiden nimeäminen hakuprosessiin.....	49
5.4	Koehaut	56
5.5	Alkuperäistutkimusten haku	57
5.6	Alkuperäistutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit.....	68
5.7	Alkuperäistutkimusten valinta	70
5.8	Alkuperäistutkimusten luotettavuuden ja laadun arviointi	75
5.9	Tulosten sisällönanalyysi	76
6	Tulokset.....	76
6.1	Lasten ja nuorten voimaharjoittelun vaikutukset	77
6.2	Mikä on lasten ja nuorten voiman harjoitettavuus	86
6.3	Mikä on voiman pysyvyys lapsilla ja nuorilla	86
7	POHDINTA	87

7.1	Luotettavuuden arviointi.....	97
7.2	Johtopäätökset	98
7.3	Jatkotutkimusehdotukset	99
LÄHTEET.....		100

LIITTEET

Liite 1. Taulukkuuettelo

Liite 2. Sisällönanalyysi

1 TAUSTA JA TARKOITUS

Lapsille ja nuorille ei ole aiemmin suositeltu voimaharjoittelua, koska on oletettu, että loukkaantumisriski olisi suurempi sitä harjoitettaessa. Yksi mahdollinen syy, minkä takia voimaharjoittelua lapsille ja nuorille ei ole suositeltu, voi olla 1970- ja 1980-luvun aikana tehdyt tutkimukset. Kyseisissä tutkimuksissa Yhdysvalloissa toimiva NEISS (National Electronic Injury Surveillance System) kerää tietoja ensiapuklinikoilta saapuneista vammoista ja tapaturmista. Näiden tietojen perusteella NEISS tekee arvioita sattuneiden vammojen ja tapaturmien suhteesta harjoitteluun ja välineisiin. Mikäli vamma tai tapaturma on syntynyt voimaharjoittelun yhteydessä tai liittyy voimaharjoitteluvälineeseen, merkitään vamman synty järjestelmään voimaharjoitteluvammana. Tämä johtaa harhaluuloon vammojen ja tapaturmien synnystä voimaharjoittelun yhteydessä. Tarkempien tutkimusten perusteella vammat johtuvat joko huonosta suoritustekniikasta, liian suurista painoista, suorituksen valvonnan puutteesta tai välineiden huonosta laadusta. Nämä löydökset osoittavat sen, että ohjaamaton ja sopimaton vastusharjoittelu voi olla vahingollista, mutta on harhaanjohtavaa yleistää kyseiset löydökset hyvin suunniteltuun ja valvottuun lasten ja nuorten voimaharjoitteluohjelmaan. (Faigenbaum, Kraemer, Blimkie, Jeffreys, Micheli, Nitka & Rowland 2009, 2.) Lasten ja nuorten vanhemmilla on huomattavasti positiivisemmat ajatukset kestävyysharjoitteluun, kuin voimaharjoitteluun, joka suoritetaan lapsilla ja nuorilla. Vanhemmat sallivat suuremmalla todennäköisyydellä lasten ja nuorten osallistumista kestävyysharjoitteluun, verrattuna voimaharjoitteluun. (Hoor, Sleddens, Kremers, Schols, Kok & Plasqui 2015, 1.)

Voimaharjoittelu mielletään useimmiten painoilla tehdyiksi suorituksiksi, minkä takia sitä ei luultavimminkaan ole suositeltu lapsille ja nuorille. Huolimatta näistä ennakkoluuloista lasten ja nuorten voimaharjoittelua kohtaan voidaan ohjattu harjoittelu aloittaa hyvinkin nuorena, sillä se on (Hakkarainen, Jaakkola, Kalaja, Lämsä, Nikander & Riski 2009, 196.) Voimaharjoittelu viittaa erityiseen kuntoilu metodiin, jossa yksilö työskentelee erisuuruisten vastusten kanssa parantaakseen terveyttä, kuntoa tai suorituskykyä. Voimaharjoittelun muotoja ovat omankehon painoharjoittelu, kuntosalilaitteet, vapaat painot (levytanko tai käsipainot), elastiset kuminauhat, kuntopallo (Lloyd, Faigengbaum, Stone, Oliver, Jeffreys, Moody, Brewer, Pleroe, McCambridge, Howard, Her-

rington, Hainline, Micheli, Jaques, Kraemer, McBride, Best, Chu, Alvar, Myer, 2014, 1) sekä plyometrinen harjoittelu. (Faigenbaum ym. 2009, 62). Voimainotteisella harjoittelulla voidaankin tuottaa suuri joukko positiivisia vaikutuksia esimerkiksi vammoja ennaltaehkäisevä, sekä luuston rakennetta stimuloiva vaikutus (Tonkonogi 2009, 5). Lisäksi voidaan parantaa sydän- ja verisuoni tautien riski profiilia, helpottaa painon hallintaa sekä kohentaa psykososiaalista hyvinvointia (Faigenbaum ym. 2009, 6–8). Lisääntynyt voima auttaa myös motorisessa oppimisessa ja antaa siten paremmat edellytykset kaikkin puolin iloisempaan harjoitteluun, mitä suositellaan suunnattavan laajan liikearsenaalin tallentamiseen. Laajan liikearsenaalin pitäisikin olla tärkein tavoite lapsilla, kun tehdään voimaharjoittelua. Pitkällä tähtäimellä lisääntyneen suorituskyvyn lisäksi tulisi myös muistaa terveydelliset ja hyvinvoinnilliset hyödyt, jotka ovat myös ensisijaisen tärkeitä mietittäessä lapsen tai nuoren tulevaisuutta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia lasten ja nuorten voimaharjoittelun tämänhetkistä tutkimustietoa. Tarkoitus oli selvittää, mitä vaikutuksia voimaharjoittelulla on sekä mikä on voimaharjoittelun pysyvyys ja harjoitettavuus lapsilla ja nuorilla.

2 LAPSEN JA NUOREN KASVU JA KEHITYS

2.1 Lapsen kehitys

Aiheeseen perehdyttiin tutustumalla tutkimusartikkeleihin. Niiden avulla määrittelimme aiheeseen olennaisesti liittyvät käsitteet ”lapsi” ja ”nuori”. Lapsuus-aika (*childhood*) kuvaa kehittyvää ajanjaksoa ihmiselämässä lapsuuden loppuun, jolloin nuoruus alkaa. Termi lapsi (*child*) viittaa tyttöihin ja poikiin, yleisesti korkeintaan ikään 11 ja 13 vuotta, joilla ei ole alkanut murrosikä. Nuoruus (*adolescence*) viittaa lapsuusajan ja aikuisuuden väliin jäävä ajanjaksoa. Tämä on vaikeammin luokiteltavissa kronologisessa luokittelussa, johtuen eri kypsymsisajoista. Pojilla n. 14–18 ja tytöillä 12–18 vuotta. Englannin kielestä löytyvät myös termit *youth* (nuoret) ja (*young athlete*) nuori urheilija. Ne ovat globaaleja käsitteitä, jotka sisältävät termejä (*children*) ja (*adolescence*). (Lloyd ym. 2014, 1.)

Vastasyntyneeksi kutsutaan neljän ensimmäisen elinviikon ikäistä lasta. Ensimmäisen vuoden aikana lapsi kasvaa pituutta noin puolet syntymäpituudesta ja lapsen paino lähes kolminkertaistuu syntymäpainoon nähden. Kasvua säätelevät perimä, ravitsemus ja hormonit. Taidot kehittyvät kaikille lapsille samanlaisten vaiheiden kautta, kullekin omassa tahdissa niin, että toinen lapsi oppii ensin esimerkiksi kävelemään ja toinen puhumaan. Lapsen motoriseen kehitykseen voivat vaikuttaa ympäristökijät. Motorinen kehitys on osa psyko-neurologista kokonaiskehitystä. Niinpä havaintotoimintojen motoriikka, sosio-emotiaalinen motoriikka ja karkea- sekä hienomotoriikka kulkevat käsi kädessä. 9–12 kuukauden iässä lapsi saattaa seistä jo napakasti tuetta ja kävellä pieniä matkoja huonekaluista tukea ottaen. Yhden vuoden iässä lapsi alkaa jo kävellä ilman tukea. Parivuotias juoksee jo melko ketterästi. 3-vuotias ajaa mielellään 3-pyöräisellä pyörällä. 4-vuotias osaa hypellä yhdellä jalalla säilyttäen tasapainon. 5-vuotias hyppää narua, heittää palloa ja ottaa sen kiinni taitavasti. Kouluikä lähestyessä lapsi on melko kätevä erilaisissa käytännön taidoissa, esimerkiksi haarukan ja veitsen käyttämisessä. Näitä käytännön taitoja hän harjoittelee aktiivisesti. (Gallahue, Ozmun & Goodway 2012, 52, 59–60, 66.)

Suomessa kouluunlähtijä on samana kalenterivuonna 7 vuotta täyttävä lapsi. Kouluvalmiudet muodostuvat fyysisestä, motorisesta, älyllisestä, sosiaalisesta ja tunne-elämän kehitystasosta. Lapsen tulee olla fyysisesti niin vahva, että hän pystyy kulkemaan koulumatkat, leikkimään välitunnit ja kestäämään koulupäivän rasitukset. Kouluunlähtijän perusedellytyksiä ovat myös hyvä näkö ja kuulo. Lapsen tulisi pystyä keskittymään ja olemaan paikallaan noin puolen tunnin ajan, jotta hänellä on edellytykset opiskella. (Gallahue ym. 2012, 68.)

Kouluikä on älyllisen kasvun ja kehittymisen aikaa. Lapsi tulee murrosikään viimeistään 12 vuoden iässä, ja murrosikä jatkuu aina 17–18 ikävuoteen asti. Murrosikään kuuluvat sekä seksuaalinen kehitys että fyysinen kehitys lapsesta aikuiseksi. Fyysisen kasvun rinnalla kulkee nuoruuden psykososiaalinen kehitys lapsuuden riippuvaisuudesta itsenäiseen aikuisuuteen. Tämä nuoruuden vaihe jatkuu monilla pitkälle yli 20 ikävuoden. Kouluikäisen fyysinen kasvu on

melko tasaista painon lisääntyessä pituuskasvun mukana. (Gallahue ym. 2012, 72.)

Murrosiän käynnistyessä sukupuolihormonit saavat aikaan kasvun kiihtymisen, jolloin puhutaan kasvupyrähdyksestä. Hormonit jouduttavat myös luuston kypsymistä ja kasvurustojen luutumista, jolloin kasvu pysähtyy. Tänä aikana nuori kasvaa omaan pituuteensa. Painon nousu alkaa jo vähän aiemmin. Tytöille kertyy rasvakudosta raajoihin ja alavartaloon, pojilla taas raajojen rasvakudos vähenee ja vartalon rasva säilyy ennallaan. Murrosiän muutokset alkavat näkyä tytöillä noin 10–12 vuoden ikäisenä ja pojilla jonkin verran myöhemmin, jolloin luusto on saavuttanut tarvittavan kypsyysasteen. Somaattinen muutos vie kaiken kaikkiaan noin kolme vuotta, ja erot ikätovereiden kesken ovat suuremmat kuin koskaan kasvun aikana. Tytöillä alkavat kehittyä ensimmäiseksi rintarauhaset. Pian tämän jälkeen ilmaantuu häpykarvoitus, kuukautiset alkavat ja kainaloihin alkaa ilmaantua karvoja. Pojilla ensimmäinen merkki puberteetista on kivesten ja kivespussien suureneminen. Vasta tämän jälkeen penis ja häpykarvat alkavat kasvaa. Ensimmäinen siemensyöksy on noin 14 ikävuoden loppupuolella. Myös kasvoihin ja yläselkään ilmaantuvat finnit kuuluvat asiaan niin tytöillä kuin pojillakin. 18–20 vuoden ikään mennessä murrosikä on yleensä eletty ja lapsesta on tullut nuori aikuinen. (Gallahue ym. 2012, 72- 73)

2.2 Motorinen kehitys

Aikaiseen lapsuuteen kuuluvat 2–6-vuotiaat lapset. Tämän ikäiset lapset leikkivät suurimman osan ajasta, jolloin he eivät nuku tai syö. Leikkiminen on pääsääntöisin tapa oppia kehostaan ja liikkumisen mahdollisuuksista. Leikki myös kehittää lapsen kognitiivista kehitystä, sekä kehittää hieno- ja karkea-motorisia taitoja. Alkuvuosien aikana lapsi kehittyy kognitiivisesti monin eri tavoin. Lopulta tuloksena kehittyy looginen ajattelu ja ajatusmallien tuottaminen. Vaikka kehonosien hallinta kehittyy nopeasti, esiintyy silti sekaannuksia suunnan, ajan sekä tilan hahmottamisessa. Lapset kehittävät myös alkeellisia motorisia taitoja tämän vaiheen aikana, mutta molemminpuolisesti tapahtuva liikkuminen, kuten hyppiminen, osoittautuu yleensä kuitenkin hankalammaksi kuin yhdellä jalalla hyppiminen. Tämän ikäisen lapsen ruumiinrakenteissa ei

ole sukupuolisia eroja. Vaikka karkeamotorinen kontrolli kehittyy nopeasti, ei hienomotorinen kontrolli ole vielä täysin vakiintunut. (Gallahue ym. 2012, 172-175.)

Myöhäiseen lapsuuteen kuuluvat 6–10-vuotiaat lapset. Tänä aikana fyysinen kasvu on hidasta, mutta tasaista. Tämä tasaisen kasvun aikajakso antaa lapselle mahdollisuuden totutella kehoonsa ja onkin iso, syy miksi koordinaatio ja motorinen kontrolli paranevat selkeästi näinä vuosina. Ala-asteikäiset lapset pystyvät selviytymään uusista tilanteista ja ovat malttamattomia oppimaan heille aukeavasta maailmasta. Tämä taas helpottaa uusien asioiden oppimista. Reaktioaika on tämän aikajakson alussa hidas, mikä vaikeuttaa käsi-silmä- ja jalka-silmäkoordinaatiota. Aikajakson loppupuolella koordinaatiokyvyt ovat jo hyvin vakiintuneet. Molemmat sukupuoli-erit ovat täynnä virtaa, mutta yleensä omaavat huonot kestävyysominaisuudet ja väsyvät helposti. Vastaanottavuus harjoittelua kohtaan on kuitenkin valtava. Lapset ovat yleensä kaukonäköisiä, eivätkä pysty pitkiä aikoja lähityöskentelyyn. Kehonosien hallinta kehittyy, ja alkeelliset motoriset taidot kehittyvät erilaisia pelejä vaativalle tasolle. Esimerkiksi heitetyn pallon lyöminen kehittyy silmän tarkkuuden, kohteen seuraamisen, reaktioajan kehittymisen sekä sensorimotorisen sopeutumisen myötä. Näiden taitojen hallinta vaatii silti kuitenkin paljon harjoittelua. Kaiken uuden kokeilu ja harjoittelu on avain lapsen maksimaaliseen motoriseen kehitykseen. Harjoittelun, opastuksen ja kannustuksen puute tässä iässä estää monia yksilöiltä kehittämästä hahmottamis- sekä motorisia taitoja, joita tarvitaan haastaviin liikuntasuorituksiin. (Gallahue ym. 2012, 176- 179.)

Kasvu lapsuudesta murrosikään on huomattava psyykinen ja kulttuurillinen muutos, joka vaikuttaa ihmisen kasvuun ja motoriseen kehitykseen. Ajanjakso, joka tunnetaan murrosikänä, saa vaikutteita biologiasta ja kulttuurista. Murrosikä määritelläänkin siirtymäajan jaksoksi, joka sijaitsee lapsuuden ja aikuisuuden välissä. Siihen kuuluu biologista, kognitiivista sekä sosioemotionaalista kehitystä ja kasvua. Murrosiän alkuun kuuluu myös biologinen seksuaalinen kypsyminen. Murrosiän alkaminen lapsella ja nuorella huomataan pituuden ja painon kasvun kiihtymisenä. Näiden kasvupyrähdysten alkamisen ikä, kesto ja voimakkuus vaihtelevat yksilöittäin. Lapsen genotyyppi, perimä, antaa suuntaaviivat yksilölliselle kasvuille. Tähän voivat kuitenkin vaikuttaa ympäristölliset

vaikutteet, kuten ravinto ja fyysinen harjoittelu. Vaikka pystyttäisiin laskemaan kaikki geneettiset tekijät, olisi silti mahdotonta arvioida täysin oikein kuinka paljon lapsi tulee kasvamaan pituutta ja painoa, sillä yksilön ympäristölliset tekijät tulevat vaikuttamaan molempiin ennusteisiin. Murrosikäisen genotyyppi tulee kuitenkin näyttämään suurta roolia lineaarisesti kasvavissa ruumiinmitoissa, kuten seksuaalisessa kypsymisessä, luustollisessa kypsymisessä ja myös lopullisessa pituudessa, sillä käsien ja jalkojen pituudet määräytyvät lopullisesti perityn genetiikan mukaan. Myös luiden luutumisen ja se, minne rasva kertyy kehoon, ovat genotyypistä johtuvia. Toisaalta ympäristö vaikuttaa siihen, kuinka lähelle yksilö pääsee hänen geneettistä potentiaaliaan. (Gallahue ym. 2012, 289- 290.)

Murrosikäisen kasvupyrähdys on ensimmäinen silminnähtävä merkki murrosiän alkamisesta. Tämä vaihe kestää noin neljä ja puoli vuotta. Pojilla kasvupyrähdys alkaa noin 11-vuotiaana, ja he saavuttavat kasvupyrähdysen huipun 13-vuotiaana. Lopullisen pituutensa pojat saavuttavat 17 tai 18-vuotiaana. Tytöillä tämä kaikki tapahtuu keskimäärin kahta vuotta aikaisemmin. Tytöillä kasvupyrähdys alkaa noin yhdeksänvuotiaana, ja he saavuttavat kasvupyrähdysen huipun 11-vuotiaana ja saavat lopullisen pituutensa 16-vuotiaana. (Gallahue ym. 2012, 290.)

Painon kasvu on murrosiän aikana suurta ja hyvin usein yhteydessä pituuden kasvuun. Tytöt aloittavat myös painon kasvun poikia aikaisemmin, 10-vuoden iässä ja saavuttavat painon kasvun huipun 12 vuoden iässä, kun pojat aloittavat 11 vuoden iässä ja saavuttavat kasvun huipun 13 vuoden iässä. Huomioitavaa tässä on kuitenkin se, että poikien painon kasvu loppuu 14 vuoden iässä, kun taas tytöillä se loppuu 16 vuoden iässä. Molemmilla kuitenkin painon kasvu jatkuu läpi murrosiän, mutta huomattavasti hitaammalla tahdilla. Painon kasvu pojilla koostuu lähinnä pituuden ja lihasmassan kasvusta, kun taas rasvamassa lisääntyminen pysyy suhteellisen tasaisena. Tytöillä sitä vastoin painon kasvuun kuuluu suuresti rasvamassan sekä pituuden kasvu ja vähemmän lihasmassan kasvu. Luustosta ja sisäelimestä johtuvaa painon kasvua tapahtuu molemmilla, sekä tytöillä että pojilla. (Gallahue ym. 2012, 293- 294.)

Pituuden ja painon kasvu on silminnähden mahdollista huomata, mutta näiden lisäksi myös sydämessä sekä keuhkoissa tapahtuu huomattavaa kasvua. Sydän kasvaa noin puolitoistakertaiseksi ja kaksinkertaistaa painonsa murrosiän aikana. Lapsuuden aikana tytöillä on hieman poikia pienempi sydän. Murrosiän päätyttyä naisten sydän on huomattavasti pienempi kuin miehillä. Keuhkojen kasvu tapahtuu samaan tahtiin sydämen kasvuun kanssa. Keuhkojen koko ja hengityskapasiteetti kasvavat nopeasti murrosiän alkaessa. Sisäänhengitysnopeus vähenee koko lapsuuden ja murrosiän ajan, kun taas sisään hengitettävän ilman määrä kasvaa. (Gallahue ym. 2012, 294- 295)

Urheilussa käytettävien erikoisliikemallien oppiminen on todella paljon riippuvaista harjoittelusta, kunnollisesta opastuksesta ja kannustuksesta. Erikoisliikemallit ovat perusliikemallien ja spesifeihin urheilulajeihin liittyvien liikemallien yhdistämistä. Jo kuusivuotiaana lapset omaavat potentiaalinen suorittaa sujuvasti perusliikemalleja ja aloittaa erikoisliikemallien opettelu. Huolimatta siitä, että murrosikäisen nuoren pitäisi jo osata lyödä liikkuvaa kohdetta, kuten lentopalloa, monilta nuorilta puuttuu tämä taito. Tämä johtuu rajoittuneista mahdollisuuksista harjoitella tätä taitoa, huonosta tai puuttuvasta ohjauksesta tätä taitoa kohtaan sekä uskalluksen puutteesta. Vanhempien lasten, murrosikäisten ja aikuisten tulisi suorittaa perusliikemalleja jo taitavasti. Mikäli taidot eivät ole kehittyneet taitaviksi, sillä on suora yhteys yksilön lajispesifisten motoristen liikemallien opettelemiseen. Jotta yksilö osaisi käyttää mallikkaasti näitä motorisia liikemalleja, on hänen opetettava liikemallin kaikki osa-alueet. Henkilöstä ei voi olettaa tulevan taitavaa koripallon pelaajaa, mikäli hänen juoksemisen, heittämisen tai syötön vastaanottamisen taidot eivät ole vaadittavalla tasolla. Joidenkin tutkijoiden mielestä harjoittelu vie 8–12 vuotta aikaa ennen kuin lahjakas urheilija saavuttaa maailman eliittitason, ja kaikki tämä harjoittelu alkaa siirtymävaiheesta. (Gallahue ym. 2012, 306- 308)

Siirtymävaihe. Tämä vaihe on määritelty yksilön ensimmäisiksi yrityksiksi suorittaa ja yhdistellä taitavasti yhdistelmäliikkeitä. Tässä ajanjaksossa tulevat urheilijat opettelevat harjoittelemaan kehittääkseen taitojaan ja suorituskykyään. 8–12-vuotiaille tämä on kriittinen vaihe, minkä aikana perusliikemallit siirretään peleihin ja urheiluharrastuksiin. Valmentajat ja ohjaajat alkavat painottaa tarkkuutta ja taitoa erilaisissa peleissä, harjoituksissa ja leikeissä. Tässä

vaiheessa lapsen on tärkeää ymmärtää itse ajatus siitä, miten urheilutaitoja tulisi suorittaa. Hyvän ja huonon suorituksen vertailu on olennaista. Tästä alkaa monen vuoden prosessi nuoren urheilijan elämässä, jossa hän yrittää saavuttaa kansainvälisen huipputason. (Gallahue ym. 2012, 308.)

Soveltamisvaihe. Nuoret urheilijat, jotka ovat kunnialla selvinneet edellisestä vaiheesta läpi ja kehittäneet motorisia taitojaan, ovat nyt soveltamisvaiheessa. Tämän vaiheen aikana nuori yksilö alkaa käsittää itsestään fyysisiä rajoja, ja alkaa keskittyä tietynlaisiin urheilulajeihin sekä vapaa-ajalla että kilpaurheilussa. Painopiste on taidon kehittämisessä ja harjoittelu on avain taitojen kehittymiseen. Aloittelijan motoriset taidot kehittyvät paremmiksi soveltamisvaiheen aikana. Monimutkaisemmat liikkeet tulevat urheiluun mukaan, ja niitä käytetään sekä pihapeleissä että urheilutapahtumissa. Yksilöt, jotka ovat päässeet tähän vaiheeseen, ovat biologisesti kehitysvaiheessa. Tämä mahdollistaa lisääntyneistä harjoituskerroista johtuvan kasvun lihasmassassa, kestävyyydessä sekä verenkierto ja hengityselimistön kestävyyydessä. Tässä vaiheessa tarvittavat taidot ja taktiset opit on ymmärretty ja niitä yritetään hioa mahdollisimman taitaviksi. Tästä syystä on tärkeää suhteuttaa aktiviteetti yksilön mielenkiintoon, taitoihin sekä potentiaaliseen menestykseen. (Gallahue ym. 2012, 308- 309.)

Nuorten urheilu. Ideaalisessa tilanteessa 7–8-vuotiaat lapset kiinnostuvat kilpaurheilusta sen sosiaalisen vuorovaikutuksen, lisääntyneen tiedollisen kehityneisyyden ja lisääntyneen mielenkiinnon takia. Muutamat lajit, muun muassa alppihiihto ja telinevoimistelu, vaativatkin aikaista erikoistumista. Kuitenkin monet lajit, kuten kaikki joukkueurheilulajit, vaativat monipuolisempaa lähestymistä alkuvuosien harjoitteluun. Avain onnistuneeseen nuorten urheilijoiden harjoitteluun on kunnioittaa lapsen kehitysvaihetta. Tätä voidaan tehdä hienon muokkaamalla harjoituksissa suoritustempoa huomioiden kehitystason. Huolimatta siitä, että kronologisesti saman ikäiset nuoret voivat olla biologisesti eri vaiheissa, on määriteltä, että 12-vuotiailla tytöillä ja 14-vuotiailla pojilla olisi ideaalinen ikä lisätä aerobista, voima- sekä kestävyysharjoittelua. Nuorten urheilu antaa lapsille ja nuorille mahdollisuuden kehittää heidän taitojaan ja monia kovia fyysisiä harjoitteita kilpailullisissa tilanteissa. Kilpaurheilu ei kuitenkaan pitäisi olla ainoa keino lapsille päästä näyttämään heidän taitojaan.

Vapaa-ajan aktiviteetit kuten lenkkeily, tanssi ja kalastus ovat myös hyödyksi nuorille. (Gallahue ym. 2012, 309- 310.)

2.3 Psykologia

Suomennettuna psykologia tarkoittaa sieluoppia. Mielen toimintojen ja elimistön fyysisten toimintojen yhteys toisiinsa on tajuttu jo tuhansia vuosia sitten. Psykkistä toimintaa ei pystytä paikantamaan aivoissa yksittäisiin keskuksiin, sillä aivot toimivat kokonaisuutena. Fyysinen muutos näkyy psyykkessä ja päinvastoin. Ajattelu voi muuttua ja mieliala vaihdella. Psyykkinen tila - iloisuus ja masentuneisuus - vaikuttavat myös elimistön toimintaan. Ihmisen fyysinen ja psyykkinen toiminta ovat jatkuvassa kaksisuuntaisessa vuorovaikutuksessa. Ihminen on psykofyysinen kokonaisuus, joka on yhteydessä sosiaaliseen ympäristöönsä. Sosiaalinen ympäristö vaikuttaa elimistössämme psyykkemme kautta. (Vilkko-Riihelä 1999, 17, 90- 91.)

Lapsella on syntyessään jo omaa minä-tietoisuutta, joka on kuitenkin hyvin jäsentymätöntä mutta kehityksen kannalta tärkeää. Kolmen vuoden iässä lapsi alkaa sisäistämään ulkomaailmaa ja säilyttämään sisäisiä mielikuvia ulkoisista tapahtumista pidempiä aikoja. Näiden vaiheiden jälkeen voi syntyä itsenäinen ajattelu. Ennen kouluikää lapselle kehittyy oma sisäinen maailmansa, jossa hän muodostaa tapahtumista omien kokemusten ja ymmärryksen varassa mielikuvia ja ajatuskokonaisuuksia. Näiden asioiden avulla lapsi tuntee että on hyväksytty ja osa sosiaalista kokonaisuutta, lähinnä perhettä. Lisäksi hän muodostaa oman sosiaalisen identiteetin ja saavuttaa jonkinlaisen sukupuoli-identiteetin. Vaikka lapsi osallistuu jo moniin aikuisten askareisiin ja toimintoihin, on hänen sisäinen tietoisuutensa maailmasta vielä hyvin erilainen ja mielikuvitus vilkas. Yhdeksän ikävuoden iässä lapsi alkaa vahvistumaan yksilöllisesti ja osoittamaan mielipiteitään sekä vaatimaan oikeuksiaan. Lapsi elää vielä omassa mielikuvitus- ja toivemaailmassa, eikä ole saavuttanut loogisen abstraktisen ajattelun tasoa. 10–12 vuoden iässä lapsi jatkaa samaistumista omaa sukupuolta olevaan vanhempaan. 12 ikävuodesta aikuisuuteen lapsen pitää oppia ohjaamaan elämäänsä oman yksilöllisyyden kautta yhä tietoisemmin suhteesta muihin ihmisiin, luontoon ja koko maailmankaikkeuteen. Tämä

oppiminen jatkuu koko elämän ajan, mutta nuoruudessa se on erityisen voimakasta. (Dunderfelt 201, 65–85.)

2.4 Luusto

Luuston tärkeimpiä tehtäviä on antaa mekaaninen suoja ja tuki keskushermostolle ja tärkeille sisäelimille, olla vipuvartena lihaskudoksen muodostamille voimille, tuottaa punasoluja verenkiertoon sekä olla elimistön ionivarasto. Ihmisen luuranko koostuu yhdestä keskiosasta ja neljästä ääreisosasta, jotka liittyvät tukirankaan olka- ja lonkkanivelten välityksellä. Luita peittää sidekudoksesta koostuva luukalvo, periosti, joka mahdollistaa verisuonille pääsyn luuhun. Luun sisempi kalvo, endosti, sijaitsee hohkaluun ympärillä. (Kauranen & Nurkka 2010, 34- 36.)

Luuston kehittyminen

Luukudos on suuren aineenvaihdunnan omaavaa kudosta, jota hajotetaan ja valmistetaan jatkuvasti koko eliniän ajan. Tähän aineenvaihduntaan osallistuvia luusoluja on luukudoksessa viittä eri tyyppiä. Luusolujen esiasteita ja uusia luusoluja tuottavia soluja kutsutaan preosteoblasteiksi ja osteoblasteiksi. Luukudosta hajottavia soluja vastaavasti kutsutaan preosteoklasteiksi ja osteoklasteiksi. Aikuiset ja kypsät luusolut ovat puolestaan osteosyyttejä. (Kauranen & Nurkka 2010, 36- 37.)

Luun huippumassa saavutetaan 20–30 vuoden iässä. Luuston huippumassan kehittymiseen vaikuttavat geneettiset tekijät, ravinto ja liikunta. Vanhetessa osteoklastien ja osteoblastien aktiivisuustasapaino voi kääntyä osteoklastien puolelle, jolloin luukudosta hajotetaan enemmän kuin muodostetaan, mikä voi pahimmillaan johtaa luukatoon, eli osteoporoosiin. Luumassa alkaa vähentyä 30–50-vuotiailla miehillä noin 0,5–0,8 % ja naisilla 0,8–1,0 % vuodessa. Hohkaluussa massan vähentyminen on nopeampaa kiinteään luukudokseen verrattuna. (Kauranen & Nurkka 2010, 41- 42.)

Liikunnalla ja fyysisellä aktiivisuudella on huomattava merkitys luukudoksen synteessin ja resorption toimintaan. 20–30-vuotiailla liikuntaa säännöllisesti harrastaneilla henkilöillä luukudoksen määrä on noin 10 % korkeampi kuin vä-

hän liikuntaa harrastaneilla. Liikunnan vaikutus näyttäisi olevan sitä suurempi, mitä varhaisemmassa vaiheessa säännöllinen liikunta on aloitettu. Liikunnalla saadaan parhaat vasteet luukudokseen, mikäli fyysinen rasitus ajoittuu puberteetti-ikään sekä muutamia vuosia sitä edeltäneeseen ajanjaksoon. Tämän jälkeen vasteet fyysisestä aktiivisuudesta ovat selvästi matalammat. Nuoremmalla iällä liikunnan avulla luumassaa voidaan kasvattaa, mutta ikääntyessä liikunnan vaikutukset kohdistuvat pitkälti luukadon sekä luun resorptioprosessin hidastamiseen että ehkäisyyn. (Kauranen & Nurkka 2010, 45.)

Uutta luukudosta syntyy ihmisen eliniän aikana pääsääntöisesti neljässä eri vaiheessa. Ensimmäinen luukudoksen syntymisen vaihe on luukudoksen kasvu ja tukirangan kehitys sikiökaudella. Luusto kehittyy raskauden ensimmäisen kolmanneksen aikana. Tänä aikana luukudosta voi syntyä kahdella eri tavalla. Sidekudossyntyisessä tavassa luukudosta syntyy suoraan alkukantaisesta sidekudoksesta, esimerkiksi kallon luista. Rustokudossyntyisessä tavassa luukudosta syntyy puolestaan aikaisemmasta rustoisesta mallista, esimerkiksi selkärangasta. Luuston kehittyminen alkaa keskeisimmistä osista ja leviää sikiökehityksen aikana kohti raajoja. Sidekudossyntyisessä kehityksessä luukudosta muodostavat osteoblastit, jotka erikoistuvat sidekudossoluista ja alkavat muodostaa ympärilleen soluväliainetta sekä mineralisoida sitä. Lopulta osteoblastit hautautuvat muodostamaansa väliaineeseen ja muuttuvat osteosyyteiksi. Rustokudossyntyisessä kehityksessä rustomalleihin alkaa kehittyä luutumiskeskuksia, joiden ilmaantuminen jatkuu aina murrosikään asti. Yksittäisessä luussa näitä luutumiskeskuksia voi olla useita. Luutumiskeskuksissa rustosolut alkavat tuhoutua, jolloin rustomallin sisälle jää onteloita, joihin alkaa lopulta kasvaa verisuonia. Verisuonien mukana onteloihin leviää myös osteoblasteja, jotka alkavat tuottaa soluväliainetta ja erikoistua osteosyyteiksi. Tämän kehityksen seurauksena rustokudos alkaa muuttua luukudokseksi. (Kauranen & Nurkka 2010, 38.)

Toinen luukudoksen kasvun ajanjakso on luun lisääntyminen ja muotoutuminen muun normaalin kasvun aikana syntymästä 18 ikävuoteen asti. Pituuskasvu luussa tapahtuu luun epifyysilinjoissa, joissa rustokudos muotoutuu pikkuhiljaa luukudokseksi. Molemmissa päissä luun epifyysilinjassa uloimpana on proliferaatiokerros, jossa rustosoluja lisääntyy paljon synnyttäen uutta rusto-

kudosta luun päitä kohti. Tämän prosessin myötä luu kasvaa pituutta. Tämä kasvu johtaa myös samalla luun läpimitan sekä ydinontelon kasvuun. 17–18 vuoden iässä, kun luu saavuttaa lopullisen pituutensa, epifyysilinjojen profilaatiokerros sulkeutuu, eikä luu voi enää kasvaa pituutta. Sulkeutuneeseen epifyysilinjaan kasvaa tiivistä luukudosta hohkaluun keskelle, mistä johtuu, että se näkyy myöhemmälläkin iällä esimerkiksi röntgenkuvissa. Luumassan lisääntyminen on melko tasaista koko elämän ajan, paitsi murrosiän aiheuttaman kasvupyrähdyksen aikana. (Kauranen & Nurkka 2010, 39.)

Kolmas luukudoksen syntymisen vaihe on luun uudelleen muotoutuminen aikuisiän aikana. Tämän prosessin perusta on osteoklastien ja osteoblastien luuta hajottava ja luuta muodostava toiminta, sekä niiden tasapaino. Aikuisen ihmisen luukudoksesta joka vuosi vain noin 7–10 % uusiutuu, jolloin koko luukudoksen uusiutuminen kestää noin 10–15 vuotta. Vastasyntyneellä koko luukudos uusiutuu kuitenkin jopa kerran vuodessa, sekä murrosikäiselläkin vielä kerran kahdessa vuodessa. Hohkaluu uusiutuu huomattavasti kiinteätä luuta nopeammin. (Kauranen & Nurkka 2010, 39- 40.)

Luuston murtuma

Neljäs luukudoksen syntymisen vaihe on luunmurtuman paraneminen. Murtumia on kahdenlaisia, avo- sekä umpimurtumia riippuen siitä, onko murtumalueelle ilmayhteys. Avomurtumassa on aina merkittävä infektion vaara, mutta myös umpimurtumassa tulee huomioida murtuman seurauksena syntyvät mahdolliset pehmytkudos- ja sisäelinvauriot. Murtumatyyppejä sen sijaan on monenlaisia, riippuen miten ja millä tavalla luu on murtunut. Yleisimpiä murtumatyyppejä ovat pajunoksa-, epätäydellinen-, poikki-, viisto-, kierre-, pirstalle-, rasitus- sekä patologiset murtumat. Vaarallisimpia luunmurtumat ovat, kun ne kohdistuvat kalloon, selkänikamiin, kylkiluihin tai lantioirenkaaseen. Murtuman yhteydessä luiden päät usein siirtyvät pois paikaltaan lihasten vetovoiman ansiosta. Tällainen murtuma ei aina parane itsekseen tai luunpäät voivat ainakin luotua väärään asentoon. Tällaiset murtumat korjataan joko vetämällä luunpäät paikalleen, tai kirurgisella toimenpiteellä käyttäen levyjä ja ruuveja. Näiden toimenpiteiden lisäksi parhaaseen mahdolliseen paranemisprosessiin

tarvitaan murtuma-alueen immobilisaatio eli kipsaus muutamaksi kuukaudeksi. (Kauranen & Nurkka 2010, 40.)

Aikuisten yleisimmät luunmurtumat paranevat normaalisti noin kolmessa kuukaudessa. Lapsilla tämä paranemisprosessi on hieman nopeampi. Kun murtuneen luun päät on saatu paikalleen oikeaan asentoon, käynnistyy paranemisprosessi saman tien. Ensiksi murtumakohtaan vuotaa verta luun sisäisistä katkenneista verisuonista, mikä irrottaa periostin luun pinnasta. Murtumakohdassa tapahtuva verenkierron katkeaminen aiheuttaa luukudoksen kuolion lähellä murtumaviivaa. Tämän jälkeen alueella olevat osteoblastit alkavat lisääntyä ja muodostavat yhtenäisen solusillan irronnutta periostia ja endostia pitkin. Tätä solusiltaa pitkin kasvaa myös hiusverisuonistoa. Kuoliossa ollut luukudos ja verenpurkauma alkaa sulaa pois murtuma-alueelta, ja aktivoituneet osteoblastit alkavat tuottaa luuväliainetta ja osteosyyteiksi murtumalinjassa. Murtumakohdan ympärille alkaa muodostua luutuppi, joka on suhteellisen heikko rakenteeltaan. Lopuksi osteoblastit mineralisoivat muodostuneen luukudoksen, jolloin luun murtumakohta saa lopullisen lujuuden. Tämän aikana murtuman ympärille muodostunut kallus alkaa ohentua, ja murtumakohta palaa takaisin entiseen paksuuteen ja vahvuuteen. (Kauranen & Nurkka 2010, 40.)

Rasitusmurtuma syntyy toistuvista mikrotraumoista, jotka ylittävät luun korjautumiskyvyn. Normaali fyysinen rasituskin aiheuttaa toistuvia pientä kuormitusta, mutta yleensä nämä vauriot ehtivät korjaantua levossa normaalin luun uudistumisen yhteydessä ennen kuin ne kehittyvät varsinaisiksi rasitusmurtumiksi. Luukudoksen synteessin estyminen korjausprosessin aikana, pitkään toistuva rasitus tai poikkeuksellisen suuri kuorma voivat muuttaa tämän normaalin korjausprosessin tasapainoa, jolloin näistä pienistä traumaista kehittyy rasitusmurtuma. Tässä murtumatyypissä luut eivät yleensä dislokoidu eli luun päät eivät jää virheasentoon, ja monesti murtuma paranee kuormitusta vähentämällä tai immobilisaatiolla. Rasitusmurtumasta voi myös joskus kehittyä luuhun niin sanottu valenivel, jolloin luun murtumapinnat eivät kasvakaan yhteen, vaan liikkuvat toisiinsa nähden samalla tavalla kuin oikea nivel. Tämä valenivel vaatii leikkaushoitoa, jossa asennetaan metallilevyjä tueksi murtuman ympärillä. (Kauranen & Nurkka 2010, 40- 41.)

3 LASTEN JA NUORTEN URHEILUVAMMAT

Vaikka voimaharjoitteluun voi sisältyä jonkinasteinen mahdollisuus tuki- ja liikuntaelin vammaan, ei riski silti näytä olevan yhtään isompi kuin muissa urheilulajeissa tai toiminnoissa, joihin lapset jatkuvasti osallistuvat. Urheiluun liittyvissä vammoissa voimaharjoittelu oli mukana 0,7 %:ssa tapauksista, kun taas amerikkalainen jalkapallo 19 %:ssa kaikista vammoista. Korkeimmat vammamäärät suhteessa osallistujiin olivat amerikkalaisessa jalkapallossa, painissa ja telinevoimistelussa. (Faigenbaum & Myer 2009, 4.) Korkeimmat lajikohtaiset urheiluvammariskilajit pojilla ovat jääkiekko, rugby, koripallo, jalkapallo ja amerikkalainen jalkapallo, sekä myös paini, juoksu ja lumilautailu (Bergeron, Mountjoy, Armstrong, Chia, Côte, Emery, Faigenbaum, Hall, Kriemler, Léglise, Malina, Pensgaard, Sanchez, Soligard, Sundgot-Borgen, van Mechelen, Weissensteiner & Engebretsen 2015, 4). Korkein vammautumisriski näistä oli jääkiekossa ja pienin oli jalkapallossa (Spinks & McClure 2007, 2). Tyttöillä riskialtteinimmat lajit vammoille ovat koripallo, jalkapallo, jääkiekko, voimistelu, maahockey ja juoksu. Yhdistetty osallistuminen useampaan näistä korkean vammariskin omaavista lajeista aiheuttaa suurimman vammariskin lasten ja nuorten urheilussa. (Bergeron ym. 2015, 5.) Yleisesti vammat lisääntyvät iän myötä, mutta ei kuitenkaan kaikissa lajeissa, sillä jääkiekossa nuorimmilla pelaajilla on suuremmat vammamäärät verrattuna vanhempiin ikäluokkiin (Spinks & McClure 2007, 23). Urheilulajina painonnosto voi olla suhteellisen turvallista, kunhan tarjotaan ikään sopivaa harjoittelua ja valmennus on asian- tuntevaa. Mikään tieteellinen näyttö ei todista, että oikein suoritettu ja järkevästi etenevä painonnostoharjoittelu tai kilpaileminen olisi riskialttiimpaa kuin mikään muu urheilulaji. Tästä huolimatta loukkaantumisriski on mahdollinen, kun suoritetaan moninivel-liikkeitä vapailla painoilla. Valmentajien pitää huomioida, miten kauan kestää opettaa lapsille ja nuorille painonnoston harjoituksia, ja edetä helpommasta vaikeampaan, esimerkiksi etukyykystä tempausva- laan. Lopulta voidaan edetä jopa olympianostoihin asti kuten esimerkiksi tempaukseen ja rinnallevetoon. (Faigenbaum ym. 2009, 3.) Huolimaton käyttäytyminen, laitteen toimintahäiriö, ammattitaidoton valvonta lisäävät kotona tapahtuvan voimaharjoittelun vammariskiä lapsilla ja nuorilla (Fleck 2011, 4).

Urheiluun liittyvät vammat voivat johtua osin siitä, etteivät nuoret urheilijat ole fyysisesti tarpeeksi hyvässä kunnossa kilpailemaan. Yksi syy tähän voi olla nuorten kasvanut liikkumattomuus vapaa-ajalla. (Fleck 2011, 3.) Lapsilla ja nuorilla tuki- ja liikuntaelin elimistö ei ole liikkumattomuuden takia kehittynyt urheilun ja kilpailemisen vaadittavalle tasolle, jonka takia vammariski on suurempi. Lasten ja nuorten liikkumattomuus johtaa siihen, että nuorten urheilijoiden kehot eivät ole valmiita käsittelemään viikoittaisten harjoitusten ja viikonlopun kisojen rasitustasoja. (Faigenbaum & Myer 2010, 2-3.) Kilpaurheilun yksi haittapuoli on, että vammariski kasvaa mitä enemmän urheillaan ja mitä korkeammaksi intensiteetti kasvaa (Boström, Thulin, Fredriksson, Reese, Rockborn & Hammar 2015, 1). Voimaharjoittelusta ilmenevä vamma voi tulla jos intensiteetti, voimatasot tai toistomäärät ylittävät harjoittelijan sietokyvyn, tai jos urheilija ei ole ehtinyt palautua edellisestä harjoituksesta kunnolla (Faigenbaum & Myer 2009, 4). Fyysisten vaatimusten kasvu urheilussa on yksi johtava tekijä lasten ja nuorten vammoihin, mikä voi myös johtaa siihen, että urheilija lopettaa urheilemisen (Boström ym. 2015, 1).

Perinteinen voimaharjoitteluun liittyvä pelko on epifyysin eli kasvulevyn vaurioituminen. Kasvulevy voi olla 3–5 kertaa heikompi kuin ympäröivä sidekudos, ja se voi olla vähemmän vastustuskykyinen leikkaaville ja repiville voimille. Tämän alueen luuvammat voivat johtaa harjoitusten väliin jättämiseen, huomattavaan epämukavuuteen sekä kasvun häiriöihin. (Faigenbaum & Myer 2010, 3.) On olemassa erilaisia urheiluvammoja, jotka jaotellaan niiden syntymistavan kautta. Akuutit vammat, jotka johtuvat äkkinäisestä traumasta, ja ylirasitus vammoja, jotka kehittyvät vähitellen. Myös erilaiset sisäiset- ja ulkoiset tekijät vaikuttavat vammojen syntyyn. Ulkoisiin vammatekijöihin sisältyvät huonot suojaavat varusteet, säännöt ja määräykset, pelialustan sekä paineet vanhemmilta. Sisäiset vammatekijät ovat sellaisia, joihin ei voi vaikuttaa, kuten sukupuoli, persoonallisuus, ikä, luuston kehitys tai edelliset vammat, tai muokattavia asioita, kuten lihasvoima, nivelten stabiliteetti, sosiaaliset tekijät, selviytymisstrategiat, kuntotaso, koordinaatio ja psykososiaaliset vaikutukset. (Boström ym. 2015, 1.) On olemassa yleisiä riskitekijöitä, jotka liittyvät kaikkiin lasten ja nuorten urheiluvammoihin. Näitä ovat lapsen kasvupyrähdys, ikä, biologinen kypsyys, kehon koko, huono valmennus, kunto ja aikaisempi vamma. Muita hypoteettisia riskitekijöitä ovat lihasepätasapaino, puutteellinen ra-

vinto, sopimaton välineistö, vaarallinen harjoittelutoiminta, huono harjoittelutekniikka, tekniikkavirhe ja huono harjoittelunohjeistus. (Faigenbaum & Myer 2009, 4.)

Yksi huolenaihe on plyometrisen harjoittelun soveltuvuus ja turvallisuus lapsilla ja nuorilla. Toisin kuin perinteinen voimaharjoittelu, plyometrinen harjoittelu koettelee vartalon dynaamista voimantuottoa. Siihen sisältyy nopea eksentrisen vaihe, jota seuraa välittömästi nopea lihaksen konsentrisen vaihe. Kun tämä lihaksen pitenemisen ja lyhenemisen sykli suoritetaan nopeasti, saadaan aikaan suurempia lihasvoimia kuin mitä saataisiin, jos lihasta ei venytettäisi juuri ennen lihastyötä. Saatavilla oleva tutkimustieto ei osoita, että ikään sopeutettu plyometrinen harjoittelu olisi vaarallista. Harjoitusohjelmissä, joissa on käytetty plyometristä harjoittelua, on löydetty sen lisäävän liikelaajuutta, parantavan toiminnallisia kykyjä ja vähentävän urheiluun liittyviä vammoja nuorilla urheilijoilla. (Faigenbaum ym. 2009, 3.) Plyometrinen harjoittelu voi olla lapselle ja nuorelle turvallinen ja vaikuttava harjoitusmuoto, kunhan se on oikein opastettu ja annosteltu, sekä kuormitusta lisätään järkevästi harjoittelun edetessä. Plyometriseen harjoitteluun pätevät samat lainalaisuudet kuin kaikkeen muuhunkin harjoitteluun. Valvonnan laatu ja ohjeistus pitää olla riittävää sekä harjoitustekniikan opettaminen pitää osata valmentajan toimesta. Edistyminen painojen kanssa ja viikoittainen harjoittelumäärä tulee olla maltillista. (Faigenbaum & Myer 2009, 4.)

Johtuen lasten ja nuorten lisääntyneestä osallistumisesta järjestettyyn urheilutoimintaan ovat myös raportoitujen urheiluvammojen määrät lisääntyneet (Fleck 2011, 3). Jos otetaan huomioon kaikki mahdollisuudet harjoituksissa ja peleissä, jolloin vammautuminen voisi tapahtua, on vammariski kuitenkin erittäin pieni. Kun vielä huomioidaan urheilusta saavutettavat, niin fyysiset ja psykologiset hyödyt ja edut, voitaisiin sanoa riskin olevan ottamisen arvoinen (Spinks & McClure 2007, 24.)

4 LASTEN JA NUORTEN VOIMAHARJOITTELU

Voimaharjoittelu määritellään harjoitteeksi, jossa kehon lihaksilla tuotetaan tai yritetään tuottaa liikettä ulkoista vastusta vastaan, joka voi olla jonkinlainen väline tai laitteisto. Englannin kielestä termille voimaharjoittelu löytyy kolme

vastaavaa synonyymiä, jotka ovat *resistance training*, *strength training* ja *weight training*. Tarkemmin tarkasteltuna termit *resistance-* ja *strength training* sisältävät laajan kirjon erilaisia harjoitusmetodeja, mukaan lukien plyometrian ja mäkijuoksut. *Weight training* taas tyypillisesti viittaa voimaharjoitteluun, jossa käytetään vapaita painoja tai jonkinlaista voimaharjoittelulaitetta. Voimaharjoitteluohjelmaan osallistuvat henkilöt odottavat harjoitusohjelman tuottavan tietynlaisia muutoksia fyysiseen kuntoon ja terveyteen. Voimaharjoittelun vaikutuksia ovat muun muassa lisääntynyt voima, rasvattoman massan lisääntyminen, alentunut kehon rasvapitoisuus ja parantunut suorituskyky joko urheilusuorituksissa tai päivittäisessä elämässä. (Fleck & Kraemer, 2004, 3.)

Voimaharjoittelu lapsille ja nuorille on saavuttanut hyväksyntää ja suosiota lähinnä siksi, että voiman tasojen kasvua voi esiintyä, luun kehittymistä voidaan tehostaa ja voimaharjoittelulla on vammoja ennaltaehkäisevä vaikutus. Tällöin on kiinnitettävä huomiota harjoitteluohjelmaan, jossa huomioidaan lapsen biologinen ja henkinen ikä. Ohjelman laatijan tulisi ottaa huomioon harjoitteiden sietokyvyssä ja turvallisuusasioissa lapsen kehitys ja heidän fyysiset eroavaisuudet, jotta akuutit tai krooniset vammat saataisiin minimoitua, sekä harjoittelusta saataisiin maksimaalinen hyöty irti. (Fleck & Kraemer 2004, 302.) Kaikkiin huoliin ja kysymyksiin on nykyään tieteellisesti perusteltuja vastauksia toisin kuin ennen, mutta silti monet väärinkäsitykset ja väärinymmärrykset lasten ja nuorten voimaharjoittelun vaaroista ja siitä kuinka se voidaan mukauttaa lapsille ja nuorille ovat jääneet elämään (Fleck & Kraemer 2004, 288).

Systemaattisen voimaharjoittelun tulisi olla riippuvainen jokaisen lapsen yksilöllisestä kehitystasosta. Ruotsissa tehdyssä katsauksessa 7–8 vuoden ikä nähdään kiintopisteenä voimaharjoittelun aloittamiseen (Tonkonogi 2009, 5). Hyvin laajasti lasten ja nuorten voimaharjoittelua käsittelevässä ”position statementissä” mainitaan, että huolimatta kronologisesta iästä kaikkien lasten, jotka ovat henkisesti tarpeeksi kypsiä hyväksymään ja kuuntelemaan ohjeita suositellaan osallistumaan voimaharjoitteluun. Huomiota tulee myös kiinnittää lapsen tasapainotasoon ja pystyasennon ylläpidon kontrolliin. (Lloyd ym. 2014, 5.)

Lapsille ja nuorille on hyvin laaja kirjo tarjolla olevia harjoitusmuotoja ja harjoitusvälineitä, jotka ovat erityisesti heille mitoitettu ja ensisijainen huomio lapsuusaikana tulee keskittää erityisesti tekniseen pätevyyteen (Lloyd ym. 2014, 6). Soveliainta olisi aloittaa voimaharjoittelu ilman lisävastusta, jotta voidaan opetella oikea tekniikka. Kun lapsi tai nuori osaa oikean tekniikan, voidaan vastusta tai painoja lisätä. (Tonkonogi 2009, 6.) Välineiden sopivuus ja lasten testaus pyrkivät siihen, että nuorukainen mahdollisesti osallistuisi voimaharjoitteluohjelmaan. Erityisesti lapsille ja nuorille suunnitellut käsipainot, tangot ja säädettävät voimaharjoitteluvälineet ovat tärkeitä, jotta voidaan asianmukaisesti ja turvallisesti toteuttaa liikkeitä oikealla tekniikalla. Jotkut saatavilla olevista voimaharjoittelutavoista, kuten omapainoharjoittelu, kuntosalilaitteet, vapaat painot eli tangot ja käsipainot, elastiset kuminauhut ja kuntopallo ovat todistetusti aikaan saaneet fysiologista adaptaatiota ja suorituskyvyn parantumista, kun näitä on käytetty lasten ja nuorten voimaharjoitteluohjelmissa. Yksilölle suositeltava harjoitusmalli on suurilta osin riippuvainen yksittäisen nuorukaisen teknisestä kyvykkyydestä ja fyysisestä kunnosta. Tähän vaikuttaa myös valmentajan tietotaito, harjoitusohjelman tavoitteet ja tietenkin käytettävissä oleva laitteisto ja välineet. Sen jälkeen kun kaikki yleiset kehon omalla painolla tehdyt harjoitustekniikat ovat kunnossa eli kyykyt, askelkyykyt, työnöt ja vedot, pitäisi vapailla painoilla suoritettavia liikkeitä sisällyttää mukaan harjoitusohjelmaan. Tämä sen takia, koska vaihtoehtoiset harjoitusmuodot, esimerkiksi kuntosalilaitteilla tehdyt harjoitteet, näyttäisivät stimuloivan vähemmän lihasaktivaatioita ala- ja yläkehossa sekä koko kehossa. Tämä tutkitu tieto perustuu aikuisotannalla tehtyihin tutkimuksiin. Teknisesti pätevälle yksilölle dynaamista sujuvuutta voidaan parantaa moninivelliikkeillä ja nopeusomaisilla liikkeillä, esimerkiksi vapailla painoilla suoritettavissa painonostoliikkeillä ja plyometrisillä harjoitteilla. Lapsille ja nuorille, joilla on vähäinen harjoituskokemus ja jotka ovat teknisesti heikkoja esimerkiksi nuoren harjoitusiän takia, pätevyityneiden ammattilaisten tulisi käyttää harjoitteita, jotka ovat suunniteltu parantamaan lihasvoiman kehittymistä ja parantamaan nuorukaisen perustavanlaatuisia motorisia taitoja. (Lloyd ym. 2014, 6.)

Lapsuusaikaa pidetään merkittävänä aikana motoristen taitojen kehittämiseen, koska näiden vuosien aikana hermolihasjärjestelmällinen koordinaatio saattaa mahdollisesti muokkaantua. Tämän kehitymisajanjakson aikana lapset koke-

vat nopean aivojen kypsymisen. Tänä aikana suositellaan lapsen tutustuttamista keskeisille liikemalleille, koska tällöin tapahtuu luonnollinen vahvistuminen hermostollisten synapsireittien välillä sekä synapsien karsiminen. Tätä pidetään hyvin tärkeänä aikana. Erityisesti pitkäntähtäimen urheilijan kehittämisessä ja fyysisesti aktiivisessa elintavassa tämä korostuu. Heti, kun lapsi on osoittanut vaadittavaa teknistä osaamista, voi häntä perehdyttää edistyneempien harjoitteiden pariin, mitkä haastavat lapsen koordinaatiota ja vaativat suurempia määriä voimantuottoa. Varsinkin painonnostoharjoittelua harkittaessa, missä harjoitteet ovat luonteeltaan hyvin monimutkaisia, tutkijat ovat suositelleet, että aikainen tutustuminen pitäisi keskittyä tekniseen kehittymiseen ja siinä tulisi käyttää erilaisia välineitä ja kevyitä ulkoisia painoja. (Lloyd ym. 2014, 6.)

Lapsen tai nuoren altistaminen liialliselle harjoitusintensiteetille oikeiden harjoittelutekniikoiden kustannuksella voi altistaa akuuteille vammoille. Liialliset harjoittelumäärät voivat myös aiheuttaa ylikuntoilan. Näiden mahdollisten haittojen vuoksi on tärkeää painottaa pätevyityneiden ammattilaisten ymmärrystä voimaharjoitteluannostelusta lapsilla ja nuorilla. Ymmärrystä lasten ja nuorten eri ikien ja kypsyystasojen erityisestä monimuotoisuudesta ei voida turhaan painottaa liikaa. (Lloyd ym. 2014, 6.)

Oikeanlainen intensiteetin annostelu lapsille ja nuorille vaatii aikuisten tavoin prosenttiosuuksia yhdentoiston maksimista (1RM). Tutkimukset osoittavat, että maksimivoiman ja tehon testaus lapsilla ja nuorilla on turvallista ja luotettavaa, kun toteutetaan standardoituja protokollia ja toteutusta seuraa pätevyitynyt ammattilainen. Kuitenkin ryhmien koosta ja mittausolosuhteista riippuen ammattilaiset voisivat hyötyä vaihtoehtoisista välineistä ja tavoista mitata voimaa lapsilla ja nuorilla. Tämän vuoksi nuorukaisilla voimaa voidaan tarvittaessa mitata ennustavilla yhtälöillä, joissa yhdentoiston maksimi voidaan arvioida useammasta toistosta. Voimaa ennustavaa yhtälöä käytettäessä on kuitenkin huomioitava, että mitä enemmän tehdään toistoja, sitä epäluotettavimpia ovat kaavoista saatavat tulokset. Toinen huomioitava asia lasta ja nuorta testattaessa useilla toistolla on, että väsymys vaikuttaa toistojen tekniikkaan testisarjaa suorittaessa. Käytännöllisin tapa testata lasta ja nuorta näyttäisi kuitenkin olevan yksinkertaiset vertikaalinen hyppy-, pituushyppy- ja käden pu-

ristusvoimatestit. Näiden on huomattu korreloivan hyvin yhdentoiston maksimin kanssa nuorukaisilla ja niiden suorittaminen voisi olla helpompaa esimerkiksi kouluilla ja vapaa-ajan aktiviteeteissa. Ratkaisevaa on kuitenkin huomata, että lapsen taikka nuoren tulee osoittaa vakaata teknistä kykyä suorittaa yhden toiston maksimitesti tai vaihtoehtoisesti jokin toinen testitapa. (Lloyd ym. 2014,6.)

Voimaharjoittelun tulisi olla kaikille yksilöille helposti lähestyttävää ja järjestettyä tasavertaisessa ympäristössä. Pojille ja tytöille sekä lapsille, joilla on toimintaeste, pitäisi osata keksiä voimaharjoitteita mukautetusti. Huomiota tulee kiinnittää yksilön ominaisuuksiin, jotta voidaan edistää hänen terveyttään ja suorituskykyään. (Tonkonogi 2009, 5.) Kun voimaharjoitteluun tottumaton huonolla teknisellä kyvykkyydellä omattu lapsi tai nuori aloittaa osallistumisen viralliseen voimaharjoitteluohjelmaan, on yhden toiston maksimi (1RM) mittaukset (aktuaalinen tai ennustava) turhia tässä vaiheessa. Testeillä määriteltävä intensiteetti ei tässä vaiheessa ole niin oleellista. Tällöin olennaista olisi, että sopiva toistomäärä tulisi muotoutua teknisen kyvykkyyden mukaan. Näin lapsi tai nuori voisi saada oman lähtötason mukaisen intensiteetin harjoitteluun. (Lloyd ym. 2014,6.) Alkuun suositellaankin voimaharjoittelukertoja 1–3 viikossa ja harjoitusten tulisi kestää 20–40 minuuttia. Jokainen voimaharjoittelukerta tulisi aloittaa 10–15 minuutin alkulämmittelyllä, joka sisältää dynaamisia harjoitteita usealle eri lihasryhmille. (Tonkonogi 2009, 5.)

Myöhemmin voidaan ulkoista taakkaa lisätä, kun suoritustekniikat ovat kylliksi parantuneet. Yksilöille joilla on aikaisempaa kokemusta voimaharjoittelusta, ensimmäisen ohjelman tulisi sisältää alhaisen määrän sarjoja, eli noin 1–2 sarjaa ja joko alhaisen tai maltillisen harjoitteluintensiteetin ($\leq 60\%$ 1RM) harjoitteiden monimuotoisuuden tai laajuuden ja liikelaajuuden vuoksi. Tämän tyylinen harjoittelu sen takia, että voidaan suorittaa laajemmalla rintamalla eri harjoitteita, ja käyttää mahdollisimman suurta liikelaajuutta harjoitteissa. Se myös palvelee lihaksen voimantuotto ominaisuuksien parantumista koko liikeradalta ja monipuolisuutta. (Lloyd ym. 2014, 6.) Hyvä olisi myös kiinnittää huomiota lihasryhmiin, jotka eivät saa riittävästi kuormitusta muista aktiviteeteista, mutta ovat kuitenkin olennaisia terveystieteiden näkökulmasta. Näitä alueita ovat

erityisesti suora vatsalihas, vinot vatsalihakset, pakarat sekä reidet ja tytöillä erityisesti yläraajat. (Tonkonogi 2009, 6.)

Ensiarvoisen tärkeää olisi huomata, että kun lapset altistetaan usean nivelen liikkeille kuten esimerkiksi kyykylle, voi tällöin usean toiston sarjat olla haitallisia motoriselle kehitykselle. Useamman toiston sijaan lapsille ja nuorille suositellaan 1–3 toistoa, minkä aikana annetaan reaaliaikaista palautetta jokaisen toiston jälkeen. Tällä varmistetaan turvallinen ja oikean liikemallin kehittyminen. Erityisesti tällainen harjoittelu koskee painonnostoliikkeitä, jotka luontaisesti vaativat useammin palautetta, johtuen liikkeiden kasvaneista teknisistä vaatimuksista. Sitten, kun perusharjoitetekniikat ovat kunnossa, voidaan lapsen ja nuoren harjoittelua kehittää astetta vaativampaan suuntaan (Esimerkiksi: 2–4 sarjaa ja 6–12 toistoa). Harjoitusten toistojen intensiteetti voisi olla alhainen tai maltillinen ($\leq 80\%$ 1RM). Harjoittelun säännöstely voisi näin olla tarpeeksi raskas, jotta voitaisiin tukea motorista kehittymistä samalla, kun määrät ovat sopivat ja palvelevat urheilullista kuntoilua. Lapsen ja nuoren kehittyessä ja kasvaessa tekninen kyvykkyys paranee. Tällöin lapsi voidaan tutustuttaa ajoittain alhaisille toisto määrille (≤ 6) ja suuremmille vastuksille ($> 85\%$ 1RM) sillä varauksella, että tekninen suoritustaso pysyy tarvittavalla tasolla. (Lloyd ym. 2014, 6-7.)

On tärkeä huomioida, että yhden harjoituskerran aikana kaikkia harjoitteita ei tarvitse suorittaa samoilla sarja- ja toistomäärillä. Kokenut nuorukainen voi suorittaa kolme sarjaa kolmen toiston teho-orientoituneita liikkeitä, jonka jälkeen hän suorittaa kolme sarjaa 3–5 toiston sekoituksia moninivelliikkeitä (esimerkiksi rinnalleveto). Tämän jälkeen voidaan vielä lopettaa kahteen sarjaan 6–8 toiston toispuolisia harjoitteita, esimerkiksi askelkyykkyjä. Harjoittelun säännöstelystä huolimatta tulisi pätevyityneiden ammattilaisten tarkkailla ja puntaroida harjoittelun vaikutuksia kokonaisrasitukseen harjoituskerran aikana. Näin yritetään minimoida harjoittelussa loukkaantumisriski joka kasvaa, kun liiallinen rasitus aiheuttaa tekniikan heikkenemisen. (Lloyd ym. 2014, 7.) Harjoituskuormituksen sopeuttaminen täytyy kohdistaa lapsen ominaisuuksiin ja kypsyyssasteeseen. Liian suuri kuormitus voimaharjoittelussa, joka ylittää kehon sopeutumiskyvyn, voi olla tuhoisa niin aikuiselle urheilijalle, kuin lapselle. Lapselle ja nuorelle voimaharjoittelun täytyy muotoutua niin, että se suosii

nuorukaisten luonnollista kasvua ja kehittymistä. Erityisesti täytyy alleviivata käsitettä ”voimaharjoittelu”, mitä ei aina pidä supistaa painoilla tehtävään harjoitteluun salilla. Vaikka painoilla tehtävää harjoittelua ei tarvitse kuitenkaan täysin sulkea pois, tulisi voimaharjoittelua etupäässä harjoittaa lapsilla leikki-muodoissa, koska leikit ovat lapselle luonnollinen ja ominainen asia. (Tonkonogi 2009, 5.)

Mahdollisuuksien mukaan tulisi pätevyityneiden ammattilaisten lasten ja nuorten voimaharjoitteluun perehtyneen valmentajan antaa palautetta (harjoitteen aikana). Hyvällä palautteenannolla voidaan varmistaa, liikkeiden oikeaoppinen suorittaminen. Palautteen määrä ja muoto ovat riippuvaisia suurilta osin harjoitteluun osallistuvien (urheilijoiden) määrästä, harjoitusmuodosta, harjoitus-tasosta ja harjoittelevien lasten tai nuorten luonteenpiirteistä. Aloitteleville yksilöille suositellaan rakentavaa palautetta jokaisen toiston jälkeen. Liikuntatun-neilla, missä suurin huomio keskittyy edistämään lihasvoiman kasvattamista ja kehittämään olennaisia motorisia taitoja, on juuri rakentava palaute ensisijai-sen tärkeää. Tällöin oppilaat tyypillisesti opettelevat ensimmäistä kertaa oikei-ta harjoitustekniikoita. (Lloyd ym. 2014, 7.)

Saatavilla oleva tutkimustieto osoittaa, että lapset ja nuoret voivat palautua nopeammin kestävyyspohjaisesta voimaharjoittelusta kuin aikuiset ja kärsivät lisäksi pienemmällä todennäköisyydellä voimaharjoittelusta johtuvasta hyvän-laatuisesta lihasvauriosta. Tämä johtuu siitä, että lasten lihakset ovat taipui-sampia kuin aikuisilla. Näin voidaan suositella, että noin yksi minuutti voisi olla sopiva palautumisaika sarjojen välillä. Kuitenkin on muistettava, että palautu-misaikaa joudutaan oletettavasti muuttamaan, kun harjoittelun intensiteetti kasvaa, erityisesti silloin, kun harjoittelu vaatii suurta taitotasoa tai voimantuot-toa (esimerkiksi painonnosto ja plyometriset harjoitteet). Vaikka lapset voivat palautua nopeammin lyhyistä ajoittain tehtävistä korkean intensiteetin harjoi-tusjaksoista, tulisi harjoitustekniikkaa tarkkailla koko harjoituskerran ajan. Tä-mä sen takia, että trendikkäät aineenvaihdunnalliset korkean intensiteetin voimaharjoitukset, joissa luonteenomaisesti on liian lyhyet palautusajat sarjo-jen välillä, voivat vaikuttaa suorituskykyyn ja johtaa mahdollisesti vahingolli-seen harjoitusliikemalliin. (Lloyd ym. 2014,7.)

Aikaisemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että 2–3 harjoitusta viikossa, mutta ei perättäisinä päivinä, on kaikkein soveliaimäärä, kun halutaan kehittää lihasvoimatasoja lapsilla ja nuorilla. Lapsi ja nuori ovat kasvuvaiheessa, joten harjoitusohjelmien olisi tarjottava riittävästi lepoa ja palautumista. Erityisesti heillä, jotka osallistuvat useasti viikossa voimaharjoitteluoehjelmiin, tulisi seurata hyvinkin tarkkaan levon, palautumisen sekä harjoittelun annostelun suhdetta. Harjoitustiheyttä voidaan kasvattaa, kun lapsi lähestyy nuoruutta ja kohti aikuisuutta, varsinkin kilpaurheilua harrastavilla lapsilla ja nuorilla. Vaikka erilaisten harjoitusten muokkaamista ja eri harjoituksiin tutustumista suositellaan, tulisi lasten vanhempien, valmentajien ja kuntovalmentajien olla tietoisia mahdollisista vaikeuksista liittyen väsymykseen, joka syntyy useampaan harjoitukseen osallistumisesta ja suuresta harjoittelumäärästä. Urheileville nuorille suositellaan voimaharjoittelulla saavutettujen voimatasojen ylläpitoa kilpailukaudella, jotta vammaariski pienenee. Jotta voitaisiin vähentää mahdollista ylikuntotilaa tai epäonnistumista yliyrittämisen seurauksena sekä toisaalta mahdollistaa lapsen ja nuoren luonnollinen kasvu, tulisi voimaharjoittelua suorittaa täydentävänä harjoitteluna kokonaisvaltaisessa harjoitusohjelmassa. Kilpailuvasta lajista riippuen tulisi voimaharjoittelua suorittaa 1–3 kertaa viikossa kilpailukaudella, jotta voitaisiin mahdollistaa voimatasojen kehittyminen tai vähintään ylläpitää aikaisemmin saavutettu voimataso, kuitenkin sallien tarvittava lepo ja palautuminen. Lisääntyneet harjoitusajat liikunnanopetuksessa ja opetus hyvin koulutetun ammattilaisen kanssa voi antaa realistisen ja näyttöön perustuvan lähestymistavan kasvattaa lihasvoimaa ja kehittää taitoja. Tämä voisi mahdollisesti parantaa kokonaisvaltaista terveyttä. Tutkimukset osoittavat, että osallistuminen voimaharjoittelutunnille tai liikuntatunnille pätevyyneen ammattilaisen kanssa ei aiheuta haitallisia vaikutuksia koulun jälkeiseen suorituskyykyyn nuorilla urheilijoilla. (Lloyd ym. 2014,7.)

Lapsuus- ja nuoruusaika ovat ajanjaksoja elämässä, jolloin kasvavan ihmisen keho on erittäin herkkä vastaanottamaan harjoitusvaikutuksia. Tämän ajanjakson aikana luodaan perusta saavutettaville fyysisille ominaisuuksille, terveydelle ja liikuntatavoille. Sen vuoksi on äärimmäisen tärkeää, että lapset ja nuoret harjoittelevat mahdollisimman optimaalisesti. (Tonkonogi 2009, 6.) Samalla, kun maltillisia liikenoikeuksia yleisesti suositellaan nuorukaisille uusia liikkeitä tai harjoitteita opetettaessa, olisi lapsille ja nuorille tarve esitellä tarkoi-

tuksenmukaisesti nopeita harjoitteita, jotta voitaisiin kehittää motoristen yksiköiden rekrytointitapoja ja frekvenssejä lihashermojärjestelmässä. Aloittelevan lapsen tulee alkuun suorittaa liikkeet maltillisilla liikenopeuksilla, jotta voitaisiin suorittaa mahdollisimman kontrolloitu ja hallittu tekniikan kehittyminen (raajojen asettuminen, hyvän ryhdin ylläpitäminen). Kuitenkin kokeneemmat yksilöt, jotka ovat jo harjoitelleet useamman kuukauden ajan, pitäisi tutustuttaa paljon suuremmille liikenopeuksille. Liikkeeseen valmistautumisvaiheessa, eli lämmittelyvaiheessa, voidaan suorittaa rauhallisesti kevyellä kuormalla suoritettavia teknisiä liikkeitä. Tämän jälkeen ensisijaiset voimaharjoitteluliikkeet, joihin voi kuulua painonnosto- ja plyometrisiä harjoitteita tulisi suorittaa nopealla liikenopeudella. Voimaharjoittelussa vastuksen massa määrittelee suorituksen nopeuden millä liike voidaan suorittaa. Siitä huolimatta, että raskaat voimaharjoitteluliikkeet, kuten kyykky, maasta vetäminen, työntäminen ja vetäminen tyypillisesti sisältävät hitaampia liikenopeuksia, tulisi harjoitteissa aina olla aikomus suorittaa liike niin nopeasti, kuin pystyy. Tällöin saavutetaan tarkoituksenmukainen hermolihaskäytännöllinen adaptaatio ja voidaan maksimoida saavutettu harjoitusvaikutus. Kuitenkin on painotettava, että nuorukainen suorittaa liikkeet asiaankuuluvalla tekniikalla. Nopeiden liikkeiden suorittaminen on erityisen tärkeää kasvun aikana, jolloin hermostollinen muovautuvuus ja motorinen koordinaatio ovat kaikista herkimpiä muutoksille. (Lloyd ym. 2014, 7-8.)

4.1 Voimaharjoittelun termistöä

Lihastyötavat jaetaan kahteen osaan: isometriseen ja isotooniseen (dynaamiseen) lihassupistukseen. Dynaaminen voidaan jakaa vielä kahteen osaan, konsentriseen ja eksentriseen. Isometrisessä lihassupistuksessa ei ulkoisesti katsottuna lihaspituus muutu, eikä nivelkulmassa tapahdu muutosta, jolloin mahdollinen kuorma ei liiku. Tällöin isometrisessä lihassupistuksessa ylläpidetään tietyn tasoista lihasjännitystä. Lihassupistuksen tuottaessa lihaksen lyhentymistä ja aiheuttaessa liikettä kutsutaan tätä lihastyötapaa konsentriseksi. Vastaavasti, jos jokin ulkoinen kuorma venyttää aktiivista lihasta ja lihas pitelee, kutsutaan tätä lihastyötapaa eksentriseksi. Suurin voima syntyy eksentrisessä lihastyössä, kun taas pienin syntyy konsentrisessä työssä. Isometrisen lihastyön voimansuuruus sijoittuu näiden kahden väliin. Edellä mainittuja lihas-

työtapoja voidaan käyttää puhtaasti isoloidusti tietynlaisissa suorituksissa, mutta on kuitenkin hyvin harvinaista, että tavallisissa urheilu- ja liikuntasuorituksissa käytettäisiin vain yhtä lihastyötappaa. Parempi olisikin ymmärtää edellä mainitut lihastyömallit osina jatkuvaa kokonaistoimintaa, missä isometrinen, konsentrisen ja eksentrisen lihastyötapa vuorottelevat yhtenäisessä liikkeessä. (Häkkinen 1990, 22- 23.)

- Lihastyötavat:
 - **Konsentriseen** lihastyötapaan liittyy lihaksen lyheneminen, jolloin lihaksen insertio ja origo lähenevät kohti toisiaan.
 - **Ekstentriseen** lihastyötapaan liittyy lihaksen pidentyminen, jolloin lihaksen insertio ja origo erkanevat toisistaan.
 - **Isometrinen** lihastyötapaan liittyy lihaksen aktivaatio, mutta ei näkyvää muutosta lihaksen pituudessa.
- **Toisto** on yksi kokonainen liike. Se usein koostuu kahdesta vaiheesta, *konsentrisesta* ja *eksentrisestä*. Konsentrisen vaihe on painon nostovaihe, kun taas eksentrisen vaihe on painon laskuvaihe.
- **Sarja** on joukko toistoja, jotka suoritetaan yhtäjaksoisesti ilman pysähtymistä tai lepoa.
- **Maksimitoisto** on maksimaalinen toistomäärä, jonka henkilö voi suorittaa yhdessä sarjassa valitulla painolla säilyttäen oikean nostotekniikan. Yhden toiston maksimi (1 repetition maximum=1RM) on raskain mahdollinen kuorma, jonka henkilö pystyy nostamaan vain yhden kerran. Kevyempi kuorma, joka pystytään nostamaan vain kymmenen kertaa, mutta ei 11 kertaa oikealla nostotekniikalla on 10RM.
- **Teho**. Jotta voidaan tarkemmin tarkastella **tehoa**, täytyy ensin määritellä **työ**, jonka yksikkö on (**W**). Kun kappaleeseen vaikuttava voima siirtää kappaletta, kutsutaan tätä **mekaaniseksi työksi**. Tällöin kappaletta siirtävän voiman suuruus (**F**) ja kappaleen siirtymä matka (**s**) vaikuttavat **työn** (**W**) suuruuteen. Näin saadaan **työn** laskentakaava.

Tässä on tehdyn työn kaava (1)

$$\text{tehty työ } (W) = \text{voima } (F) \times \text{kappaleen siirtymä matka } (s)$$

Työn yksikkö on 1nm = 1 J (joule).

Lihakset tekevät **mekaanista työtä**, kun lihasvoimaa käytetään kappa-
leen siirtämiseen. **Teho (P)** määritellään **työksi**, joka tehdään aikayk-
sikköä (**t**) kohti. Eli mitä nopeammin työ suoritetaan, sitä suurempi on
teho. **Tehoa** voidaan myös kasvattaa lisäämällä tehdyn työn määrää
(**W**).

Tässä on tehon kaava (2)

$$Teho(P) = \frac{\text{Tehty työ}(W)}{\text{Aika (t)}}$$

Tehon yksikkö on 1J/s=1 W (watti). (Kauranen & Nurkka 2010, 249-
251.)

Teho voimaharjoitussuorituksen aikana lasketaan niin, että kerrotaan
painon määrä, joka on siirretty, etäisyydellä (eli minne paino on siirret-
ty). Tämä jaetaan vielä ajalla, mikä kuluu toiston suorittamiseen. Tehoa
voidaan nostaa joko painoa lisäämällä ja suorittamalla toisto yhtä no-
peasti tai pitämällä sama paino, mutta lisäämällä toiston intensiteettiä.
Normaalisti esimerkiksi painonnostossa antropometriset tekijät kuten
eri raajojen pituudet rajoittavat tehon kasvattamista, koska painon nos-
taminen suuremmalla välimatkalla ei ole mahdollista raajojen pituuksien
pysyvyyden vuoksi. Tämän takia ainoa tapa kasvattaa tehoa on nostaa
suoritusnopeutta tai lisäämällä painoja. (Fleck & Kraemer 2004, 5.)

- **Strength** on maksimaalinen määrä voimaa, jonka lihas tai lihasryhmä
voi tuottaa tietyssä liikemallissa tietyllä liikenopeudella (Fleck & Krae-
mer 2004, 4-5).
- Voimaharjoittelussa **volume** eli harjoittelun määrä ja **intensity** eli har-
joittelun intensiteetti ovat avainasemassa muunneltaessa yhtä harjoi-
tuskertaa tai ylipäänsä koko harjoittelu vaihetta. Muutoksia harjoittelun
määrään tai intensiteettiin ohjaa ensisijaisesti tavoite, mihin harjoittelul-
la pyritään. (Lloyd ym. 2014, 6.)
- **Volume/harjoittelun määrä** viittaa työn kokonaismäärään jonakin mi-
tattavana ajanjaksona, esimerkiksi yhden harjoituskerran, harjoitusvi-
ikon, harjoituskuukauden tai harjoitusvuoden aikana. Harjoituskertojen
frekvenssi, kesto, **sarjojen** määrä ja harjoitusliikkeiden määrä yhden
harjoituskerran aikana ovat suorassa vaikutuksessa **harjoittelumää-**

rään. Tarkemmin tarkasteltuna **harjoittelumäärä** määräytyy laskemalla tehty työ. (Fleck & Kraemer 2004, 7.)

- **Intensiteetti** ja **tehontuotto** harjoittelussa koskevat läheisesti maksimaalista tahdonalaista lihasaktivaatioita. Harjoittelun **tehoa** voidaan nostaa käyttämällä painavampia vastuksia ja suorittaa **toistot** samalla nopeudella. Toinen tapa nostaa harjoittelun **tehoa** on suorittaa **toistot** alkuperäisellä painolla, mutta nopeammin. **Intensiteettiä** voidaan arvioida prosenttiosuuksina **maksimitoistosta/1RM** tai mistä tahansa **maksimitoistomäärästä**. **Intensiteettiä** voidaan siis muokata nostamalla vastusta harjoittelussa, jolloin **sarjojen** sisällä olevien **toistojen** määrää joudutaan laskemaan. (Fleck & Kraemer 2004, 6-7.) **Intensiteetti** usein viittaakin vastukseen, joka voitetaan **toiston** aikana (Lloyd ym. 2014,6).

Harjoittelun määrän ja **intensiteetin** yhteys harjoittelussa on käänteinen. Tämä tarkoittaa sitä, että mitä suurempi kuorma (**intensiteetti**), sitä pienemmät **toistomäärät** voidaan suorittaa yksilön kohdalla (**harjoittelun määrä eli volume**). Molemmat harjoittelumuuttujat, **intensiteetti** ja **harjoittelun määrä**, täytyy huomioida synergisesti silloin, kun säädetään voimaharjoittelua ja pyritään maksimoimaan fysiologinen voimankasvu. Tämä täytyy kuitenkin tehdä niin, että minimoidaan vammariskit. (Lloyd ym. 2014, 6.)

4.2 Hermo-lihasjärjestelmän rakenne ja toiminta

Ihmisen hermojärjestelmä jaetaan kahteen osaan toiminnallisesti ja rakenteellisesti. Nämä osat ovat keskus- ja ääreishermosto. Keskushermostoon kuuluvat osat ovat aivot ja selkäydin. Ääreishermosto jaetaan vielä kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa on motorisia hermoja, joiden tehtävänä on viedä toimintakäskyt keskushermostosta kohti lihaksia. Toinen on aistin- eli sensoriset hermot, joiden tehtävänä taas on tuoda informaatiota kehosta kohti keskushermostoa. (Häkkinen 1990, 11.)

Keskushermoston rooli on tärkeä muistaa, kun puhutaan tahdonalaisten lihasten voimantuotosta. Aivoista lähtevän supistumisimpulssin määrä ja nopeus määrittelevät sen, kuinka nopeasti ja paljon itse lihas pystyy tuottamaan voimaa. Eli mitä paremmin lihasta pystytään aktivoimaan tahdonalaisesti, sitä

enemmän tai nopeammin voidaan lihaksessa tuottaa voimaa. Lihaksen aktiivisuustason sanelevat impulssien määrä ja nopeus. Keskushermoston osa, aivot, aloittavat tahdonalaisen liikkeen vaatiman ketjun lähettämällä supistumiskäskyn hermoratoja pitkin kohti selkäydintä, jossa supistumiskäsky siirtyy motoriseen liikehermoon. Motorinen liikehermo jakaantuu useisiin haaroihin, jotka kiinnittyvät kukin yhteen lihassoluun. Yhden motorisen liikehermon, sen haarojen ja lihassolujen kokonaisuutta kutsutaan motoriseksi yksiköksi. Tämä on pienin hermo-lihasjärjestelmän osa. (Häkkinen 1990, 12.)

Motorinen yksikkö

Kaikki motorisen yksikön lihassolut aktivoituvat aina voimantuottoon ”kaikki tai ei mitään” -lain periaatteella, tämän takia sitä pidetään pienimpänä voimaa tuottavana osana hermo-lihasjärjestelmässä. Kaikki tai ei mitään- laki ei kuitenkaan tarkoita sitä, että yksittäinen impulssi johtaisi aina suurimpaan mahdolliseen voimantuottoon, jonka yksi motorinen yksikkö voisi tuottaa. Yksittäinen impulssi aiheuttaa motorisessa yksikössä lihaksen voimantuottoa, mikä näkyy lihaksen nykäyksenä. Tämän jälkeen lihas rentoutuu. Kahden perättäisen impulssin jälkeen motorinen yksikkö ei ehdikään enää rentoutua impulssien välillä, kun toinen impulssi jo saavuttaa yksikön. Tällöin tapahtuu impulssien kumuloitumista. Kumuloitumista voi jatkua yhdessä motorisessa yksikössä tiettyyn pisteeseen asti, jolloin motorinen yksikkö saavuttaa maksimivoimatasonsa. (Fleck ym. 2004, 58.) Esimerkiksi urheilu suorituksessa yksittäinen motorinen yksikkö tuottaa voimaa nopeasti toistuvilla supistuksilla, jolloin lihassolu supistuu ja rentoutuu. Keskushermostosta tulevien impulssien tiheys voi kasvaa tällöin kuitenkin niin suureksi, että lihas ei ehdi enää rentoutua impulssien välillä. Tällöin tapahtuu voimantuoton kumuloituminen eli tetanisaatio, jossa lihasnykäykset ovat kasaantuneet. Motorisen yksikön saavutettua suurin mahdollinen aktiivisuustaso eli tetanisaatio, on yksikkö tällöin saavuttanut oman maksimivoimantuottotasonsa. Keskushermosto voi siis säädellä lihasvoiman tuottoa kahdella tavalla, joko kasvattamalla tai vähentämällä yhden motorisen yksikön toimintatiheyttä tai säätelämällä käytössä olevien motoristen yksiköiden määrää. (Häkkinen 1990, 12- 13.)

Motorisen yksikön jako

Motoriset yksiköt voidaan karkeasti jakaa kolmeen tyyppiin. Nämä tyypit ovat I-tyyppi eli hitaat ja II-tyyppi eli nopeat yksiköt. II-tyyppi jakautuu vielä kahteen osaan: Ila ja IIb. II-tyypin yksiköiden voimantuotto ominaisuudet ovat nopeammat ja suuremmat kuin I-tyypin motorisilla yksiköillä. I-tyyppi on siis hidas ja pienikokoinen motorinen yksikkö, jolla on pieni voimantuottovaste, mutta se jaksaa tuottaa saman voimatason pitkän aikaa väsymättä. Ila-tyyppi on nopea väsymystä sietävä motorinen yksikkö, jonka voimantuotto ominaisuus ja nopeus ovat parempia kuin I-tyypin yksiköllä, mutta kuitenkin heikompia kuin IIb-tyypillä. Toisaalta taas kestävyysominaisuus tällä yksiköllä on heikompi kuin I-tyypin yksiköllä, mutta kuitenkin parempi kuin IIb-tyypillä. IIb-tyypin isokokoinen motorinen yksikkö tuottaa eniten voimaa ja voimantuotto tapahtuu kaikista nopeinten verrattuna edellä mainittuihin yksiköihin. Tämän yksikön kestävyysominaisuus on kuitenkin kaikista huonoin. (Häkkinen 1990, 13.)

Motoristen yksiköiden rekrytointijärjestys

Yksiköiden rekrytointi perustuu koko-periaatteeseen, jolloin aktivoitumisjärjestys on pienimmästä kohti suurempaa motorista yksikköä. Tämä johtuu siitä, että pienemmillä motorisilla yksiköillä on alempi aktivoitumiskynnys, kun taas isommilla yksiköillä on suurempi eli pienempi yksikkö aktivoituu jo alemmalla sähköisellä tasolla, kuin isompi yksikkö. Alhaisemman aktivoitumiskynnyksen omaavat motoriset yksiköt ovat I-tyypin motorisia yksiköitä ja suuremman aktivoitumiskynnyksen omaavat ovat II-tyypin motorisia yksiköitä. Motoristen yksiköiden rekrytointi jatkuu siis kohti suurempien aktivoitumiskynnyksien omaavia yksiköitä, riippuen suoritettavan aktiviteetin kasvavista vaatimuksista. Yksinkertaisuudessaan 12-15RM toistot voidaan vielä suorittaa I-tyypin motorisilla yksiköillä, jos ei tarvita enempää voimantuottoa. Kuitenkin jo 3-5RM toistot vaativat isompien motoristen yksiköiden aktivoitumista, mutta kuitenkin niin, että pienimmät aktivoidaan ensin, jonka jälkeen suuret yksiköt voidaan vielä aktivoida, jos ei ole saavutettu haluttua voimatasoa. (Kauranen & Nurkka 2010, 146–147.)

Poikkeuksen motoristen yksiköiden rekrytointijärjestyksen periaatteeseen tekee hyvin nopeiden ja tehokkaiden liikkeiden suorittaminen. Tällöin rekrytoidaan ensiksi II-tyypin motorisia yksiköitä, jotta liike voitaisiin suorittaa mahdol-

lisimman nopeasti. Matalamman aktivoitumiskynnyksen eli I-tyyppin motorisia yksiköitä ei rekrytoida, koska ne hidastaisivat liikettä. Tämä poikkeuksellinen aktivointijärjestelmä näyttää inhiboivan I-tyyppin motorisia yksiköitä edesauttaen siirtymistä suoraan II-tyyppin motorisiin yksiköihin. Määrittelevänä tekijänä siihen, milloin rekrytoidaan mitään motorista yksikköä, on voiman kokonaisuusmäärä, joka lihasten halutaan tuottavan. Tämä riippuu siitä, halutaanko tuottaa paljon voimaa hitaasti, vai tuottaa kevyemmällä painolla voimaa nopeasti. (Fleck ym. 2004, 59–60.)

Voiman lajit

Lihassupistus syntyy joko isometrisenä tai dynaamisena voimantuottona hermolihassupistuksessa. Dynaamisessa lihastyössä voidaan voimaa vielä tuottaa konsentrisella ja eksentrisellä tavalla tai näiden yhdistelmällä. Kaikki tuotettu voima voidaan kuitenkin jaotella motoristen yksiköiden rekrytoitumismäärän ja tavon sekä energiantuottovaatimusten mukaan maksimi-, nopeus- ja kestovoimaominaisuuksiin. Maksimivoimasta puhutaan silloin, kun lihasjännitystaso nousee maksimaaliseksi ja aika voiman tuottamiseksi muotoutuu suhteellisen pitkäksi. Nopeusvoimassa on olennaista hyvin lyhyt voimantuottoaika sekä isometrisessä että konsentrisessä ja eksentrisessä supistuksessa. Kestovoimaa tuottaessa yritetään ylläpitää tiettyä voimatasoa suhteellisen kauan ja pyritään toistamaan tiettyä voimatasoa peräkkäin monta kertaa suhteellisen lyhyillä palautumisajoilla. (Häkkinen 1990, 41.)

Lihassolujakauma

Koska ihmiskehossa on hitaita ja nopeita lihassoluja, eri solutyyppeiden lukumäärät yksittäisen ihmisen kehon eri lihasten välillä voi vaihdella todella paljon ja sen myötä myös voimantuotto ominaisuudet. Tällöin puhutaan lihassolujakaumasta, jossa lasketaan lihaksen prosentuaalinen osuus nopeiden ja hitaiden lihassolujen väliltä. Tässä kohtaa korostuu jälleen lihaksen toimintatarkoitus, eli se, onko lihas tarkoitettu nopeisiin räjähtäviin suorituksiin, jolloin nopeita lihassoluja löytyy tällöin enemmän, vai onko lihas tarkoitettu enemmän hitaaseen voimantuottoon niin sanottuna asentolihasena, missä toimii

enemmän hitaita lihassoluja. Kehon lihasten välisen lihassolujakauman lisäksi on huomattu, että ihmisten välinen lihassolujakauma voi olla hyvinkin suuresti vaihteleva. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että henkilö, joka omaa nopeamman lihassolusuhteen, on nopeampi useiden lihasten osalta, kuin henkilö, joka omaa hitaamman lihassolusuhteen. (Häkkinen 1990, 13.)

Hermolihasliitos

Hermolihasliitos on rakenne, joka sijaitsee lihassolun ja alfa-motoneuronin haaran yhtymäkohdassa. Kaikilla hermolihasliitoksilla on viisi yhteistä piirrettä, jotka ovat:

1. Hermolihasliitoksessa on Schwannin-solu, joka luo suojaavan kuoren hermosolun haaran ympärille.
2. Hermosolun haaran päätteessä on synapsin paksuuntuma. Synapsin paksuuntuma sisältää hermojen välittäjäainetta, asetyylikoliinia ja muita aineita, joita tarvitaan aineenvaihdunnan tukemiseen ja toimintaan.
3. Liitoksessa löytyy synapsirako.
4. Postsynaptinen kalvo, jossa sijaitsee asetyylikoliinireseptorit.
5. Lihassolukalvo ja solun tukiverkosto, jotka tukevat aineenvaihduntaa ja sen toimintaa.

Aivojen lähettämän impulssin saavuttua hermon päähän, aksonipäätteeseen, hermolihasliitoksessa tapahtuu hermojen välittäjäaineen asetyylikoliinin irtoaminen. Asetyylikoliini on ensisijainen hermojen välittäjäaine alfa-motoneuroneissa ja sitä on varastoitu synapsirakkuloihin, jotka sijaitsevat alfa-motoneuronin paksuuntuneessa päässä eli aksonipäätteessä. (Fleck & Kraemer 2004, 55–56.) Impulssin saavuttua aksonipäätteeseen syntyy reaktio, mikä aiheuttaa kalsiumkanavien avautumisen. Tämän jälkeen kalsiumionit pääsevät vapaasti liikkumaan kohti aksonipäätettä, jolloin sen sisäpuolella oleva negatiivinen varaus muuttuu positiiviseksi. Aksonipäätteen sisälle syntyvä positiivinen varaus aiheuttaa toiminnan, jossa asetyylikoliini vapautuu synapsirakoon. Asetyylikoliini kulkee synapsiraossa diffuusion avulla kohti postsynaptista kalvoa. Synapsirako sijaitsee pre- ja postsynaptisen kalvon välissä. Postsynaptisella kalvolla sijaitsee asetyylikoliinireseptoreita, joihin asetyylikoliinimolekyylit voivat tarttua, ja aiheuttaa kalvolla potentiaalimuutoksen. Potentiaali-

muutos postsynaptisella kalvolla aiheuttaa sähköimpulssin, joka alkaa levitä lihassolukalvolla. Tällöin lihassolu supistuu. (Kauranen & Nurkka 2010, 107–110.)

Lihaskudoksen anatomia ja toiminta

Lihakset koostuvat lihassykimpuista. Lihassykimppu taas koostuu lihassoluista, joka on synonyymi lihassyylle. Tämä lihassy eli lihassolu on lihaskudoksen perusyksikkö, joka voidaan vielä jakaa pienempiin osiin lihassäikeiksi, jotka voidaan vielä jakaa lihasfilamenteiksi. Tämän lisäksi lihaksessa toimii neljää erilaista sidekudosta, jotka ovat rakentuneet tietynlaisiksi kalvostorakenteiksi tukemaan lihaksen toimintaa. Kalvostorakenteiden tehtävänä on toimia lihaksessa kulkevien hermojen, verisuonien ja imusuonien (olennaisena) reitinä syvemmälle lihaksessa sijaitseviin osiin sekä niiden tehtävänä on myös toimia lihaksen supistuvan komponentin rinnalla niin sanottuna elastisena komponenttina ja antaa lihakselle sen venyvyysominaisuuden. (Kauranen & Nurkka 2010, 115.)

Lihassolu on uniikki solu siinä mielessä, että se on monitumainen. Tumien pääasiallinen tehtävä on proteiinisynteesin valmistelu tumalimassa ja sen toimittaminen solulimaan. Tumien lähettyvillä sijaitsee lihasvaurioiden korjaamiseen tarkoitettuja hyvin olennaisia satelliittisoluja (reservisoluja). Nämä ovat erikoistuneet lihassoluista korjaamaan vaurioituneita kohtia lihassolukossa mittoisin avulla. Tämä ei lisää lihasolujen määrää, vaan yksi vaurioitunut lihassolu korvataan yhdellä lihassolulla. Erityisesti raskas eksentrisen lihastyö aktivoi satelliittisoluja. Uusi lihassolu syntyy, kun jakaantuneet solut alkavat sulautua yhteen muodostaen pitkän jonon, johon lihassolu voi alkaa rakentaa supistuvia lihasfilamenteja. Tällä tavoin lihassolu voi korjata pieniä vaurioita, mutta suuremmissa vaurioissa, esimerkiksi repeämissä, syntyy lihasolujen välille arpi, joka koostuu sidekudoksesta ja on menettänyt supistumisominaisuutensa. (Kauranen & Nurkka 2010, 119.)

Lihassyyn osa lihassäie koostuu peräkkäin olevista sarkomeereistä. Sarkomeeri on lihassolun supistuvan osan perusyksikkö. Yksi sarkomeeri koostuu filamenteista, joita on noin 450 paksumpaa filamenttia ja noin 800 ohuempaa filamenttia. Z-levyt sijaitsevat sarkomeerien välissä ja jakavat sarkomeerit

omiin toiminnallisiin yksiköihinsä. Z-levyihin kiinnittyy lihassolun supistuva proteiini aktiinifilamentti, joka on hyvin olennainen lihassolun supistumiskyvyn kannalta. Toinen tärkeä supistuva proteiini on myosiinifilamentti. (Kauranen & Nurkka 2010, 120.) Filamenttien liuku-teorian synty vuonna 1954 selvensi, kuinka lihaskontraktio syntyy. Teorian mukaan sarkomeerin lyhentyminen voitiin yhdistää myosiini- ja aktiinifilamenttien liukumiseen niin, etteivät itse filamentit lyhene juuri lainkaan. (Fleck & Kraemer 2004, 73.)

Poikittainen T-putkijärjestelmä ja verkkomainen solulimakalvosto ovat kaksi putkijärjestelmää, jotka sijaitsevat lihassolussa. Nämä kaksi ovat keskenään hyvin läheisessä yhteydessä toisiinsa. T-putkijärjestelmän muoto on T-muotoinen, mistä sen nimikin johtuu. T-putkijärjestelmä kulkee lihassolun pinnalla lihasfilamenttien kanssa samassa suunnassa, kuitenkin välillä upottaen syvemmälle lihassoluun halkoen samalla solulimakalvostoa. Synapsin jälkeen aktiopotentiaali kulkee T-putkijärjestelmää pitkin sekä poikittain syvempiin lihassolun osiin. T-putkijärjestelmän rooli onkin levittää aktiopotentiaali koko lihassoluun. Hyvin tiivissä yhteistyössä toimiva solulimakalvosto ympäröi suurimmalta osin T-putkijärjestelmää, mutta kulkee kuitenkin verkkomaisesti rinnan lihaslufilamenttien kanssa. Välillä solulimakalvosto kuitenkin muodostaa yhtäjaksoisia säkkejä syvälle poikittain lihakseen uppoutuvien T-putkijärjestelmän putkien ympärille. Solulimakalvoston tehtävänä on toimia kalsiumionien varastona ja aktiopotentiaalin seurauksena vapauttaa ne. Aktiopotentiaalin loputtua kalvoston yhtenä tehtävänä on palauttaa kalsiumionit takaisin varastoihin. (Kauranen & Nurkka 2010, 119–120.)

Motorista hermoa pitkin saapuva ja hermolihasliitoksen kautta kulkeva supistumiskäsky etenee lihassolua pitkin kohti solun ääripäitä. Supistumiskäskyn kulkeutuessa kohti lihassolun sisäosia, se aiheuttaa kalsiumin vapautumisen ja näin ollen solun supistumisen niin, että nämä pienet välisillat, myosiini ja aktiini, vetäytyvät toistensa lomiin, jolloin lihas lyhenee. Tämä tapahtumaketju vaatii energiaa, jota saadaan pilkkomalla soluihin varastoituneesta energialähteestä ATP:tä eli adensiinitrifosfaattia. Kun sähköinen impulssi loppuu ja lihas rentoutuu, vaatii tämänkin tapahtumaketjun osa energiaa. (Häkkinen 1990, 19.)

Energialähteet lihastyössä

Energialähteissä voidaan jako tehdä kahteen osaan. Ensimmäiseen ryhmään, jossa ovat niin sanotut runsasenergiset välittömät energialähteet, kuuluu lihassolun supistumistapahtuman vaatimat ATP ja KP eli kreatiinifosfaatti. Toiseen ryhmään kuuluu välilliset energialähteet eli hiilihydraatit ja rasvat sekä poikkeustapauksissa valkuaisaineet. Välittömiä energiavarastoja on lihaksessa suhteellisen vähän. Tämän takia maksimaalisessa lihastyössä ATP tulee kulutetuksi muutamassa sekunnissa, jonka seurauksena lisää ATP:tä täytyy alkaa muodostamaan heti lihassupistuksen alusta alkaen ja nopein tapa muodostaa lisää ATP:tä on valmistaa sitä KP:sta. Kuitenkin välittömät eli ATP ja KP varastot ovat rajalliset ja kuluvat maksimaalisessa lihastyössä loppuun noin 5-10 sekunnin sisällä. Tätä edellä mainittua energiantuottotapaa kutsutaan anaerobiseksi (ilman happea) maitohapottomaksi energiantuotoksi, koska lihaksessa ei synny juuri lainkaan maitohappoa. Maksimaalisen lihastyön alettua käynnistyy toinen energiantuottotapa, glykolyysi, jolla tuotetaan ATP:tä. Tässä kyseisessä energiantuottotavassa muodostetaan lihaksen paikallisista glykogeenivarastoista (sokerivarastoista) ATP:tä tai vaihtoehtoisesti lihassoluun kuljetetaan glukoosia (verensokeria) anaerobisesti. Anaerobisesti kuljetetusta glukoosista muodostuu palamistuotteena maitohappoa, joka kulkeutuu vereen. Veren maitohappopitoisuuden kasvu ja lihaksen pH:n lasku hidastavat lihassolussa tapahtuvia kemiallisia reaktioita, minkä takia intensiivisessä ja maksimaalisessa lihastyössä tapahtuu lihasväsymys hyvinkin nopeasti. Glykolyysin avulla voidaankin energiaa tuottaa noin 45 sekunnin ajan ja jolloin muodostuu myös happivaje, jota maksetaan osittain takaisin suorituksen aikana ja lopulta kokonaan sen jälkeen. Tämä näkyy kohonneena hapenkulutuksena suorituksen jälkeen palautumisvaiheessa. Glykolyysiä kutsutaan anaerobiseksi maitohapolliseksi (laktiseksi) energiantuotoksi. Kolmas energiantuottotapa on aerobinen energiantuotto. Tämä energiantuottotapa toimii kohtuullisella lihastyöteholla ja ATP:tä tuotetaan lihasolujen tarpeisiin hapen avulla. Aerobisessa (hapellisessa) energiantuotossa polttoaineina eli energiaa luovuttavina ravintoaineina toimivat lihasten ja maksan hiilihydraatit sekä elimistön rasvavarastot. Kahden minuutin lihassuorituksen jälkeen valtaosa energian tuotosta tapahtuu aerobisella energiantuotolla, jos lihassuoritus jatkuu matalatehoisena. Aerobinen lihassuoritus voikin matalatehoisena jatkua

lähes ikuisesti. Varsinkin rasvarastojen käyttö hyvin pitkäaikaisissa ja todella matalatehoisissa suorituksissa kytkeytyy vahvasti käyttöön. (Häkkinen 1990, 19–21.)

Käytännössä kuitenkin ei energiantuottotapoja voi lokeroida toimimaan näin yksiselitteisesti, vaan energiantuottotavat toimivat aina jossakin määrin päällekkäin. Energiavarastojen suuruus, lihastyön teho ja suorituksen työaika määrittelevät energian riittävyyden ja energia-aineenvaihdunnan muodot lihastyössä. Tämän vuoksi voimaharjoittelun voimanlajit, maksimi-, nopeus- ja kestovoima, määrittelevät pitkälti sen, mitä energiantuottotapaa milloinkin käytetään. Normaalisissa voimaharjoittelussa ei tavallisesti energiavarastojen riittämättömyys nouse ongelmaksi, jos yhden lihastyöjakson pituus ajallisesti on varsin lyhyt ja lihastyöjaksojen välillä pidetään palautumisjaksoja. Välittömät energianlähteet, jotka vähenevät runsaasti suorituksen alussa, palautuvat intensiivisestä suorituksesta suhteellisen nopeasti melkein normaalille tasolle. Tähän kuluu noin 2-5 minuuttia, jos lihastyöhön ei ole liittynyt maitohapollista energiantuottoa. (Häkkinen 1990 19- 21.)

4.3 Voimaharjoittelun vaikutukset hermolihasjärjestelmään lapsilla ja nuorilla

Yksittäinen voimaharjoitus, joka pituudeltaan ja intensiteetiltään on riittävä, aiheuttaa hetkellisen väsymisen elimistössä. Tällainen voimaharjoitus aiheuttaa aina hermo-lihasjärjestelmän kuormittumista hermostollisten ja hormonaalisten vaikutusten myötä. Hermolihasjärjestelmän kuormittuminen voidaan huomata voimantuotto-ominaisuuksien tilapäisenä heikkenemisenä. Yhden harjoituksen määrä, intensiteetti, kokonaiskesto, sarjojen ja harjoitteiden välillä pidettävien palautusjaksojen pituus sekä urheilijan tai kuntoutettavan sen hetkinen suoritustaso ovat yhteydessä akuutteihin vaikutuksiin, jotka syntyvät voimaharjoittelusta. Voimaharjoittelua suunniteltaessa olisi huomioitava, että kukin henkilö reagoi valittuihin erisuuruksiin kuormiin hyvin yksilöllisesti. Tämä olisi tärkeä ottaa huomioon voimaharjoittelun kokonaiskuormitusta suunniteltaessa. (Häkkinen 1990, 43.)

On todettu, että lihasvoiman kasvaminen on riippuvainen moniulotteisesti useasta eri lihaksistollisesta, hermostollisesta ja biomekaanisesta tekijästä (Lloyd ym. 2014, 2). Myös geeniperimällä on todettu olevan vaikutus lihasvoi-

man kasvattamiseen (Ma, Yang, Li, Zhou, Gao, Li & Gao. 2013, 1). Tämän lisäksi on hyvä tiedostaa, että johtuen lapsen ja nuoren epälineaarista kehitymisestä niin pituuden kuin kehon painon osalta, on lihasvoiman arviointi ja tutkiminen hyvin vaativaa kasvun aikana. Samalla lailla epälineaarista näyttäisi olevan nuoremman ikäväestön fyysisen suorituskyvyn kehittyminen. Kaikesta huolimatta lihasvoiman arvioinnissa voidaan huomata suhteellisen lineaaris- ta kasvua lapsuusajasta kohti nuoruutta, niin tytöillä kuin pojillakin. Lapsen saavutettua murrosiän alun, hän tulee kokemaan rajun kasvun, jonka yhteydessä voidaan silminnähtävästi havaita epälineaarinen voimankasvu. Potentiaalinen vaihtoehto lihasvoiman luontaiselle kasvulle lapsuusaikana näyttäisi koskevan keskushermoston kypsyminen, mikä näkyy esimerkiksi motoristen yksiköiden parantuneena rekrytointina ja syttymistiheytenä sekä lihasten parempana yhtäaikaisena toimintana (antagonisti-agonisti toimintana) ja hermo- solujen aksonien ympärille muodostuvan myeliinitupen paksuuntumisena. Nuoruudessa hankittu voiman kasvu johtuu pääsääntöisesti myös hermostollisesta kehitymisestä, mutta johtuen kasvavista hormonaalisista pitoisuuksista, ilmenee myös rakenteellisia muutoksia erityisesti mies sukupuolella. Kasvaviin hormonaalisiin ominaisuuksiin kuuluu testosteroni, kasvuhormoni, ja insuliinin kaltaiset kasvutekijät. Lisäksi lisääntynyt lihaksen poikittaispinta-ala, Lihassäiekulman muutos ja motoristen yksiköiden erilaistuminen tyypillisesti mahdollistavat nuorten suuremman voimantuoton. Tämä myös osaltaan selittää sen, minkä takia lapsilla, nuorilla ja aikuisilla on ikäsidonnaisesti niin paljon eroa voimantuoton suhteen. Lihaskasvua ei kuitenkaan synny lihassolujen lisääntymisellä, vaan se määrä, minkä henkilö on saanut perimässä, arvioidaan pysyvän vakiona. Lihaskudoksen poikkipinta-alan kasvu johtuukin pääsääntöisesti lihasolujen koon kasvusta, kuin solujen lisääntymisestä. (Lloyd ym. 2014, 2.)

Lapsen ja nuoren normaali kasvu voi hyvin peittää alleen mahdollisia harjoitusvaikutuksia, mikäli harjoitusten intensiteetti ja volyyymi ovat submaksimaaliset. Olemassa olevan tiedon mukaan voiman kasvu lapsilla ja nuorilla johtuu lihaksen rakenteellisista muutoksista ja hermostollisesta adaptaatiosta. Hermolihasarjestelmälliset muutokset näyttäisivät eroavan eri kehitysvaiheissa ja ovat joko lihas- tai jännekudoksen harjoitettavuudesta riippuvaisia. Ennen puberteetti-ikää näyttäisi ensisijainen vaikutusmekanismi lihasvoiman kasvuun

olevan riippuvainen hermostollisesta adaptaatiosta. (Lloyd ym. 2014, 4.) Toisin sanoen tämä tarkoittaa parantunutta yhteistyötä hermojärjestelmän ja lihasten välillä, mihin kuuluvat esimerkiksi kasvanut koordinaatio synergistin ja antagonistin välillä. Mahdollisen psykologisen vietin kasvu voi olla myös merkittävä. Huolimatta tutkimustuloksista, erityisesti lapsilla esipuberteetti iässä esiintyvä lihasten hypertrofia, eli lihassolukon poikkipinta-alan kasvu, on kiisteltä harjoittelun vaikutusmekanismi. Enemmistö tutkimuksista ei usko, että lapsilla voitaisiin saada aikaan lihasten hypertrofiaa, johtuen lasten hormonaalisesta kehittymättömyydestä tuottaa testosteronia. (Tonkonogi 2009, 7.)

Hormonipitoisuuksia on tutkittu lapsilla ja nuorilla hyvin niukasti. Yksi syy minä takia hormonaalisia pitoisuuksia lapsilla tai nuorilla ei ole tutkittu niin laajasti, on epäily hypertrofian puuttumisesta lapsilla. Toinen syy on tutkimusmenetelmät, sillä aiemmin hormonaalisia pitoisuuksia mitattiin pääsääntöisesti verestä ja hyvin harvoin lihaskudoksesta. Lapsille ja nuorille tällaisen invasiivisen kokeen suorittaminen olisi eettisesti arveluttavaa ja käytännössä vaikea järjestää. Tutkimusmäärien oletetaan kuitenkin kasvavan tulevaisuudessa, kun tutkimusmenetelmät ovat parantuneet. Hormonipitoisuuksien mittaaminen esimerkiksi syljestä on mahdollista. Usein luullaan, että veren hormonipitoisuudet kuvastavat biologista aktiivisuutta, mutta näin ei kuitenkaan aina ole. Hormonaalinen aktiivisuus on mahdollisesti riippuvainen vapaana olevista ja jo sitoutuneista hormonipitoisuuksista, joita verrataan keskenään. Tämän lisäksi veressä kiertävät sitoutuneet proteiinit ja ehkä kaikkein merkittävimmissä määrin kiinnostuksen kohteena olevien hormonien ja niiden kohdereseptorien vuorovaikutus vaikuttaa hormonaaliseen aktiivisuuteen. Juuri testosteroni on ollut kiinnostuksen kohteena, kun tutkitaan sen mahdollista anabolista vaikutusta voimaharjoittelussa. Kuitenkin viimeaikaisimmat tutkimukset havainnollistavat, että androgeenireseptoreissa tapahtuvat muutokset voisivat olla tärkeämmässä roolissa kuin itse testosteronipitoisuus veressä. Lapsilla ja nuorilla ei kuitenkaan ole tutkittu voimaharjoittelun vaikutusta androgeenireseptoreihin. On kuitenkin huomattava, että lisääntyneet hormonipitoisuudet kasvattavat todennäköisyyttä hormonireseptorien aktiiviseen vuorovaikutukseen ja voivat näin johtaa akuutteihin tai kroonisiin muokkaantumismuutoksiin. (Falk & Eliekiam, 2014, 1–3, 8.) Muutama tutkimus on silti löytänyt merkkejä lihaspoikkipinta-alan kasvusta lapsilla johtuen voimaharjoittelusta. Mersch & Stoboy

(1989) on raportoinut 4-9 %:n poikkipinta-alan kasvusta etureisilihaksistossa 11-viikon maksimaalisen isometrisen voimaharjoittelujakson jälkeen. Nuoret pojat olivat kyseisessä tutkimuksessa esipuberteetti-ikäisiä. Tämän lisäksi Fukunaga ym. (1992) tutki 50 poikaa ja tyttöä, jotka olivat 6,9- 10,9 vuotta vanhoja. He osallistuivat 12 viikkoa kestäneelle voimaharjoittelujaksolle, josta on raportoitu huomattavia lihaksen poikkipinta-alan kasvuja: pojilla 15,1 % ja tytöillä 12,8 %. (Tonkonogi 2009, 7.)

Tutkimukset, joissa on saavutettu hypertrofinen lihaskasvu lapsilla ja nuorilla, kun on suoritettu voimaharjoittelua, näyttävät olevan heikkolaatuisia. Merchin & Stoboyn vuonna 1989 tekemässä tutkimuksessa otanta oli vain 4. Fukunaga ym. (1992) antoi epä johdonmukaisia tuloksia, jotka voivat johtua otannasta sukupuolen ja iän mukaan. McGuiganin ym. (2009), McNeen ym. (2009) tutkimuksiin sisään hyväksytyt yksilöt omasivat jo alkujaan alhaisen suhteellisen tai absoluuttisen voimatason sekä tutkittava otanta oli joko ylipainoinen tai omasivat neurologisen sairauden, CP-vamman. Tämän takia olisi epäsoveliaista olettaa, että lihasten hypertrofiaa esiintyisi terveillä ja normaalipainoisilla lapsilla. (Granacher, Goesele, Roggo, Wischer, Fischer, Zuerny, Gollhofer & Kriemler 2011, 362- 363.)

Voi olla mahdollista, että ilman riittävää testosteronipitoisuuden tuottoa, lasten on vaikea tuottaa lihassolukoon kasvua. Johtuen tutkimuksissa esiintyvien harjoitusohjelmien riittämättömästä pituudesta, ei lapsilla ja nuorilla ole välttämättä mahdollisuutta saavuttaa hypertrofiaa. On myös mahdollista, että tarvitaan paljon intensiivisemmät harjoitusohjelmat, pidemmät harjoitusajat ja huomattavasti tarkemmat mittaustavat, jotka ovat eettisesti hyväksytyjä tähän tutkittavaan joukkoon. Näiden avulla voidaan mahdollisesti erottaa harjoittelun ja normaalin kasvun vaikutus rasvattomaan massan lisääntymiseen. (Faigenbaum ym. 2009, 64–65.) Kaiken kaikkiaan nykyinen tutkimustieto osoittaa, että vaikka lihasmassan kasvua voidaan mahdollisesti saavuttaa lapsilla harjoittelun avulla, niin ensisijaisesti jokin toinen mekanismi on voimankasvun takana (Tonkonogi 2009, 7).

Lapsen lähestyessä puberteetti ikää alkavat kehossa hormonaaliset muutokset. Etenkin miespuolisilla nuorilla testosteronin vaikutus on suuri. Aikaisessa

ja etenkin myöhäisessä nuoruudessa voimaharjoittelun vaikutus näyttäisi johtuvan lisääntyneestä rasvattomasta massasta sekä lihaksen poikkipinta-alan kasvusta. Kuitenkin hypertrofian rinnalla pidemmälle jatkuva neuraalinen muutos näyttäisi käyttäytyvän samalla lailla, kuin on koettu aikuisillakin. (Lloyd ym. 2014, 5)

Sukupuolien väliset erot tulevat suurimmalta osin esiin vasta lapsen saavutettua puberteetti-ään. Noin 13-vuoden ikään asti on poikien ja tyttöjen absoluuttisen voimantuoton ero on hyvin pieni, jonka jälkeen lisääntyneen hormonitoiminnan vaikutuksesta poikien absoluuttinen voima kasvaa hyvinkin nopeasti suurin piirtein 20-ikävuoteen asti. (Häkkinen 1990, 172)

4.4 Voimaharjoittelun spesifit energianlähteet

Toteutetun voimaharjoittelun luonne määrittelee, mitä energiaa lähdeettä milloinkin käytetään. Luonteella tarkoitetaan maksimi-, nopeus- tai kestovoimaharjoittelua. Erittäin hyvin spesifejä energianlähteitä voidaankin kuvata voimanopeus, voima-kesto ja nopeus-kesto riippuvuus-käyrien kautta. On kuitenkin ymmärrettävä, että useat eri lihastyön energiatasot toimivat osin päällekkäin. Suuri voimataso ja hyvin lyhyt suorituskesto on suurilta osin riippuvainen hermostosta ja supistuvasta komponentista. Eli kun liike tai suoritus toistetaan mahdollisimman maksimaalisella lihastyöllä tai mahdollisimman nopeasti, korostuu tällöin supistuvan komponentin ja hermotuksen osuus. Jos kuitenkin yhtä suoritusta toistetaan submaksimaalisella tasolla useita kertoja, muuttuvat harjoituksen energiavaatimukset sen vaatimalle tasolle, eli kohti anaerobista energiantuottoa. Mikäli suoritusten kesto vielä pitenee tarpeeksi, harjoituksen energiavaatimukset muuttuvat kohti aerobista energian tuottoa. Nopeus-kesto-akselissa tulos on lähes samanlainen. (Häkkinen 1990, 44.)

4.5 Voiman pysyvyys

Voimaharjoittelun määrän ja intensiteetin vähentäminen tai kokonaan lopettaminen voi olla suunniteltua tai suunnittelematonta, esimerkiksi vammautumisen takia. Harjoittelemattomuus tai harjoittelun vähentäminen ovat prosesseja, jotka vaikuttavat fyysiseen suorituskykyyn. Harjoittelun kokonaan lopettaminen johtaa heikentyneeseen suorituskykyyn. Aikuisilla tämä näkyy voima- ja teho-

suoritusten heikkenemisenä tai lihasmassan häviämisenä. (Fleck & Kraemer 2004, 241.) Lapsilla ja nuorilla voimankasvun muutosten arviointi on hyvin vaativaa. Tilapäisen harjoittelutauon tai harjoittelun vähentymisen vaikutusta on hyvin vaikea arvioida johtuen lasten normaalin kasvun aikana tapahtuvasta voimankasvusta. (Faigenbaum ym. 2009, 64.) Hermostollinen adaptaatio voimaharjoittelussa aikuisilla on hyvin tärkeässä roolissa voimankasvussa. On kuitenkin huomattu, että hermostollisen adaptaation myötä kasvatettu voima verrattuna lihasmassan avulla kartutettuun voimaan on herkemmin katoava ominaisuus. Voimaharjoittelua aloitteleva aikuinen kokee ensimmäisten kuukausien aikana nopeaa lihasvoiman kasvua, joka johtuu hermolihaskäytännöllisestä sopeutumisesta. Harjoittelun yhtäkkäinen katkeaminen johtaa jo saavutetun voiman alenemiseen. Kuten edellä on jo mainittu, on voimankasvun mekanismi lapsilla ja nuorilla suurimmalta osin hermostollinen. Tarkoittaa-ko tämä sitä, että voiman kartuttaminen lapsilla ja nuorilla on vain ohimenevä efekti? Kun verrataan voimaharjoittelun jälkeen kasvaneita voimatasoja kontrolliryhmään ja aloitetaan harjoittelematon jakso, voidaan verrata ja tutkia voimankasvun pysyvyyttä lapsilla ja nuorilla. (Tonkonogi 2009, 8.)

4.6 Voiman harjoitettavuus

Sana *”trainability”* eli **harjoitettavuus** kuvaa yksilön herkkyyttä kehittyä tehdystä harjoitusärsykkeestä (Lloyd ym. 2014, 4). Nuoren urheilijan kyky adaptoida voimaharjoittelua on laajan vaikutusverkon alainen. Anatomiset ja fysiologiset prosessit vaikuttavat jokaisessa nuoruuden kehitysvaiheessa, mihin vaikuttaa myös valitut harjoitusmallit. Syntymän jälkeiset muutamat vuodet ovat luonteenomaisesti aikaa, jolloin tapahtuu nopeita muutoksia hermojen myelinaatiossa ja keskushermostossa. Hyvin suunniteltu voimaharjoitteluohjelma, joka on muotoiltu kehittämään hermolihaskäytännöllisen toimintaa ja stimuloimaan lihasten välistä yhteistoimintaa, voisi olla kaikista soveliaim ja kestävin tapa tukemaan syntymänjälkeisiä hermostollisia muutoksia. Painonnostoharjoittelua voidaan pitää hyvänä esimerkkinä tästä, koska siinä liikkeet ovat oikein suoritettuna hyvin kontrolloituja, mutta kuitenkin räjähtäviä ja teknisesti hyvin vaativia. (Faigenbaum, Lloyd, MacDonald & Myer, 2015, 3.)

Niin kuin kaikessa muussakin oppimisessa, oikean harjoitustekniikan harjoittaminen tulisi aloittaa hyvin nuorena. Näin voidaan hyödyntää iästä riippuvaisia toimintasuunnitelmia edistämään oppimista, optimoimaan lopputuloksia ja innostamaan kyseiseen harjoitusmuotoon osallistumista. Ilman aikaista harjoitusmuotoon tutustumista valmentajat joutuvat korjaamaan jo pitkälle pinttyneitä teknisiä virheitä ja hermolihasistollisia puutteita. Virheiden ja puutteiden korjaaminen tulee vaikeammaksi, kun puutteelliset motorisen kontrollin mallit pääsevät kehittymään ajan myötä. Lapsuusaikana hermolihasjärjestelmän plastisiteetti mahdollistaa ennennäkemättömän tilaisuuden kehittää voimaa aikaisessa elämän vaiheessa, jossa valmistellaan tietä urheilulliselle kyvykkyydelle tulevaisuuteen. (Faigenbaum ym. 2015, 3.)

5 SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS

”Systemaattisella kirjallisuuskatsauksella tarkoitetaan tieteellistä tutkimusmenetelmää, jossa identifioidaan ja kerätään olemassa olevaa tietoa, arvioidaan tiedon laatua sekä syntetisoidaan tuloksia rajatusta ilmiöstä retrospektiivisesti ja kattavasti” (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 37). On huomattava, että sekundaarisena tutkimuksena systemaattinen kirjallisuuskatsaus kohdistuu jo olemassa oleviin tutkimuksiin, jossa tutkimukset rajataan ja valikoidaan tarkasti. Rajaukseen sisältyy aikarajaus spesifeiltä ajanjaksoilta, jota päivitetään, jotta tulosten validiteetti pysyisi ajan tasalla. Näyttöön perustuvan toiminnan myötä systemaattinen kirjallisuuskatsaus on saanut huomiota ja tämän takia se nähdäänkin mahdollisena vaihtoehtona löytää korkealaatuisia tutkimustuloksia. (Johansson 2007, 4.) Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tekemiseen kuuluu tutkimussuunnitelma, tutkimuskysymysten määrittely, alkuperäistutkimusten haku, tutkimusten valitseminen, niiden laadun arviointi ja analysointi sekä tulosten esitys. (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 37.) Karkeasti systemaattisen kirjallisuuskatsauksen vaiheet voidaan myös jakaa kolmeen osaan: katsauksen suunnitteluun, katsauksen tekemiseen ja katsauksen raportointiin. Lähtökohtaisesti katsaukseen tavoitellaan otettavaksi vain korkealaatuisia satunnaisesti ja kontrolloituja kokeellisia vaikuttavuustutkimuksia. Virheiden minimoimiseksi systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa jokainen vaihe on tarkasti suunniteltu ja kirjattu, jotta katsaus olisi mahdollisimman toistettava. (Johansson 2007, 5.)

5.1 Tutkimussuunnitelman laatiminen

Tutkimussuunnitelma on ensimmäinen ja tärkein vaihe systemaattista kirjallisuuskatsausta tehtäessä, koska se ohjaa koko tutkimusprosessin etenemistä, vähentää systemaattista harhaa sekä varmistaa tieteellistä täsmällisyyttä (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 39).

Tutkimussuunnitelmassa määritettävät keskeiset asiat:

- ✓ Tutkimuskysymykset
- ✓ Tutkimusmenetelmät
- ✓ Toimintasuunnitelma alkuperäistutkimusten keräämiseksi
- ✓ Alkuperäistutkimusten sisäänottokriteerit
- ✓ Alkuperäistutkimusten laatuksiteerit ja menetelmät näiden yhdistämiseksi

Lähde: (Pudas-Tähkä & Axelin, 2007, 47- 49.)

5.2 Tutkimuskysymysten määrittely

Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa on olennaista, että tutkimuskysymykset määritetään selkeästi, sillä tutkimuskysymyksillä määritellään ja rajataan se, mihin katsauksella pyritään vastaamaan. Tutkijan aikaisemmin kertoittama tieto aiheesta, taustasitoumus sekä tutkimusintressit ohjaavat tutkimuskysymysten syntyä. Nämä edellä mainitut asiat luovat pohjan sille, mitä tutkija ymmärtää tutkimuksen kohteena olevasta asiasta ja kuinka löytää tietoa kyseisestä aiheesta. Kysymykset voidaan muotoilla vapaasti tai strukturoidusti sekä niitä voi olla yksi tai useampia. Tutkimuskysymyksiä ei suositella muutettavan tai tarkennettavan kesken prosessin, sillä silloin se joudutaan aloittamaan alusta. (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 39–40.) Ilman tutkimuskysymysten asettamista on mahdotonta löytää vastauksia tutkittavasta aiheesta (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 47).

Neljä olennaista tekijää mitkä pitää huomioida tutkimuskysymyksistä (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 47.):

- ✓ Tutkittava kohderyhmä tai tutkittava ongelma
- ✓ Tutkittava interventio tai interventiot
- ✓ Interventioiden vertailut
- ✓ Kliiniset tulokset eli lopputulosmuuttajat

Neljästä olennaisesta tekijästä voidaan myös käyttää lyhennettä PICO. ”P = population / problem of interest, I = intervention under investigation, C = the comparison of interest, O = the outcomes considered most important in assessing results”. Näiden neljän olennaisen tekijän avulla tutkijat voivat paremmin määrittää kriteerit tutkimusten valintaprosessille. Katsauksen tekemisen myöhemmissäkin vaiheissa, kuten kirjallisuushauissa ja artikkeleiden arvioinnissa käytetään näitä olennaisia tekijöitä. (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 47.)

Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat:

1. Mitä vaikutuksia on lasten ja nuorten voimaharjoittelulla?

1.1 Mikä on voimaharjoittelun vaikutus lasten ja nuorten voimantuottoon?

1.2 Mitä vaikutuksia voimaharjoittelulla on lasten ja nuorten vammojen ennaltaehkäisyyn?

1.3 Mitä vaikutuksia lasten ja nuorten voimaharjoittelulla on luustoon?

1.4 Mitä vaikutuksia lasten ja nuorten voimaharjoittelulla on motoriseen suori-tuskykyyn?

1.5 Mitä vaikutuksia voimaharjoittelulla on lasten ja nuorten psykososiaalisiin tekijöihin?

2. Mikä on lasten ja nuorten voiman harjoitettavuus?
3. Mikä on voiman pysyvyys lapsilla ja nuorilla?

Tässä opinnäytetyössä tutkimuskysymykset valikoituivat aiheeseen perehtyessä luettujen artikkelien perusteella. Aluksi perehdyttiin laajasti aiheesta aikaisemmin kirjoitettuun kirjallisuuteen, jossa käsiteltiin lasten ja nuorten voimaharjoittelua, jonka jälkeen tutkimuskysymykset alkoivat muodostua kohti valittua muotoa. Työn tarkoituksena on tutkia menneitä ja nykyisiä käsityksiä lasten ja nuorten voimaharjoittelusta ja saada päivitettyä tietoa aiheesta.

5.3 Käsitteiden nimeäminen hakuprosessiin

Muodostettujen tutkimuskysymysten jälkeen etsittiin avain- ja hakusanoja tutkimuksista, jotka oli löydetty aiheeseen perehtyessä. Tutkimukset olivat katsauksia, joiden oletetaan käsittelevän lasten ja nuorten voimaharjoittelua laajasti useasta eri näkökulmasta. Yksittäisissä tutkimuksissa esiintyneet termit ja avainsanat, jotka vastasivat joko yleisesti aiheeseen tai spesifisti tiettyyn tutkimuskysymykseen kirjattiin ylös. Tämän jälkeen käytiin termi kerrallaan tutkimukset läpi etsien kyseisen termin esiintyvyyttä tutkimuksissa. Tällä haettiin vahvistusta yksittäiselle termille haku- tai avainsanana, joilla oletetaan olevan runsas esiintyminen hakuja tehtäessä.

13.5.2015 Tutkittiin avainsanat perehdyttävistä artikkeleista ja niistä valittiin tutkimuskysymyksiin parhaiten osuvimmat mukaan artikkeleista tehtävään seulontaan. Näiden avainsanojen lisäksi valitsimme mukaan edellä mainituista artikkeleista synonyymejä, jotka liittyivät tutkimuskysymyksiin. Tehdyn termien seulonnan yhteydessä varmistui hakusanat tutkimuskysymyksille. Alla on eriteltyinä hakusanojen esiintyminen eri artikkeleissa.

Taulukko 1. Avainsanojen esiintyvyys

Tutkimus	Tutkimuksissa esiintyvät avainsanat
Position statement on youth resistance training: The 2014 international consensus. Lloyd ym.	Ei avain sanoja.
Youth resistance training: Updated position statement paper from the national strength and conditioning association. Faigenbaum ym. 2009	Strength training, weight training, weight lifting, children, adolescents.
Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: A meta-analysis. Behringer, vom Heede, Matthews, Mester, 2011	Children, adolescents, youth, athletes, resistance, strength, weight, power, training, exercise and sport and motor performance.
Youth performing resistance training: A review. Peltier, Strand, Christensen, 2008	Ei avainsanoja
Strength training for the young athlete. Steven John Duhig, 2014	Youth strength training, children's strength programs, young athlete strength programs.
The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: A systematic review and Meta-analysis. Smith, Eather, Morgan, Plotnikoff, Faigenbaum, Lubans, 2014	Ei avainsanoja
Resistance training for youths. Ignjatovic, Stankovic, Radovanovic, Markovic, Cvecka, 2009	Resistance training, children, adolescents, benefits, risks.

Taulukossa 1 kävimme perehdyttävistä artikkeleista esiin tulleet avainsanat läpi. Taulukossa on eriteltyinä avainsanat niistä teksteistä, joissa löytyi erityinen avainsanaluettelo. Näitä sanoja käytettiin hyväksi hakusanoja määrittelyssä.

Taulukko 2. Hakusanat tutkittavalle kohderyhmälle (P= population of interest) ja interventiolle (I= intervention under investigation)

Termit	Kohderyhmän termistö (P=Population of interest)				Interventioiden termit (I=Intervention under investigation)		
	Child/children*	youth	adolescent	Prepubertal	Strength training	Weight training	Resistance training
Tutkimus							
Position statement on youth resistance training: The 2014 international	76	80	52	1	0	0	84
Youth resistance training: Updated position statement paper from the national strength and conditioning association	125	114	82	0	0	2	184
Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: A meta-analysis	30	4	19	2	8	2	32
Youth performing resistance training: A review	8	71	3	0	0	0	57
Strength training for the young athlete, Steven John Duhig, 2014	40	7	7	0	21	0	11
The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: A systematic review and Meta-analysis.	22	32	14	0	0	1	6
Resistance training for youths, Aleksandar Ignjatovic, 2009	28	21	10	0	6	1	38
Yhteensä	329	329	187	3	28	6	412

*Haettu termillä child. Tähän on laskettu mukaan sanat child ja Children.

Taulukosta 2 huomataan, että sanan *prepubertal* esiintyminen tutkimuksissa oli hyvin pieni. Tämän takia hakusanoiksi kohderyhmän termistöön (lapsen kehitys 2.1) valittiin vain *child*, *youth* ja *adolescent*. Huolimatta interventioiden termi (voimaharjoittelu 4) *weight training* vähäisestä esiintymisestä tutkimuk-

sissa, otetaan kaikki termit mukaan tutkimukseen, koska sen oletetaan löytävän olennaisia tutkimuksia.

Tutkimuskysymyksiin kohdentuvat huomattavasti *tarkemmat termit*, joten niiden esiintyvyys oli oletettavasti jo pienempi verrattuna kohderyhmän ja interventioiden termistöön. Lisäksi haravoinnin yhteydessä voitiin huomata, että eräistä tutkimuksista löytyi huomattavasti runsaammin osumia tietyille koehakusanoille johtuen siitä, että yksittäinen tutkimus saattoi käsitellä hyvin tarkasti jotain osa aluetta lasten ja nuorten voimaharjoittelusta. Tutkimuskysymyksiin liittyvien haku- ja avainsanojen haravoinnin tuloksia on katsottava tarkasti ja kriittisesti, mutta kuitenkin suopeasti, koska osa tutkimuskysymyksistä kohdistuu hyvin niukasti tutkitulle osa alueelle. Taulukosta 3 saatiin hakusanat pohjaksi kaikkiin tutkimuskysymyksiin.

Taulukko 3. Tutkimuskysymysten hakusanojen seulonta

Termit	1.1 Tutkimus kysymys Mikä on voimaharjoittelun vaikutus lasten ja nuorten voimantuottoon?		1.2 Tutkimus kysymys Mitä vaikutuksia voimaharjoittelulla on lasten ja nuorten vammojen ennaltaehkäisyyn?		1.3 tutkimuskysymys Mitä vaikutuksia lasten ja nuorten voimaharjoittelulla on luustoon?	
	Power production	Muscular/muscle strength*	Injury**	Trauma	Bone	Growth plate
Position statement on youth resistance training: The 2014 international	2	30	19	0	8	2
Youth resistance training: Updated position statement paper from the national strength and conditioning association	2	12	37	0	21	1
Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: A meta-analysis	0	5	2	0	1	0
Youth performing resistance training: A review	0	2	6	0	6	1
Strength training for the young athlete, Steven John Duhig, 2014	0	3	6	0	1	2
The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: A systematic review and Meta-analysis.	0	9	3	0	33	0
Resistance training for youths, Aleksandar Ignjatovic, 2009	0	7	6	0	3	0
Yhteensä	4	68	79	0	73	6

*Haettu termillä musc. Mukaan laskettiin muscular- tai muscle strength.

** Haettu sanalla injury. Mukaan lasketaan injury prevention.

Taulukosta 3 tutkimuskysymykseen numero 1.1 (voimantuotto 4.4) valittiin molemmat *tarkentavat termit*. Vaikka termi *power production* sai vain neljä osumaa, otetaan se mukaan hakusanaksi, koska osumat tulivat vakuuttavista lähteistä. Tutkimuskysymyksestä 1.2 (urheiluvammat 3) pudotetaan pois hakutermi *trauma*, koska sitä ei esiintynyt haravoinnissa ollenkaan. Tutkimuskysymykseen 1.3 (luusto 2.4) valitaan ainoastaan sana *bone*, koska sana *growth plate* sisältyy sanaan *bone*.

Taulukko 4. Tutkimuskysymysten hakusanojen seulonta

Termit	1.4 tutkimuskysymys Mitä vaikutuksia lasten ja nuorten voimaharjoittelulla on motori- seensuorituskykyyn?		1.5 tutkimuskysymys Mitä vaikutuksia voimaharjoittelul- la on lasten ja nuorten psykososi- aalisiin tekijöihin?
Tutkimus	Motor perfor- mance	Sport perfor- mance	psychosocial
Position statement on youth resistance training: The 2014 international	1	1	4
Youth resistance training: Updated position statement paper from the national strength and conditioning association	6	4	10
Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: A meta-analysis	30	2	0
Youth performing resistance training: A review	0	1	1
Strength training for the young athlete, Steven John Duhig, 2014	1	0	1
The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: A systematic review and Meta- analysis.	0	1	0
Resistance training for youths, Aleksandar Ignjatovic, 2009	0	1	0
Yhteensä	38	10	16

Taulukosta 4 tutkimuskysymykseen numero 1.4 valittiin molemmat *tarkentavat termit* (motorinen suorituskyky 2.2). Vaikka *sport performance* -termillä osumia olikin vain 10, ei *motor performance* termin 38 osumaa ollut niin huomattavasti suurempi, ettei molempia sanoja voi ottaa mukaan. Tutkimuskysymykseen 1.5

(psykologia 2.3) valikoitui siihen tarkin kuvaavin sana, *psychosocial*, jossa osumia oli kiitettävä määrä huomioiden kysymyksen tarkan rajauksen.

Taulukko 5. Tutkimuskysymysten hakusanojen seulonta

Termit	2. tutkimuskysymys Mikä on voiman pysyvyys lapsilla ja nuorilla?		3. tutkimuskysymys Mikä on lasten ja nuorten voiman harjoitettavuus?
	maintenance	detraining	Trainability
Position statement on youth resistance training: The 2014 international	2	2	1
Youth resistance training: Updated position statement paper from the national strength and conditioning association	4	5	0
Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: A meta-analysis	0	0	0
Youth performing resistance training: A review	1	0	0
Strength training for the young athlete, Steven John Duhig, 2014	0	0	0
The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: A systematic review and Meta-analysis.	0	0	0
Resistance training for youths, Aleksandar Ignjatovic, 2009	0	0	1
Yhteensä	7	7	2

Taulukosta 5 otamme mukaan kaikki *tarkentavat termit* (pysyvyys 4.7, harjoitettavuus 4.8), koska ne vastaavat parhaiten tutkimuskysymyksiin. Jokaisessa hakusanassa osumia oli todella vähän, mikä oli ennalta odotettavissa kysymysten spesifiyden takia. Tästä huolimatta kaikki hakusanat valittiin mukaan, koska osuvampia sanoja näihin tutkimuskysymyksiin ei ollut tarjolla.

5.4 Koehaut

Huomiolle on pantava, että erityisesti Google Scholar -hakukoneiston ohjeistus internetsivuilla on hyvin suppea, minkä takia jouduttiin paljon päästelemään hakukoneiston toimintaa. Google scholarin hakukoneisto on hyvin kankea ja monimutkainen verrattuna muihin käytettyihin tietokantoihin. Kokeilemalla saatiin käsitys hakukoneiston toiminnasta ja siitä, kuinka saada mahdollisimman laaja hakutulos, joka vastaisi tutkimuskysymyksiin.

Koehaut suoritettiin 1.10.2015 Kotkassa Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa. Koehauissa käytettävät tietokannat olivat Google Scholar, PubMed ja ScienceDirect. Koehauissa saatiin täsmennettyä hakutermejä. 1.10.2015 suoritettujen koehakujen myötä sana *power* osoittautui laajemmaksi hakutermitiksi kuin *power production*, joten termiä *power* tullaan käyttämään. Tämä sen takia, koska hauissa termi *power* löytää myös termin *power production*.

1.10.2015 huomattiin, että hakutermi *sport performance* tulee muuttaa muotoon *sports performance*, mikä lisäsi huomattavasti hakujen osuvuutta.

1.10.2015 todettiin sanan *psychosocial* olevan liian suppea ja sillä ei saatu tarvittavia hakutuloksia. Tämän vuoksi päätettiin ottaa koehakujen perusteella mukaan termi *self-perception*, jonka uskotaan lisäävän hakuosumien määrää kyseiseen tutkimuskysymykseen.

Taulukko 6. Hauissa käytetyt termit

Hauissa käytetyt termit			
Tutk. Kys. 1. Kohderyhmän termistö (P= population of interest)	Child*→mukaan lasketaan child ja children	Youth	adolescent
Tutk. Kys. 1 Interventoiden termit (I=Intervention under investigation)	Strength training	Weight training	Resistance training
Tutk. Kys. 1.1	Power production	Musc*→ Mukaan lasketaan muscular- tai muscle strength	
Tutk. Kys. 1.2	Injur*→ Mukaan lasketaan injury prevention		
Tutk. Kys. 1.3	Bone		
Tutk. Kys. 1.4	Sports performance	Motor performance	
Tutk. Kys. 1.5	psychosocial Mites self-perception?		
Tutk. Kys. 2	Maintenance	Detraining	
Tutk. Kys. 3	Trainability		

5.5 Alkuperäistutkimusten haku

Kun tutkimuskysymykset ovat määritelty, voidaan pohtia ja valita menetelmät katsauksen alkuperäistutkimusten hakuun. Tähän vaiheeseen kuuluu eri tietokantojen valinnat ja hakutermit. (Johansson 2007, 6.) Tutkimuskysymyksiin perustuva alkuperäistutkimusten haku tehdään systemaattisesti. Haut kohdis-

tetaan tutkimussuunnitelman mukaisesti niihin tietolähteisiin, joista arvellaan saatavan tutkimuskysymysten perusteella oleellista tietoa, sekä monipuolisesti, eli hakien tutkimuksia sekä sähköisesti eri tietokannoista että manuaalisesti. (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 40.) Manuaalinen tiedonhaku on myös suositeltavaa sähköisen tiedonhaun lisäksi, jotta saadaan mahdollisimman kattavat tiedonhakutulokset (Johansson 2007, 6). Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen hakuprosessi on erittäin tärkeä vaihe, koska hakuvaiheessa tapahtuneet virheet johtavat tutkittavan aiheen vääristyneeseen kuvaukseen ja löytyneen näytön epäluotettavuuteen. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää dokumentoida hakuprosessin eri vaiheet mahdollisimman tarkasti, jolloin hakustrategiaa voidaan pitää systemaattisen kirjallisuuskatsauksen prosessin mukaisena. Hakuprosessin dokumentoinnilla varmistetaan tutkimuksen tieteellistä pätevyyttä ja mahdollistetaan tutkimuksen toistettavuutta jonkun toisen tutkijan toimesta tulevaisuudessa. (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 49- 50.)

Hakustrategiat ohjaavat alkuperäistutkimusten hakua. Tietokantojen valinta, vapaat tekstisanat, indeksoidut termit sekä näiden yhdistelmät ovat osana hakustrategioita. Jos tutkimuksessa on määritelty useampia tutkimuskysymyksiä, tehdään jokaiselle tutkimuskysymykselle haut mahdollisimmat laajasti käyttäen eri hakusanoja ja indeksoituja termejä. Koska eri tietokannoissa toimivat erilaiset hakustrategiat, määritellään jokaisessa tietokannassa haut ja termit erikseen. Hakuja tehtäessä suositellaan hyödynnettävän viitteidenhallintajärjestelmää ja informaation apua. Tämä sen takia, koska tietoa on hyvin paljon tarjolla ja hakustrategioiden kartoittaminen on hyvin hankalaa. (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 40–41.)

Alkuperäistutkimusten haussa on syytä välttää systemaattista kieli- ja julkaisuharhaa, jolloin haku rajataan vaan tiettyyn tai tiettyihin kieliin ja hakujen ulkopuolelle voi jäädä katsaukselle tärkeitä alkuperäistutkimuksia. Vain osa relevanteista alkuperäistutkimuksista löydetään elektronisesti, mikä lisää manuaalisen tiedonhaun merkittävyyttä. Manuaalista hakua tulee suorittaa erilaisista julkaisemattomista lähteistä. Manuaaliseen hakuun rajataan tietyltä ajalta tutkimuskysymysten kannalta oleelliset lehdet, teokset, konferenssijulkaisut, monografiat sekä lähdeluettelot. Huolimatta siitä, että keskeiset julkaisut olisivat mukana elektronisessa haussa, käydään ne läpi vielä käsihaulla. Näin

varmistetaan, ettei elektronisten hakujen ulkopuolelle jäänyt relevantteja alkuperäistutkimuksia. (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 40–41.) Tässä opinnäyetyössä ei suoritettu manuaalista hakua, ajankäytöllisistä ongelmista ja resurssipuolasta johtuen.

Kevään 2015 aikana teimme koehakuja SportsDiscus-, ProQuest-, ScienceDirect-, Google Scholar- ja PubMed- tietokantoihin. Näistä valitsimme kaikki edellä mainitut tietokannat, saadaksemme mahdollisimman kattavan vastauksen tutkimuskysymyksiimme.

Google Scholar

- Googlen omistama, tieteellistä kirjallisuutta tarjoava kansainvälinen tietokanta. (Tietokanta osoitteessa: <http://scholar.google.fi/>)

Johtuen Google Scholarin omalaatuisesta hakukoneistosta jouduttiin hakuja muokkaamaan omanlaiseensa muotoon verrattuna muihin tietokantoihin. Tämän osion tarkoitus on selventää, kuinka haut toteutettiin Google Scholarissa. Hauissa käytettiin Google Scholarin tarkennettua hakua, joka näkyy kuvassa 1.

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen mallissa käytetään intervention kohderyhmän (*P = population of interest*) termistöä, ja tutkittavan intervention (*I = intervention under investigation*) termistöä. Tämä näkyy kuvasta 1. Ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä jouduttiin Google Scholaria käyttäessä jokainen intervention kohderyhmän termi syöttämään hakukoneeseen erikseen. Termit *resistance training*, *weight training* ja *strength training* syötettiin hakukoneeseen kohtaan ”*etsi artikkeleita kaikilla sanoilla*” yksi kerrallaan (katso kuva 1 sininen teksti). Ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä interventioiden kohderyhmän termit pysyivät koko ajan ”*ainakin yksi sanoista*” -kohdan sisällä.

Etsi artikkeleita
✕

kaikilla sanoilla

sisältäen tarkan ilmauksen

ainakin yksi sanoista

ilman sanoja

jossa omat sanani esiintyvät

Näytä artikkelit, jotka on kirjoittanut
esim. "PJ Hayes" tai McCarthy

Näytä artikkelit, jotka on julkaistu kohteissa
esim. J Biol Chem tai Nature

Näytä artikkelit, jotka on päivätty seuraavalla aikavälillä: –
esim. 1996

Kuva 1. Ensimmäisen tutkimuskysymyksenmalli

Tarkentaviin tutkimuskysymyksiin käytettiin ensimmäisen tutkimuskysymysten mallia pohjana. Käytetyt P ja I pysyivät muuttumattomana, mutta hakuun lisättiin ”*tarkentavat termit*” vastaamaan spesifimmin loppuihin tutkimuskysymyksiin. Huomioitavaa on, että jokaiselle *I = intervention under investigation*-termille haettiin erikseen tuloksia ”*tarkentavaan termiin*”. ”*Tarkentavia termejä*” on mahdollisesti useampiakin, katso kohta 5.3 käsitteiden nimeäminen, taulukot 3 ja 4. Esimerkkeinä ”*tarkentavista termeistä*” ovat: *bone, sports performance, motor performance*.

Etsi artikkeleita ✕

kaikilla sanoilla

sisältäen tarkan ilmauksen

ainakin yksi sanoista

ilman sanoja

jossa omat sanani esiintyvät

Näytä artikkelit, jotka on kirjoittanut

Näytä artikkelit, jotka on julkaistu kohteissa

Näytä artikkelit, jotka on päivätty seuraavalla aikavälillä: – esim. 1996

Kuva 2. Toinen tutkimuskysymyksen malli

Haut suoritettiin Google Scholarilla 9.10.2015 Kymenlaakson Ammattikorkeakoululla. Google Scholarin lopullinen hakutulos, kun päällekkäisyydet kaikista tutkimuskysymyksistä poistettiin, on 142. Tulokset taulukossa 11.

PubMed

- Kansainvälinen tietokanta, yli 24 miljoonaa sitaattia lääketieteellisistä tietokannoista. (Tietokanta osoitteesta: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>)

PubMed-haut tehtiin 10.10.2015 Kymenlaakson Ammattikorkeakoululla. Haut kohdistettiin otsikoihin ja abstrakteihin, eli kohtaan *"title/abstract"*. Tässä hakukoneistossa saatiin määritettyä yhden tutkimuskysymyksen kaikki hakutermit yhteen hakulausekkeeseen.

Builder

	Title/Abstract	I = resistance training OR weight training OR strength training	⊖	Show index I
AND	Title/Abstract	P = Child, youth, adolescent	⊖	Show index I
AND	Title/Abstract	"tarkentava termi"	⊖ ⊕	Show index I

Kuva 3. PubMed haun malli

PubMed-hakukoneisto mahdollisti sanan katkaisun, jota käytettiin sanojen "muscle" ja "muscular" yhdistämiseksi. Näin saatiin termi "musc*". Samaa menetelmää sovellettiin termiin "injury" joka muuttui muotoon "injur*".

PubMedin lopullinen hakutulos, kun päällekkäisyydet kaikista tutkimuskysymyksistä poistettiin, on 212. Tulokset taulukossa 9.

ScienceDirect

- Kansainvälinen tietokanta, yli 13 miljoonaa artikkelia. (Tietokanta osoitteessa: <http://www.sciencedirect.com/>)

ScienceDirect-haut suoritettiin 15.10.2015 Kymenlaakson ammattikorkeakoululla. Hakukoneistossa käytettiin "Expert search" toimintoa, jossa muodostetaan yhtenäinen pitkä hakutermistö. Haut kohdistettiin otsikoihin ja abstrakteihin, eli kohtaan "title/abstract". Hauista suljettiin kirjat pois kohdistamalla haut ainoastaan kohtaan "Journals". Esimerkin hausta ScienceDirect tietokantaan voit katsoa kuvasta numero 4. Huomioitavaa on, että ScienceDirect-tietokannassa ei ole tarvetta katkaista termiä, koska yksikkömuodolla haetulla termillä löydetään monikkomuoto sekä possessiivimuoto.

All Journals Books Reference Works Images [Advanced search](#) | [Expert search](#)

[? Search tips](#)

Search for (Enter terms using Boolean connectors e.g. "heart attack" AND stress)

TITLE-ABSTR-KEY(resistance training OR weight training OR strength training) and TITLE-ABSTR-KEY(child OR youth OR adolescent)

Refine your search

Journals All
 Books My Favorites
 Subscribed publications
 Open Access articles

- All Sciences -
 Agricultural and Biological Sciences
 Arts and Humanities
 Biochemistry, Genetics and Molecular Biology

Hold down the Ctrl key (or Apple Key) to select multiple entries.

All Years 2005 to: Present

Search

Kuva 4. ScienceDirect haun malli

ScienceDirectin lopullinen hakutulos, kun päällekkäisyydet kaikista tutkimuskysymyksistä poistettiin, oli 146. Tulokset taulukossa 12.

ProQuest

- Kansainvälinen tietokanta, yli 90 tuhatta artikkelia. (Tietokanta osoitteessa: <http://www.proquest.com/>)

ProQuest Centralin tietokannan haut suoritettiin 20.10.2015 Jyväskylän yliopiston kirjastolla. Jyväskylän yliopiston kirjaston informaation avulla haut

kohdistettiin neljään ProQuest Centralin tietokantaa, jotka ovat ”*Pharmaceutical news index*”, ”*Physical education index*”, ”*ProQuest health & medical complete*” ja ”*PsycINFO*”. Informaatikon avulla päädyttiin kyseisiin tietokantoihin, joista uskottiin parhaiten löytyvän osumia tutkittavaan aiheeseen. Haut kohdistettiin pelkästään otsikoihin ja abstrakteihin. Lähdeyyppinä käytettiin ”*scholarly journals*”, dokumentti tyyppinä käytettiin ”*article*”, ”*literature review*” ja ”*review*”, kielenä käytettiin ”*english*”, ”*swedish*” ja ”*finnish*”. Tutkimukset rajoitettiin vielä kohtaan ”*Peer reviewed*”, mikä tarkoittaa, että saman tieteenalan ammattilaiset ovat arvioineet tekstin.

ProQuest- Central tietokannassa katkaistiin tutkittavan kohderyhmän termit ”*Child**”, ”*Adolescen**”. Tarkentavista termeistä katkaistiin termit ”*Musc** *strength*” ja ”*Injur**”. Katkaisun oletettiin vaikuttavan hakutuloksiin positiivisesti, kun hakutermien useammat muodot lasketaan mukaan systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen.

ProQuestin lopullinen hakutulos, kun päällekkäisyydet kaikista tutkimuskysymyksistä poistettiin, oli 363. Tulokset taulukossa 10.

SportsDiscus

- EBSCOn isännöimä kansainvälinen urheilututkimuksiin erikoistunut tietokanta. Sisältää yli kaksi miljoonaa dokumenttia vuodesta 1931 eteenpäin, sekä kymmeniä tuhansia väitöskirjoja, opinnäytetöitä ja kansainvälisiä viittauksia 60 eri kielelle. (Tietokanta osoitteessa: <https://www.ebscohost.com/academic/sportdiscus-with-full-text>)

SportDiscus-haut suoritettiin 20.10.2015 Jyväskylän yliopiston kirjastolla. Haut suoritettiin Jyväskylän yliopiston kirjaston informaatikon avusteisesti. SportDiscus hauissa käytettiin ”*Peer reviewed*” komentoa, joka tarkoittaa, että saman tieteenalan ammattilaiset ovat arvioineet tekstin. Kielet rajattiin hauissa ”*finnish*”, ”*english*” ja ”*swedish*”. Sportdiscus-haut kohdistettiin otsikkoon, abstraktiin ja kohtaan ”*Keywords*” eli avainsanoihin. Täsmälleen samat termit katkaistiin kuin kohdassa ProQuest.

SportDiscuksen lopullinen hakutulos, kun päällekkäisyydet kaikista tutkimuskysymyksistä poistettiin, oli 389. Tulokset taulukossa 8.

Hakujen yhteenveto

Hakuja tehdessä huomattiin, että tutkimuskysymys yksi, ”mitä vaikutuksia on lasten ja nuorten voimaharjoittelulla”, oli termistöltään niin laaja, että se sisälsi osumat kaikista muista tutkimuskysymyksistä kaikissa viidessä tietokannassa. Oletetut tarkentavat hakutermit eivät antaneet lisää osumia, joten tutkimuskysymys ykkösen hakutulokset olivat hakukoneistosta saatava lopullinen tulos. Tästä syystä pudotettiin pois kaikki tarkentavat termit ensimmäisestä tutkimuskysymyksestä. Näin ollen vastataan tutkimus kysymys yhteen, kahteen ja kolmeen.

Taulukko 7. Lopulliset hakutermit

Lopulliset tulokset hauista saatiin seuraavilla termeillä					
Kohderyhmän termistö (P=Population of interest)			Interventioiden termit (I=Intervention under investigation)		
Child*/children	Youth	Adolescent	Strength training	Weight training	Resistance training

Taulukko 8. SportDiscus –hakujen tulokset

Tutkittavan kohderyhmän termit	Tutkittavan intervention termit	Osumat
Child* OR youth OR adolescent*	Resistance training OR strength training OR weight training	389

Taulukko 9. PubMed –hakujen tulokset

Tutkittavan kohderyhmän termit	Tutkittavan intervention termit	Osumat
Child OR youth OR adolescent	Resistance training OR strength trainin OR weight training	212

Taulukko 10. ProQuest Central – hakujen tulokset

Tutkittavan kohderyhmän termit	Tutkittavan intervention termit	Osumat
Child* OR youth OR adoles- cen*	Resistance training OR strength trainin OR weight training	363

Taulukko 11. Google Scholar –hakujen tulokset

Tutkittavan kohderyhmän termit	Tutkittavan intervention termit	Osumat	Yhteensä
Child, Youth Adolescent	Resistance training	55	155
	Weight training	24	
	strength training	76	

Taulukko 12. ScienceDirect –hakujen tulokset

Tutkimuskysymyksen hakulauseke	Osumat
TITLE-ABSTR-KEY(resistance training OR weight training OR strength training) and TITLE-ABSTR-KEY(child OR youth OR adolescent)	146

Kun yhtäläisyydet on poistettu tietokannoista, saatiin lopullinen alkuperäistutkimus määrä, joka oli 835.

5.6 Alkuperäistutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen hyväksyttävälle artikkeleille määritellään tarkat sisäänottokriteerit, jotka perustuvat tutkimuskysymyksiin, ja ne määritellään ennen lopullista valintaa (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 41). Kriteereiden täytyy olla johdonmukaiset ja tarkoituksenmukaiset tutkittavan aiheen kannalta, jotta saataisiin ehkäistyä systemaattisia virheitä (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 48). Kriteereissä voidaan rajata lähtökohtia, tutkimusmenetelmää tai tutkimuksen laatutekijöitä. Katsaukseen hyväksytyjen ja hylättyjen alkuperäistutkimusten valinta perustuu siihen, vastaavatko hauissa saadut artikkelit asetettuja sisäänottokriteerejä. Kriteerit olisi hyvä myös testata ennen varsinaisen kriteeristön käyttöönottoa muutamalla satunnaisesti valitulla alkuperäistutkimuksella. (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 41.) Kohderyhmää määritellessä katsauksen tekijöiden tulee päättää, minkälaista kohderyhmää halutaan tutkia (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 47).

Tässä opinnäytetyössä sisäänottokriteerit tutkimuksille ovat:

- Intervention kohderyhmänä on lapsi tai nuori, joka on selkeästi määritelty otsikossa tai abstraktissa.
- Tutkimus vastaa selkeästi tutkimuskysymyksiin 1–3 otsikon ja abstraktin perusteella.
 - Esiintyy sana children, adolescent tai youth, tai määritellään ikähaarukka 0–18 vuotta.
- Tutkimus on suomen-, ruotsin- tai englanninkielinen alkuperäistutkimus, systemaattinen kirjallisuuskatsaus tai meta-analyysi.
- Tutkimuksessa on kontrolliryhmä.

Tässä opinnäytetyössä poissulkukriteereinä ovat:

- Painonnosto urheilulajina.
- Tutkimuksen kohderyhmällä on ICD-10-luokituksessa esiintyvä sairaus, pois lukien ylipaino ja liikalihavuus.
- Tutkimuksen kohderyhmä on käyttänyt anabolisia steroideja.
- Tutkimukset, joissa esiintyy useampia interventioita kuin pelkästään voimaharjoittelu, pois lukien tutkimukset, joissa voimaharjoittelu on lisäharjoitus toiselle urheilulajille.
- Meta-analyysiä vanhemmat tutkimukset.
 - Alkuperäistutkimuksen ollessa vanhempi kuin samaa aihealuetta tutkiva uudempi meta-analyysi, kyseinen alkuperäistutkimus poissuljettiin.

Tässä katsauksessa poissuljettiin ICD-10-luokituksen sairaudet, mutta otettiin mukaan ylipainoiset ja aineenvaihdunnalliset sairaudet, koska kansanterveyteen liittyen 1-tyyppin Diabetes Mellitus on ajankohtainen ja kasvava sairaus lapsilla ja nuorilla. Tämä voidaan todeta vuonna 2007–2009 tehdyn Lasten ja nuorten terveysseurannan kehittäminen -hankkeen tekemässä tutkimuksessa, jonka mukaan lasten ja nuorten ylipainoisuus on yleistynyt. Tutkimuksessa kouluikäisistä pojista 21 % ja tytöistä 20 % oli ylipainoisia. (Hakulinen-Viitanen, Kaikkonen, Koponen, Laatikainen, Mäki, Ovaskainen, Sippola, & Virtanen, 2010.) Interventiot rajattiin oman kehon painoharjoitteluun, kuntosalilaitteisiin, vapaisiin painoihin, elastisiin kuminauhoihin ja kuntopallon käyttöön. Painonnosto on urheilumuoto, johon sisältyy tempaus, rinnalleveto ja työntö. Painonnostoharjoittelu viittaa monipuoliseen moninivelharjoitteluun, jossa käytetään tempausta, rinnallevetoa, työntöä sekä muunnelmia näistä liikkeistä. Painonostoliikkeet ovat räjähtäviä liikkeitä, mutta korkeasti kontrolloituja, jotka vaativat suuren määrän teknistä taitoa. Saatavilla oleva kirjallisuus osoittaa, että painonostoliikkeiden suorittaminen osana voima- ja kuntoiluohjelmaa voi olla vaikuttavaa ja miellyttävää lapsille ja nuorille, mikäli se suoritetaan pätevässä seurannassa ja kiinnitetään huomiota suoritustekniikkaan. (Lloyd ym. 2014, 5.) Tässä tutkimuksessa poissulkukriteerinä ovat painonostourheilijat. Oletettavasti painonostourheilijat omaavat valmiiksi jo painonnostoharjoittelussa saavutetut hyödyt, joten heidän lähtötasonsa voimaharjoitteluun olisi korkeampi verrattuna ikätovereihin, jotka eivät ole harrastaneet voimaharjoittelua. Painonnostoharjoittelua ei kuitenkaan poissuljeta tutkimuksesta, eikä myöskään painonnostoharjoittelussa toteutettuja liikkeitä, joita ovat edellä mainitut tempaus, rinnalleveto ja työntö sekä näiden erilaiset variaatiot.

5.7 Alkuperäistutkimusten valinta

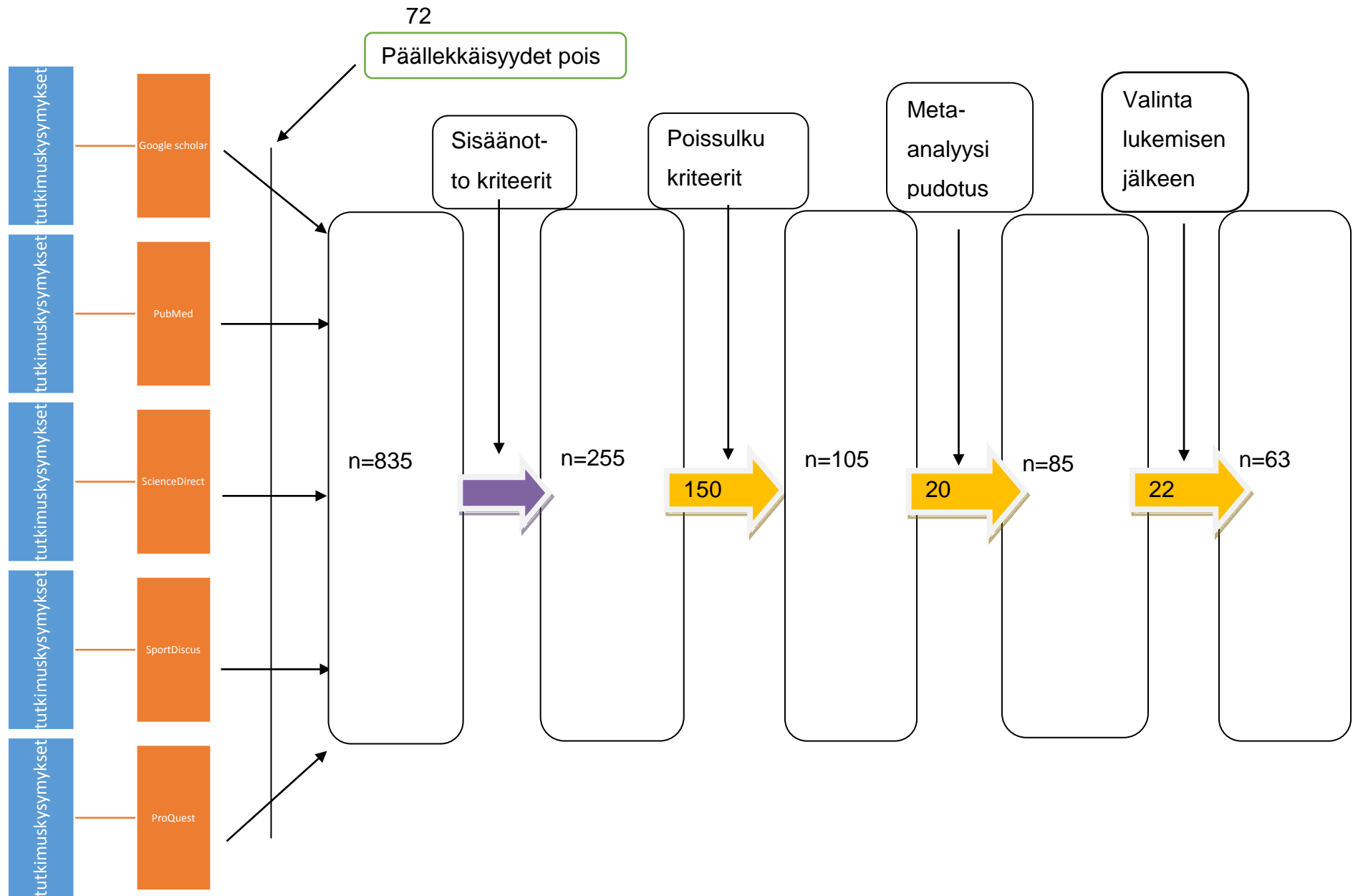
Alkuperäistutkimuksia valittaessa tulisi tarkasti valita ne tutkimukset, jotka ovat tutkimuskysymysten kannalta oleellisimpia. Sisäänottokriteerien selkeällä rajauksella sekä sillä, että alkuperäistutkimusten valinnan tekee ainakin kaksi arvioijaa toisistaan riippumattomasti ja itsenäisesti haetaan valikoitumisharhan minimoimista. Katsaukseen hyväksyttävien ja hylättyjen alkuperäistutkimusten valinta menee asteittain ja perustuu siihen, vastaavatko hauissa löytyneet alkuperäistutkimukset määrättyjä sisäänottokriteereitä. Kaikista löydetyistä al-

kuperäistutkimuksista luetaan otsikot ja sen perusteella hyväksytään tai hylätään ne, jotka vastaavat tai eivät vastaa sisäänottokriteereitä. Mikäli vastavuus ei selviä otsikosta, perehdytään tutkimuksen abstraktiin tai koko alkuperäistutkimukseen, ja niiden pohjalta tehdään lopullinen valinta. Mikäli alkuperäistutkimuksesta on useampi kuin yksi julkaisu, valikoidaan näistä ainoastaan kattavin, jotta vältetään toistojulkaisemisharhalta. (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 41.)

Manuaalisesti löydettyjen alkuperäistutkimusten valinta poikkeaa elektronisesti tehtyjen hakujen valinnasta siten, että siinä yksi arvioija valitsee hakustrategiassa määritellyistä julkaisuista ne alkuperäistutkimukset, jotka vastaavat määritettyjä sisäänottokriteerejä. Tästä valikoituneet tutkimukset yhdistetään elektronisesti valikoituneiden kanssa ja lopullinen valinta tapahtuu kaikista näistä yhdessä. (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 41.)

Sisäänotto- ja poissulkukriteerien jälkeen kaksi arvioijaa toimi toisistaan riippumatta ja perehtyivät alkuperäistutkimuksiin, joista he koostivat konsensuksen, mitkä tutkimukset lasketaan sisään lopullisiin tuloksiin ja sisällönanalyyysiin. Alkuperäistutkimusten valinnan prosessin voit katsoa kuvasta 5.

Lukemisvaiheeseen tutkimuksia selviytyi 85 kappaletta. Tutkimuksia yritettiin saada auki Jyväskylän yliopiston kirjastosta. Tämän jälkeen tarvittaessa otettiin yhteyttä suoraan alkuperäistutkimuksen tekijöihin joko suoraan sähköpostitse tai käyttäen ResearchGate- internetsivustoa. Tästä huolimatta emme onnistuneet saamaan kahta tutkimusta. Nämä tutkimukset olivat ”Effects of weight training on sprinting performance, flexibility and strength. 2010. Azeem Kaukab.” ja ”Effects of weight training on selected strength and anxiety variables of prepubescent female gymnasts. 2000. O`nan, Foxworth, Boling & Henderson.” Lukemisvaiheessa myös huomattiin, että kaksi erinimistä tutkimusta olivatkin tismalleen samat. Näistä kahdesta valitsimme sen, joka oli julkaistu kansainvälisessä tieteellisessä aikakausijulkaisussa. Kyseinen tutkimus merkattiin poistuneeksi päällekkäisyyksien vuoksi.



Kuva 5. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen eteneminen

Taulukko 13. Poissulkukriteerien jälkeen pudonneiden määrät ja syyt

Painonnosto urheilija	2
ICD-10 luokituksessa esiintyvä sairaudet. Paitsi ylipaino ja liikalihavuus	86
Tupla interventio. Otetaan mukaan, jos voimaharjoittelu on lisäharjoitus toisen urheilulajin lisäksi.	48
Ei löydy	14
Yhteensä	150

Taulukko 14. Luvuvaiheen jälkeen poistuneet ja syyt

Syy	Montako
Ei kontrolliryhmää, paitsi jos vastaa tutkimuskysymykseen koskien pysyvyyttä	15
Ei oikeata ikä kontrollia	1
Sisältyy meta-analyysiin	3
Tutkimusta ei löytynyt	2
Luvuvaiheessa selvisi ettei ole alkuperäistutkimus.	1
Yhteensä	22

5.8 Alkuperäistutkimusten luotettavuuden ja laadun arviointi

Kvaliteetti pitää arvioida systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa, missä katsauksen yleistä luotettavuutta yritetään lisätä kiinnittämällä huomiota valittujen alkuperäistutkimusten laatuun (Stolt & Routsalo 2007, 62). Laadun arvioinnilla pyritään lisäksi tuottamaan uusia suuntia jatkotutkimuksille, kohdistamaan tulosten tulkintaa ja määrittämään tutkimustulosten vaikuttavuutta (Kontio & Johansson 2007, 101). Erityisesti alkuperäistutkimusten laadussa kiinnitetään huomiota käytettyihin menetelmiin, sovellettavuuteen ja käytännöllisyyteen. Laadun arvioinnissa määritetään myös tutkimusten minimilaatutaso, jolla tutkimus voidaan hyväksyä mukaan katsaukseen. (Stolt & Routsalo 2007, 62.) Tutkimusmenetelmän tyyppille voidaan sovittaa sisäänottokriteerit. Joissakin katsauksissa voidaan käyttää vain satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia (RCT), joiden näytön aste on vankin. (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 49.) Erityisesti sokottamisen ja satunnaistamisen sekä tutkimuskohteiden pois putoamisen arviointi ovat tärkeitä tekijöitä kvantitatiivisessa tutkimuksessa (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 42). Tällaisten vahvojen alkuperäistutkimusten perusteella voidaan tehdä tukevia yleistyksiä sekä toimitasuosituksia (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 49). Lisäksi luotettavuuden ja laadun arviointi vaiheessa pyritään selittämään, minkä takia eri laatusissa tutkimuksissa on syntynyt erilaisia tuloksia (Kontio & Johansson 2007, 101).

Peruskriteerit laadulle määritellään tutkimussuunnitelmassa ja tutkimuskysymyksissä. Kriteerejä kuitenkin tarkennetaan vielä ennen kuin alkuperäistutkimukset voidaan valita. Alkuperäistutkimusten laadun arvioon osallistuu myös kaksi toisistaan riippumatonta tutkijaa. Arvioinnissa suositellaan käytettävän valmista tai itse koottua systemaattista ja standardoitua mittaria tai tarkistuslistaa. (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 41–42.) Tämä vaihe on tärkeä, jotta vältetään systemaattisen harhan riski. Sikäli kun mittari on valittu, tulee se esitettäväksi muutamaa satunnaisesti valittuun alkuperäistutkimukseen. (Kontio & Johansson 2007, 102.)

Valitettavasti tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa ei suoritettu luotettavuuden ja laadun arviointia, koska koululla ja opiskelijoilla ei ollut edelly-

tyksiä kyseiseen. Poissulkukriteeri, jossa alkuperäistutkimuksiin vaadittiin kontrolliryhmät, on yksi tämän opinnäytetyön laatua parantava tekijä.

5.9 Tulosten sisällönanalyysi

Lopullisesti 63 tutkimusta hyväksyttiin sisällönanalyysiin. Sisällönanalyysi tehtiin yksinkertaisesti, jossa otettiin huomioon tutkimuksen malli, otanta, ikä, harjoitusohjelma, mittarit, välineet, aika, ja tulokset. Tulokset on merkitty niin että plusmerkki (+) on positiivinen, miinusmerkki (-) on negatiivinen tulos. Merkki plus/miinus (+/-) tarkoittaa, ettei lopputulokseen ole vaikutusta. Positiivinen tulos tarkoittaa aina hyvää tulosta ja negatiivinen huonoa tulosta. Tässä opinnäytetyössä eräät alkuperäistutkimukset sisältyivät joihinkin systemaattisiin kirjallisuuskatsauksiin, mutta vain osittain. Kun systemaattinen kirjallisuuskatsaus käsitteli vain tiettyä osa-aluetta alkuperäistutkimuksesta, oletettiin tällöin kyseisen alkuperäistutkimuksen tiedon jo sisältyneen systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Jos kuitenkin alkuperäistutkimuksessa oli enemmän tietoa jostakin muusta vaikutuksesta, kuin mihin systemaattinen kirjallisuuskatsaus haki vastausta, se otettiin mukaan erillään opinnäytetyöhön ja sisällönanalyysiin. Näin kävi tutkimukselle ”Shaibi, Cruz, Ball, Weigenberg, Salem, Crespo & Goran. 2006”, joka sisältyi yhteen kirjallisuuskatsaukseen, mutta hyväksyttiin opinnäytetyöhön tutkimuksen lisäarvon johdosta. Sisällönanalyysi taulukon voi katsoa osiosta liitteet.

6 TULOKSET

Opinnäytetyössä oli mukana 63 tutkimusta. Tutkimuksissa ikähaarukka voimaharjoitteluun osallistuneilla vaihteli 6–19-vuoden välillä. Näistä tutkimuksista neljä on meta-analyysejä (yksi sekä meta-analyysi että systemaattinen kirjallisuuskatsaus), kaksi systemaattisia kirjallisuuskatsauksia ja 57 alkuperäistutkimuksia. Tutkimuksissa näkyi hyvin laaja kirjo erilaisia toimintaympäristöjä, kuten koulu, kuntosali ja sairaala. Kouluympäristössä voimaharjoittelu oli lisänä tai korvaavana normaalin koululiikunnan sijaan. Urheilijoilla voimaharjoittelu oli pääosin lisäharjoitus päälajin rinnalla. Sairaaloissa suoritettu voimaharjoittelu liittyi aineenvaihdunnan ja kehonkoostumuksen tutkimiseen. Käytetyt voimaharjoitteluvälineitä olivat kehon omapaino, vapaat painot (tangot, levy-painot, käsipainot), erilaiset kuntosalilaitteet (painopakka, ilmanpaine), kumi-

nauhat, kuntopallot, laatikot, hyppynarut ja aidat. Tutkimuksissa esiintyi useita urheilulajeja, kuten esimerkiksi jalkapallo, tennis ja lentopallo.

Sisällönanalyysiin päässeet tutkimukset tutkivat voimankasvua, räjähtävää voimantuottoa, voiman pysyvyyttä, kehonkoostumusta, hormonitoimintaa, luuston kasvua, sydämen toimintaa, jänteen jäykkyyttä, motorista suorituskykyä, hapenottokykyä, tasapainoa, nivelen liikelaajuutta, venyvyyttä, jalkapallon potkaisua, golf-tasoitusta, tennissyöttöä, fyysistä aktiivisuutta, tanssitaitoa, askelpituutta sekä erilaisia psykososiaalisia muuttujia

Tutkimuksissa esiintyneitä voimaharjoittelumetodeja olivat perinteinen voimaharjoittelu, painonnosto, plyometrinen harjoittelu ja kiertoarjoitus tyylinen voimaharjoittelu. Suurimmassa osassa tutkimuksista käsiteltiin sekä tyttöjä että poikia. Kuitenkin tutkimuksissa joissa tutkittiin vain yhtä sukupuolta, poikia käsitteleviä tutkimuksia oli enemmän.

6.1 Lasten ja nuorten voimaharjoittelun vaikutukset

Lasten ja nuorten voimaharjoittelulla esiintyi monia vaikutuksia spesifisten tutkimuskysymysten lisäksi. Voimaharjoittelun vaikutusta hapenottokykyyn tutki seitsemän tutkimusta. Tutkimuksista kolme tutki vaikutusta pojilla, yksi tutki vaikutusta tytöillä sekä kolme tutki vaikutusta molemmilla. Kaikissa tutkimuksissa saatiin positiivinen tulos hapenottokyvyn kehittymisen puolesta (Cunha, Sant'anna, Cadore, deOliveira, dos Santos, Pinto & Reischak-Oliveira 2015; Santos, Marinho, Costa, Izquierdo & Marques 2012; Ramírez-Campillo, Burgos, Henríquez-Olguín, Andrade, Martínez, Álvarez, Castro-Sepúlveda, Marques & Izquierdo 2015; Santos, Marinho, Costa, Izquierdo & Marques 2011; Marta, Marinho, Barbosa, Izquierdo & Marques 2013; Subramaniam, Hooi & Gill 2015; Dorgo, King, Candelaria, Bader, Brickey & Adams 2009.) Yhdessä tutkimuksessa sekä kontrolliryhmä että voimaharjoitteluryhmä saivat positiivisen vasteen hapenottokykyyn, mutta interventioryhmällä vasten oli suurempi. (Marta ym. 2013.)

Voimaharjoittelun vaikutusta tennissyöttöön tutki kaksi tutkimusta. Molemmat näistä tutkivat vaikutuksia pojilla. Kummassakaan tutkimuksessa tennissyötön tarkkuus ei parantunut voimaharjoittelun myötä. Tennissyötön nopeus kehittyi

ensimmäisessä tutkimuksessa vain toisella voimaharjoitteluryhmällä (Behringer & Neuerburg 2013). Toisessa nopeus kehittyi voimaharjoittelu ryhmällä (Fernandez-Fernandez, Ellenbecker, Sanz-Rivas, Ulbricht & Ferrauti 2013).

Voimaharjoittelun vaikutusta jalkapallon potkuun tutki kaksi tutkimusta. Molemmat näistä tutkivat vaikutusta pojilla. Ensimmäinen tutkimus tutki voimaharjoittelun vaikutusta potkunopeuteen ja kaikilla voimaharjoitteluryhmillä saatiin positiivinen tulos potkunopeuteen (Ramirez-Campillo ym. 2015). Toinen tutkimus tutki voimaharjoittelun vaikutusta potkun pituuteen. Kaikilla ryhmillä saatiin positiivinen tulos, voimaharjoitteluryhmien tulosten ollen kuitenkin parempia kuin kontrolliryhmän (Ramirez-Campillo, Andrade, Alvarez, Henriquez-Olguin, Martinez, Baez-SanMartin, Silva-Urra, Burgos & Izquierdo 2014).

Voimaharjoittelun vaikutusta tanssiin tutki yksi tutkimus, jossa kohteina olivat tytöt. Tutkimuksessa subjektiivinen tanssiarvo kehittyi voimaharjoitteluryhmällä lähtötasosta (Dowse 2015).

Voimaharjoittelun vaikutusta golfin pelaamiseen tutki yksi tutkimus, jossa kohteina olivat molemmat sukupuolet. Tutkimuksessa golf-tasointu parani sekä voimaharjoittelu- että kontrolliryhmällä, kuitenkin enemmän voimaharjoitteluryhmällä. (Smith, Lubans & Callister 2014.)

Voimaharjoittelun vaikutusta nivelten liikelaajuuteen tutki kaksi tutkimusta, joista toinen käsitteli poikia ja toinen molempia sukupuolia. Molemmissa tutkimuksissa nivelten liikelaajuus parani voimaharjoittelun myötä (Smith ym. 2014; Fernandez-Fernandez ym. 2013).

Voimaharjoittelun vaikutusta venyvyyteen tutki kaksi tutkimusta. Tutkimukset oli toteutettu molemmilla sukupuolilla. Molemmissa tutkimuksissa voimaharjoitteluryhmän tulokset paranivat voimaharjoittelun myötä. (Subramaniam ym. 2015; Smith ym. 2014)

Voimaharjoittelun vaikutusta sydämeen tutki kaksi tutkimusta, joista toinen tutki pelkkiä poikia ja toinen molempia sukupuolilla. Vasemman kammion massassa, paksuudessa, supistumiskyvyssä ja venyvyydessä ei tulokset muuttuneet kummassakaan tutkimuksessa voimaharjoittelun myötä. Lyöntitiheys kui-

tenkin laski, sekä sydämen tilavuus kasvoi toisessa tutkimuksessa. (Naylor, Watts, Sharpe, Jones, Davis, Thompson, George, Ramsay, O'driscoll & Green 2008; Sagiv & Ben-Sira 2007.)

Voimaharjoittelun vaikutusta jänteeseen tutki yksi tutkimus, joka oli toteutettu molemmilla sukupuolilla. Tutkimuksessa jänteen jäykkyys kasvoi voimaharjoitteluryhmällä. (Waugh, Korff, Fath & Blazeovich 2014.)

Voimaharjoittelun vaikutusta askelpituuteen tutki yksi tutkimus, joka käsitteli poikia. Kaikilla voimaharjoitteluryhmillä askelpituuden tulos parani (Singh, Sukumar & Shafeeq 2013).

Voimaharjoittelun vaikutusta nopeuskestävyysominaisuuksiin tutki yksi tutkimus, joka käsitteli poikia. Molemmilla voimaharjoitteluryhmillä tulos parani 150 metrin juoksussa mitattuna (Suresh & Rajashekar 2014).

Voimaharjoittelun vaikutusta tasapainoon tutki yhteensä kuusi tutkimusta. Näistä tutkimuksista kaksi tutki vaikutusta pojilla, kaksi tutki vaikutusta tytöillä sekä kaksi tutki vaikutusta molemmilla sukupuolilla. Kaikissa kuudessa tutkimuksessa voimaharjoittelu paransi tasapainoa. Yhdessä tutkimuksessa kontrolliryhmä paransi enemmän verrattuna voimaharjoitteluryhmään. (Granacher, Goesele, Roggo, Wischer, Fischer, Zuerny, Gollhofer & Kriemler 2010; Chaouachi, Hammami, Kaabi, Chamari, Drinkwater & Behm 2014; Dowse 2015; Ozer, Duzgun, Baltaci & Colakoglu 2011; Ramirez-Campillo ym. 2015; Granacher, Muehlbauer, Doerflinger, Strohmeier & Gollhofer 2011.)

Voimaharjoittelun vaikutusta hormonitoimintaan tutkittiin monin eri tavoin. Vaikutusta testosteroniin tutki kolme tutkimusta, jotka kaikki oli tehty pojilla. Kahdessa tutkimuksessa voimaharjoittelulla saatiin positiivinen vaste testosteronitasoihin (Tsolakis, Messinis, Stergioulas & Dessypris 2000; Tsolakis, Vagenas & Dessypris 2004). Yhdessä tutkimuksessa tulokset pysyivät samoina (Gorostiaga, Izquierdo, Iturralde, Ruesta, Ibanez 1999). Vaikutusta kortisoliin tutki kaksi tutkimusta, jotka oli molemmat tehty pojilla. Kummassakin tutkimuksessa tulokset pysyivät samoina (Gorostiaga ym. 1999; Sarabia, Fernandez-Fernandez, Juan-Recio, Hernandez-Davo, Urban & Moya 2015). Vaikutusta interleukiini-6-tasoon tutki kaksi tulosta, jotka oli molemmat tehty pojilla.

Toisessa tutkimuksista saatiin positiivinen testitulokset (Rostami, Faramarzi, Arbab & Ahmadi 2013). Toisessa tutkimuksessa tulokset pysyivät samoina (Arbab, Rostami & Zamani. 2015). Vaikutusta tuumorinektooritestä alfaan (TNF- α) tutki kaksi tutkimusta, jotka oli molemmat tehty pojilla. Toisessa tutkimuksista saatiin positiivinen testitulokset (Rostami ym. 2013). Toisessa tutkimuksessa tulokset pysyivät samoina (Arbab ym. 2015). Vaikutusta insuliiniin tutki kaksi tutkimusta, josta toinen oli toteutettu molemmilla sukupuolilla ja toinen pojilla. Molemmilla sukupuolilla toteutetussa systemaattisessa katsauksessa ei saatu positiivista vaikutusta voimaharjoittelulla (Benson, Torode & Fiatarone. 2007). Ylipainoisilla pojilla tehty tutkimus sai positiivisen vasteen insuliinin imeytymiseen (Shaibi, Cruz, Ball, Weigensberg, Salem, Crespo & Goran 2006). Vaikutusta glukoosiin tutki yksi tutkimus, joka oli toteutettu molemmilla sukupuolilla. Systemaattisessa katsauksessa yksi tutkimus kuudesta sai positiivisen testituloksen. (Benson ym. 2007.) Vaikutusta androgeeniin tutki kaksi tutkimusta, jotka oli molemmat tehty pojilla. Molemmissa tutkimuksissa saatiin positiivinen tulos. (Tsolakis ym. 2000; Tsolakis ym. 2004.) Vaikutusta sukupuolihormonia sitovaan globuliiniin (SHSG) tutki yksi tutkimus, joka oli tehty pojilla. Tulokset pysyivät samoina. (Tsolakis ym. 2000.) Vaikutusta kasvuhormoniin tutki yksi tutkimus, joka oli tehty pojilla. Tulokset pysyivät tässä tutkimuksessa samoina. (Arbab ym. 2015.)

Voimaharjoittelun vaikutusta fyysiseen aktiivisuuteen tutki yksi tutkimus, joka käsitteli poikia. Tutkimuksessa voimaharjoitteluryhmän fyysinen aktiivisuus parani. (Eiholzer, Meinhardt, Petro, Witassek, Gutswiller & Gasser 2010.)

Kehonkoostumusta tutki yhteensä 18 tutkimusta, joista kaksi oli systemaattisia kirjallisuuskatsauksia ja yksi oli meta-analyysi. Loput olivat alkuperäistutkimuksia. Viisi tutkimusta tutki normaalipainoisia ennen puberteettiä olevia lapsia. Yksi tutkimus raportoi, ettei vaikutusta ole rasvattomaan massaan tai lihas poikkipinta-alaan. (Granacher ym. 2010.) Toisen tutkimuksen ainut eroava tulos voimaharjoitteluryhmän ja kontrolliryhmän välillä oli negatiivinen vaikutus kontrolliryhmän rasvamassaan. (Cunha ym. 2015.) Kolmannessa tutkimuksessa voimaharjoittelulla oli positiivinen vaikutus rasvaprosenttiin, kun taas kontrolliryhmällä ei ollut muutoksia rasvaprosentissa. Samanlainen vaikutus oli nähtävissä painoindexin kanssa. 12-viikon harjoittelu tauko ei muutta-

nut rasvaprosenttia tai painoindeksiä tilastollisesti. (Santos ym. 2012.) Neljäs tutkimus ilmoittaa positiivisen tuloksen voimaharjoittelun jälkeen rasvaprosenttiin sekä rasvattomaan massaan verrattuna kontrolliryhmän negatiiviseen tulokseen rasvaprosenttissa. Rasvattomaan massaan ei ollut vaikutusta kontrolliryhmällä. 12-viikon harjoittelutauon jälkeen molemmilla ryhmillä oli negatiivinen tulos rasvaprosenttiin. Tauon jälkeen vain voimaharjoitteluryhmä koki negatiivisen laskun rasvattomaan massaan. (Ingle, Sleep & Tolfrey 2006.) Viides tutkimus tutki eroa olympiatyylin painonoston, perinteisen voimaharjoittelun, plyometrisen harjoittelun sekä kontrolliryhmän välillä. Perinteinen voimaharjoittelu oli ainoa tutkituista ryhmistä, jossa syntyi kasvua painoindeksiin. Muilla harjoitusmuodoilla ei ollut vaikutusta painoindeksiin. (Chaouachi ym. 2014.)

Murrosikäisiä normaalipainoisia nuoria tutki kolme alkuperäistutkimusta. Ensimmäinen tutkimus raportoi positiivisen vaikutuksen rasvaprosenttiin, rasvattomaan massaan ja rasvamassaan. (Velez, Golem & Arent 2010.) Toinen tutkimus mainitsee molemmilla voima- sekä kontrolliryhmällä kasvua ihonpoimun mittauksessa. Painoindeksiin ei kuitenkaan ollut vaikutusta. (Dorgo ym. 2009.) Kolmannessa tutkimuksessa molempien harjoitusryhmien tulokset olivat paremmat verrattuna kontrolliryhmään. Parantuneita tuloksia olivat rasvamassan lasku ja lihasmassa kasvu. (Lubans, Aguiar & Callister 2010.) Yksi systemaattinen kirjallisuuskatsaus tutki voimaharjoittelun vaikutusta lapsiin ja nuoriin. Kyseisessä tutkimuksessa mainitaan, ettei ole positiivista eikä negatiivista vaikutusta kehonkoostumukseen ja vain yksi katsaukseen sisältynyt tutkimus löysi positiivisen vaikutuksen keskivartalon rasvaan. Positiivista vaikutusta rasvattomaan massaan puolsi kaksi 12 tutkimuksesta jotka sisältyivät. (Benson ym. 2007.)

Neljä tutkimusta tutki voimaharjoittelun vaikutusta kehonkoostumukseen nuorilla urheilijoilla. Gorostiaga ym. raportoi ainoat muutokset kyynärvarren ja pohkeen ympäröimän lisääntymiseen kontrolliryhmällä. Tutkittavat pelasivat käsipalloa. (Gorostiaga ym. 1999.) Toinen tutkimus ilmoitti, ettei voimaharjoittelulla ole vaikutusta kehonkoostumukseen. (Eiholzer ym. 2010.) Murrosikäisillä alppilaskijoilla löytyi positiivinen vaikutus prosentuaaliseen lihasmassaan verrattuna kontrolliryhmään, vaikutus löytyi kuitenkin ainoastaan pojilta. (Emeterio ym. 2011.) Neljännessä tutkimuksessa voimaharjoittelu tuotti positiivisen

vaikutuksen painoindeksiin ja kehonkoostumukseen (Subramaniam ym. 2015).

Voimaharjoittelun vaikutusta ylipainoisiin tai liikalihaviin nuoriin tutki kolme alkuperäistutkimusta, yksi systemaattinen kirjallisuuskatsaus sekä toinen, jossa oli suoritettu meta-analyysi. Schranz ym. ilmoittavat tekemässään RCT:ssä, ettei kehonkoostumukseen ollut vaikutusta. (Schranz, Tomkinson, Parletta, Petkov & Olds 2013.) Toinen alkuperäistutkimus ilmoittaa, että kehonpaino nousi voimaharjoitteluryhmässä verrattuna kontrolliryhmään. Myös käsien ja jalkojen rasvaton massa kasvoi, mutta vartalon rasvaton massa ei kuitenkaan noussut tilastollisesti verrattuna kontrolliryhmään. (Alberga, Farnesi, Lafleche, Legault & Komorowski 2015.) Kolmas tutkimus ilmoittaa positiivisen vaikutuksen koko kehon rasvamassaan ja rasvattomaan massaan, mutta vain koko kehon rasvamassa oli tilastollisesti parempi, kuin kontrolliryhmällä. (Shaibi ym. 2006.) Dietzin ym. tekemän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mukaan kaksi tutkimusta kuudesta tuki koko kehon massan kasvua ja kaksi tutkimusta viidestä tuki painoindeksin kasvua voimaharjoitteluryhmässä. Positiivista vaikutusta koko rasvamassaan tuki yksi tutkimus viidestä. Rasvattoman massan kasvua sen sijaan tuki viisi tutkimusta kuudesta. (Dietz, Hoffman, Lachtermann & Simon 2012) Vuonna 2013 tehdyssä meta-analyysissä mainitaan, että voimaharjoittelu voi tuottaa todella pieniä vaikutuksia kehonkoostumukseen, joko positiivisia tai negatiivisia. (Schranz & Tomkinson 2013.)

Voimaa ja sen eri muotojen kasvattamista tutki käytännössä lähes kaikki tähän opinnäytetyöhön sisältyneet alkuperäistutkimukset ja artikkelit. Voimaharjoittelu vaikutusta perusvoimantuottoon tutki yhteensä 45 tutkimusta. Näistä tutkimuksista 14 tutki vaikutusta vain pojilla, viis tutki vaikutusta vain tytöillä ja 19 tutki vaikutusta molemmilla. Ainoastaan kahdessa tutkimuksessa kaikki tutkitut tulokset eivät kehittyneet. Näissä tutkimuksissa vaikutusta tutkittiin molemmilla sukupuolilla sekä tytöillä, mutta ei pelkästään pojilla. Kuitenkin osa näissä tutkimuksissa tutkituista voimantuotosta kehittyi, mutta mikään tulos ei heikentynyt. (Ozer ym. 2011; Duzgun, Baltaci, Colakoglu, Tunay & Ozer 2010.) Kaikki muut 43 tutkimusta antoivat positiivisen tuloksen lasten ja nuorten voimankasvuun, sukupuolesta riippumatta. Niissä tutkimuksissa joissa myös kontrolliryhmän tulos parani, parani interventio ryhmän tulos enemmän.

(Singh, Sehgal, Gaur 2012; Schranz ym. 2013; Granacher ym. 2010; Gorostiaga ym. 1999; Behringer, vom Heede, Yue & Mester 2010; Blimkie, Rice, Webber, Martin, Levy & Gordon 1996; Shaibi ym. 2006; Sander, Keiner, Wirth & Schmidtleicher 2012a; Cunha ym. 2015; Granacher ym. 2011; Viciano, Mayorga-Vega & Cocca 2013; Behringer ym. 2013; Sarabia ym. 2015; Chaouachi ym. 2014; Eiholzer ym. 2010; Dowse. 2015; Velez ym. 2010; Naylor ym. 2008; Faigenbaum, Zaichowsky, Westcott, Long, LaRosa-Loud, Micheli & Outerbridge 1997; Schranz ym. 2013; Nichols, Sanborn & Love 2001; Subramaniam ym. 2015; Smith ym. 2014; Dorgo ym. 2009; Keiner, Sander, Wirth, Caruso, Immesberger & Zawieja 2013; Tsolakis ym. 2004; Muehlbauer, Gollhofer & Granacher 2012; Ingle ym. 2006; Meinhardt, Witassek, Petro, Fritz & Eiholzer 2013; Holloway, Butler & Duda 1988; Lubans ym. 2010; Faigenbaum, Westcott, Micheli, Outerbridge, Long, LaRosa-Loud & Zaichowsky 1996; Santos & Janeira 2011; Alberga ym. 2015; Sagiv ym. 2007; Sadres, Eliakim, Constantini, Lidor & Falk 2001.)

Mikään hauissa esiintynyt tutkimus ei tutkinut vammojen ennaltaehkäisyä. On kuitenkin todettava ettei missään tutkimuksessa voimaharjoittelussa tapahtunut mitään vammoja.

Voimaharjoittelun vaikutusta luustoon tutki yhteensä viisi tutkimusta. Kolme tutkimusta tutki vaikutusta tytöillä, yksi tutki poikia ja yksi molempia sukupuolia. Kolmesta tyttöjä tutkivasta tutkimuksista ensimmäinen ei löytänyt tilastollisesti merkittävää kasvua, mutta raportoi kuitenkin suuremman positiivisen muutoksen verrattuna kontrolliryhmään (Blimkie ym. 1996). Toinen nuoria naisia tutkiva tutkimus onnistui löytämään positiivisen vaikutuksen reisiluun kaulan luuntiheyteen verrattuna kontrolli ryhmään (Nichols ym. 2001). Kolmas tutkimus ei onnistunut löytämään vaikutusta intervention aikana, mutta sub-analysissä löytyi positiivinen vaikutus joko reidenpäänleveyteen tai nikaman luuston tiheyteen riippuen nuorten tyttöjen kypsyysasteesta (Bernardoni, Thein-Nissenbaum, Fast & Day 2013). Pelkillä pojilla tehdyssä tutkimuksessa löydettiin positiivinen vaikutus molemmilla sekä voimaharjoittelu, että kontrolliryhmällä. Ryhmien välisellä tuloksella ei ollut tilastollista eroa. (Cunha ym. 2015.) Molempia sukupuolia käsitelleessä tutkimuksessa luuntiheys kasvoi, sekä pojilla, että tytöillä voimaharjoitteluryhmissä. Kasvua nähtiin myös kont-

rolliryhmällä, mutta voimaharjoitteluryhmässä muutokset luustoon olivat kuitenkin suuremmat. (Emeterio, Antunano, Lopez-Sobaler & Gonzales-Badillo 2011.)

Tässä opinnäytetyössä motoriseen suorituskyykyyn ja räjähtävään voimantuotoon päätettiin kuuluvan hyppiminen, heittäminen, juokseminen ja ketteryys eli suunnanmuutos, koska kyseiset toiminnat vaativat räjähtävää voimantuottoa. 28 tutkimusta tutki voimaharjoittelu vaikutusta kyseisiin ominaisuuksiin. Kaksi näistä olivat systemaattisia kirjallisuus katsauksia, jotka sisälsivät meta-analyysin (Behringer, vom Heede, Matthews & Mester 2011; Harries, Lubans & Callister 2012). Vaikutusta hyppimiseen tutki yhteensä 26 tutkimusta. Kuusi tutkimusta sai positiivisen tuloksen kontrolliryhmän kanssa, joiden välille ei saatu tilastollisesti merkittävää eroa. (Singh. 2012; Dowse 2015; Subramaniam ym. 2015; Ingle ym. 2006; Ramirez-Campillo ym. 2014; Faigenbaum ym. 1996). Kolme tutkimusta ilmoitti, ettei ollut vaikutusta verrattuna kontrolliryhmään. (Granacher ym. 2010; Gorostiaga ym. 2010; Viciano ym. 2013). Loput 17 tutkimusta ilmoittaa, että voimaharjoittelulla on positiivinen vaikutus hyppy-ominaisuuteen (Marta, Izquierdo & Marques 2014; Marta, Marinho, Barbosa, Carneiro, Izquierdo & Marques 2013; Marta ym. 2013; Granacher ym. 2011; Lloyd ym. 2015; Ramirez-Campillo ym. 2015; Behringer ym. 2011; Sarabia ym. 2015; Chaouachi ym. 2014; Emeterio ym. 2011; Santos, Marinho, Costa, Izquierdo & Marques 2012; Harries ym. 2012; Santos ym. 2011; Muehlbauer ym. 2012; Santos & Janeira 2011; Santos & Janeira 2012; Keiner, Sander, Wirth & Schmidtbleicher 2013b).

Lyhyen matkan juoksua tutki yhteensä 14 tutkimusta. Kolme tutkimuksesta löysi positiivisen tuloksen sekä voimaharjoittelu- että kontrolliryhmällä. Ryhmien väliltä ei löydetty tilastollista eroavaisuutta. (Santos ym. 2012; Subramaniam ym. 2015; Santos ym. 2011.) Yksi tutkimus löysi negatiivisen vaikutuksen juoksuun sekä voimaharjoittelu-, että kontrolliryhmällä (Ingle ym. 2006). Lopuissa kymmenessä tutkimuksessa ilmoitettiin positiivisen vaikutuksen lyhyen matkan juoksuun (Marta ym. 2014; Marta ym. 2013, Marta ym. 2013; Sander ym. 2012; Lloyd ym. 2015; Ramirez-Campillo ym. 2015; Behringer ym. 2011; Chaouachi ym. 2014; Harries ym. 2012; Ramirez-Campillo ym. 2014).

Heittämistä tutki yhteensä 12 tutkimusta, joista yksi oli systemaattinen kirjallisuus katsaus, mikä sisälsi meta-analyysin. Kolme tutkimusta ilmoitti positiivisen tuloksen voimaharjoittelu ja kontrolliryhmällä, millä ei ollut tilastollista eroa. (Singh ym. 2012; Subramaniam ym. 2015; Santos & Janeira 2012) Loput yhdeksän tutkimusta ilmoittaa voimaharjoittelulla olevan positiivinen vaikutus heittämiseen. (Marta ym. 2014; Marta ym. 2013; Marta ym. 2013; Gorostiaga ym. 1999; Behringer ym. 2011; Sarabia ym. 2015; Santos ym. 2012; Santos ym. 2011; Santos & Janeira 2011.)

Voimaharjoittelun vaikutusta ketteryteen tai suunnanmuutokseen tutki yhteensä neljä tutkimusta. Kolme näistä ilmoittaa voimaharjoittelulla olevan positiivinen vaikutus verrattuna kontrolliryhmään. (Ramirez-campillo ym. 2015; Keiner, Sander, Wirth & Schmidtbleicher 2013; Ramirez-Campillo ym. 2014.) Yksi tutkimus ilmoittaa positiivisen tuloksen, niin voimaharjoittelu- kuin kontrolliryhmällä. (Surbamaniam ym. 2015).

Voimaharjoittelun psykologisia vaikutuksia lapsilla ja nuorilla tutki yhteensä seitsemän tutkimusta. Näistä yksi oli systemaattinen kirjallisuuskatsaus, jossa oli meta-analyysi mukana. Loput olivat alkuperäistutkimuksia. Ensimmäinen tutkimus ilmoittaa kasvua luottamuksessa omiin kykyihin, voimaharjoittelun itseluottamukseen ja yleiseen itsetuntoon. Voimaharjoittelun uskomuksissa ja fyysisessä itsetunnossa ei tapahtunut muutosta verrattuna kontrolliryhmään. Kuuden kuukauden seurannan jälkeen luottamus omiin kykyihin ja yleinen itsetunto olivat palautuneet kohti kontrolliryhmää, mutta voimaharjoittelun itseluottamus oli säilynyt samana tauon jälkeenkin. (Schrantz ym. 2013.) Seuraavassa tutkimuksessa voimaharjoittelun vaikutusta mielialaan seurattiin kuuden viikon ajan. Vaikutus mielialaan todettiin hyvin pieneksi. (Sarabia ym. 2015.) Kolmas tutkimus raportoi positiivisen vaikutuksen kehon miellyttävyyteen ja minäkuvaan verrattuna kontrolliryhmään. (Velez ym. 2010.) Neljäs tutkimus raportoi, ettei ollut tilastollista vaikutusta psykologisiin mittareihin. (Faigenbaum ym. 1996.) Viidennessä tutkimuksessa mainitaan positiivinen vaikutus luottamuksessa omiin kykyihin ja itseluottamukseen (Holloway ym. 1988). Kuudes tutkimus raportoi, ettei voimaharjoittelulla ollut vaikutusta minäkuvaan (Sadres ym. 2001). Meta-analyysi raportoi voimaharjoittelun vaikutuksista psykososiaaliseen statukseen, että vaikutukset ovat epäselviä, vähäisiä tai to-

della vähäisiä. Merkityksettömiä muutoksia esiintyi molempien, sekä voimaharjoitteluryhmän, että kontrolliryhmän eduksi. Meta-analyysi otanta oli kohdistettu ylipainoisiin ja liikalihaviin lapsiin ja nuoriin. (Schrantz & Tomkinson 2013.)

6.2 Mikä on lasten ja nuorten voiman harjoitettavuus

Voiman harjoitettavuutta tutki yksi meta-analyysi jossa mukana oli 42 tutkimusta. Lasten ja nuorten voiman harjoitettavuus kasvaa lineaarisesti kevyesti iän myötä (Behringer ym. 2010).

6.3 Mikä on voiman pysyvyys lapsilla ja nuorilla

Voimaharjoittelun pysyvyyttä tutki yhteensä 11 tutkimusta. Tutkimuksista kuusi tutki vaikutusta pojilla, yksi tutki vaikutusta tytöillä sekä neljä tutki vaikutusta molemmilla. Viidestä vain poikia käsitelleestä tutkimuksesta yksi tutki pysyvyyttä sekä harjoittelun vähentämistä neljän kuukauden ajan. Harjoittelun lopettanut ryhmä säilytti voimatasot, jotka oli saavutettu harjoittelun aikana. Voimaharjoittelua vähentänyt ryhmä paransi osaa tuloksia sekä säilytti loput voimatasot. (Santos & Janeira. 2011.) Toisessa poikia käsittelevässä tutkimuksessa voimaharjoitteluryhmän voimatasot laskivat kohti kontrolliryhmää kuuden kuukauden seuranta jakson aikana, pysyen silti korkeampina (Schrantz ym. 2013). Kolmannessa tutkimuksessa seurantajakso oli kolme kuukautta, jonka jälkeen voimaharjoitteluryhmän sekä kontrolliryhmän välillä ei ollut huomattavia eroja voimatasoissa (Meinhardt ym. 2013). Neljännessä tutkimuksessa seurantajakso oli kolme kuukautta, jonka aikana voimatasot pääsääntöisesti laskivat. Voimaharjoitteluryhmän tulokset pysyivät tästä huolimatta korkeampina verrattuna kontrolliryhmään (Ingle ym. 2006). Viidennen tutkimuksen seuranta jakso oli kaksi kuukautta ja sen aikana voimantuotto-ominaisuudet olivat laskeneet, mutta silti pysyneet korkeampina kontrolliryhmään verrattuna (Tsolakis ym. 2004). Kuudennessa tutkimuksessa seuranta jakso oli kahdeksan kuukautta, jonka aikana ylävartalon voimantuotto oli laskenut, mutta pysynyt silti korkeampana verrattuna kontrolliryhmään. Alavartalon ja keskivartalon voimantuotto oli pysynyt samana. (Eiholzer ym. 2010.) Ainoassa vain tyttöjä käsittelevässä tutkimuksessa seuranta jakso oli kolme kuukautta jonka aikana osa voimatasoista pysyi samana ja osa laski, mutta kuitenkin ollen suuremmat kuin kontrolliryhmällä. (Santos, Marinho, Costa, Iz-

quierdo, Marques 2011). Ensimmäisessä tutkimuksessa, jossa käsiteltiin poikia ja tyttöjä, oli kolme kuukauden seurantajakso. Tänä aikana osa voimatuloista laski pienemmäksi kuin kontrolliryhmällä ja osa pysyi muuttumattomana (Santos ym. 2012). Toisessa tutkimuksessa seurantajakso oli seitsemän viikkoa jonka aikana voima tulokset paranivat, voima-aika käyrä sekä hyppyjen tulos pysyi samana (Granacher ym. 2011). Kolmannessa tutkimuksessa oli kahden kuukauden seuranta ajanjakso, jonka aikana voimatasot laskivat, mutta pysyivät silti korkeampina verrattuna kontrolliryhmään (Faigenbaum ym. 1996) Neljäs tutkimus tutki ainoastaan harjoittelun vähentämistä neljän viikon ajaksi. Tässä ajassa voimatulokset nousivat hieman, mutta hyppytulos pysyi samana kuin voimaharjoittelujakson jälkeen. (Viciano ym. 2013.)

7 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli löytää vastauksia voimaharjoittelun vaikutuksista, harjoitettavuudesta ja pysyvyydestä lapsilla ja nuorilla. Ohessa halusimme kumota negatiivisia uskomuksia ja tuoda tieteellistä perustaa lasten ja nuorten voimaharjoitteluun. Nykyinen tutkimustieto ilmoittaa suuren joukon vaikutuksia useasta eri lähteestä, liittyen urheilusuuritukseen, kehonkoostumukseen, luustoon, vammojen ennaltaehkäisyyn ja moneen muuhun (Lloyd ym. 2014; Faigenbaum ym. 2015; Bergeron ym. 2015; Faigenbaum ym. 2009). Opinnäytetyömme tukee tätä tietoa, että voimaharjoittelun vaikutuksia lapsiin ja nuoriin on tutkittu hyvin laaja-alaisesti. Kuitenkin vain harvoista vaikutuksista voidaan puhua lähes varmana tietona ja suurin osa opinnäytetyöhömme sisältyneistä vaikutuksista jää tieteelliseltä arvoltaan laihaksi. Lähes selvänä asiana voidaan pitää, että voimaharjoittelu on turvallinen vaihtoehto lapsille ja nuorille, kun se suoritetaan ohjatusti pätevöityneiden ammattilaisten alaisuudessa. Olennaista on myös se, että voimaharjoittelu progredioi tekniikkapainotteisesti. Opinnäytetyömme tukee tätä väitettä vahvasti, koska vain yhdessä tutkimuksessa ilmoitettiin loukkaantuminen, joka sekin oli mitätön. Tällöin lapsi lepäsi viisi minuuttia ja jatkoi harjoituksen loppuun ilman minkäänlaisia jälkiseuraamuksia. (Ks. Sadres ym. 2001.)

Kuusi tutkimusta ilmoitti lupaavia mahdollisia vaikutuksia eri urheilulajien lajitaidossa voimaharjoittelusta johtuen. Näitä olivat tennissyöttö, jalkapallon pot-

ku, tanssiminen ja golf. Tennissyötössä oli nähtävissä syötön nopeuden paranemista. (Behringer ym. 2013; Fernandez-Fernandez ym. 2013). Behringer ym. (2013) kuitenkin mainitsee, että tarvitaan vielä lisätutkimuksia, jossa kontrolloidaan mahdolliset elämäntapa tekijät. Jalkapallon potkua tutkineet tutkimukset ilmoittavat myös lupaavia tuloksia, kun on suoritettu plyometristä voimaharjoittelua. Ramirez-Campillo ym. (2015) ilmoittaa tutkimuksessa että voimaharjoittelu on mahdollisesti voinut vaikuttaa koko biomekaaniseen ketjuun ja näin kumuloitua parempana potkusuorituksena. Vain yksi tutkimus tutki tanssimista ja siinä oli mittarina subjektiivinen arvio, jonka suorittivat kokeneet tanssinopettajat. Kyseisessä tutkimuksessa voimaharjoittelulla oli positiivinen vaikutus tanssiin. Myös tasapaino parani. (Dowse 2015.) Tasapaino voikin mahdollisesti korreloida tanssin paranemisen kanssa. Golf-tasointu parani voimaharjoittelun myötä, mutta tutkimus itse ilmoittaa pohdinnassa, että tulosta pitää katsoa kriittisesti. Tämä sen takia, koska useat ulkoiset tekijät voivat vaikuttaa tasointuun parantamiseen golfissa. (Smith ym. 2014.) Opinnäytetyömme yhteenvedon perusteella voimaharjoittelun vaikutus suoraan kyseisiin lajeihin on kiistanalainen, koska tutkimuksia oli niukasti. Opinnäytetyön tekijät painottavatkin voimankasvun ja motorisen suorituskyvyn paranemista mahdollisena epäsuorana tekijänä, mutta emme voi antaa suoranaista todistusta korrelaatiosta.

Opinnäytetyön sisällönanalyyysissä löytyi vaikutuksia liittyen olkanivelen liikelajuuuteen, venyvyyteen, sydämen toimintaan ja askelpituuteen. Tulokset voi katsoa sisällön analyysistä tai tulokset-osiosta. Kyseiset tutkimukset ovat suuntaa antavia ja tarvitsevat tulevaisuudessa vahvistusta uusilta tutkimuksilta.

Varteenotettava mahdollinen vaikutus johtuen voimaharjoittelusta lapsilla ja nuorilla, on jänneen jäykkyyden lisääntyminen. Jänneen jäykkyyttä tutki yksi opinnäytetyön tekijöiden mielestä laadukas tutkimus. Tutkimuksessa tutkittiin hyvin laajasti jänneen mekaanisten ominaisuuksien muutosta ja todetaan, että voimaharjoittelu voi kasvattaa jänneen jäykkyyttä lapsilla ja nuorilla. Jänneen paksuus ei muuttunut. Samassa tutkimuksessa mainitaan, että jänneen jäykkyydellä on huomattava vaikutus liikkeen suorittamiseen, mikä voi näkyä nopeampana voimantuottona (Waugh ym. 2014).

Opinnäytetyömme sisällönanalyysin tuloksena voimaharjoittelu vaikuttaa lasten ja nuorten hapenottokykyyn positiivisesti. Katsauksessamme kuusi tutkimusta ilmoittaa positiivisen tuloksen hapenottokykyyn ja yksi tutkimus ilmoittaa positiivisen vaikutuksen kontrolliryhmän kanssa ilman tilastollista eroavaisuutta. Opinnäytetyön tekijöiden mielestä tällainen tulos on harvemmin esitetty kirjallisuudessa, mikä mahdollisesti johtuu siitä, että voimaharjoittelun vaikutusta on useimmin tutkittu juuri voimaan eikä hapenottokykyyn. Useimmat katsaukseen sisältyneet tutkimukset kuitenkin käyttivät epäsuoria hapenottokyvyn mittareita. Piip-testiä käytti yhteensä viisi tutkimusta. (Santos ym. 2011; Santos ym. 2012; Ramirez-Campillo ym. 2015; Marta ym. 2013; Subramaniam ym. 2015.) Piip-testi tai kestävyyskulajuoksutesti on testi, jossa testattava juoksee 20 metrin pituista matkaa edestakaisin tietyn merkkiäänäen tahtiin. Merkkiäänäen kuuluessa pitää juoksijan kääntyä toiseen suuntaan. Merkkiäänäen piippausnopeus nousee jokaisen minuutin jälkeen. Kun juoksia ei pysy enään merkkiäänäen tahdissa, koe keskeytetään. (Ramsbottom, Brewer & Williams 1988, 1–2.) Opinnäytetyön tutkijoiden mielestä piip-testi ei kuitenkaan suoranaisesti kerro, mistä testin tuloksen parantuminen johtui. Yksi mahdollinen vaikutus voimaharjoittelusta johtuen on juoksun taloudellisuuden parantuminen, mikä nostaa piip-testin tulosta, mutta ei maksimaalista hapenottokkyä. Aikuisten voimaharjoittelulla onkin todettu olevan voimakas vaikutus parantuneeseen juoksusuoritukseen (Damasceno, Lima-Silva, Pasqua, Tricoli, Duarte Bishop & Bertuzzi 2015, 1). Mahdollisesti myös jänteen jäykkyyden lisääntymisellä voi olla vaikutusta juoksu suoritukseen. Yksi tutkimus käytti 1-mailin juoksu testiä (Dorgo ym. 2009). Ainoastaan yksi tutkimus suoritti juoksutestin laboratorio-olosuhteissa juoksumatolla, joka sekin tuki voimaharjoittelun positiivista vaikutusta hapenottokykyyn lapsilla ja nuorilla. (Cunha ym. 2015.) Mainitsemisen arvoista on, että yksi tutkimus vertasi kestävyysharjoittelun ja voimaharjoittelun vaikutusta hapenottokykyyn. Kyseisessä tutkimuksessa vain kestävyysharjoittelu sai tilastollisesti paremman tuloksen hapenottokykyyn. Tutkimuksessa käytettiin piip-testiä. (Marta ym. 2013.)

Voimaharjoittelun vaikutusta lapsen ja nuoren hormonitoimintaan tutkittiin monin eri tavoin. Testosteronitasoihin saatiin kahdessa tutkimuksessa positiivinen tulos (Tsolakis ym. 2000; Tsolakis ym. 2004). Yksi tutkimus ei kuitenkaan saanut positiivista vastetta. Tässä tutkimuksessa intervention aika oli kuitenkin

lyhempi kuin edellä mainituissa kahdessa. (Gorostiaga ym. 1999.) On siis mahdollista, että lasten ja nuorten voimaharjoittelulla olisi positiivinen vaikutus testosteroni tasoihin. Tätä päätelmää tukee myös Falkin ym. tekemä katsaus, joka tutkii lasten ja nuorten voimaharjoittelun vaikutusta hormonieritysjärjestelmään. Kyseiseen katsaukseen sisältyi myös molemmat positiiviset tulokset saanutta tutkimusta, jotka sisältyivät myös opinnäytetyömme sisällönanalyyysiin. Katsaus löysi positiivisia lyhyen sekä pitkän aikavälin vaikutuksia testosteronitasoihin lasten ja nuorten voimaharjoittelusta. (Falk ym. 2014.) Tämän päätelmän luotettavuutta heikentää kuitenkin Gorostiagan ym. (1999) sekä Falkin ym. (2014) katsauksessa esiin tulleet tutkimukset, joissa voimaharjoittelulla ei ollut vaikutusta. Lopuissa hormonitoiminnan tutkimuksissa tulokset olivat ristiriitaisia ja vähäisiä, jonka takia ne vaativat lisää tutkimustietoa. Falkin ym. (2014) tekemä tutkimus antaa insuliinille, kortisolille sekä kasvuhormonille positiivisen lyhytaikaisen vaikutuksen, mutta pitkäaikaiset vaikutukset ovat ristiriitaisia. On kuitenkin huomioitava Shaibin ym. (2006) saama tulos ylipainoisten poikien insuliiniherkkyyden parantumisesta. Tämä positiivinen tulos on merkittävä, koska lasten ja nuorten liikalihavuus, ylipaino ja 2-tyypin diabetes ovat kasvava ongelma maailmanlaajuisesti. Tutkimuksista saadut tulokset antavat ristiriitaisia tuloksia, eikä voimaharjoittelulla voida todeta varmasti olevan vaikutusta mihinkään tuloksissa mainituista muuttujista. On mahdollista, että lapsilla ja nuorilla aloitettu voimaharjoittelu voi lisätä testosteronitasoja, mutta lisää tutkimuksia tarvitaan kaiken hormonitoiminnan osalta voidaksemme varmentaa tuloksen. Erityisesti pidemmän ajanjakson seuranta tutkimuksia suositellaan tehtävän.

Voimankasvua lapsilla ja nuorilla voimaharjoittelusta johtuen voidaan pitää lähes varmana tietona. Tätä tukee nykyinen ja vanha kirjallisuus hyvin vahvasti. Neljä meta-analyyysiä ilmoittaa positiivisen vaikutuksen, kun suoritetaan voimaharjoittelua. (Falk & Tenebaum 1996; Payne, Morrow, Johnson & Dalton 1997; Behringer ym. 2010, Schranz ym. 2013). Opinnäytetyön tutkimusten sisällönanalyyysi tulos tukee tätä tulosta, kun 43 tutkimusta ilmoittaa positiivisen vaikutuksen voimantuottoon. Behringer ym. raportoi, että suurempi määrä harjoituskertoja on yhdistetty suurempiin voimatasoihin ja pidemmät harjoituskerat kasvattavat voimaa enemmän, kuin lyhyet. Määrän ja intensiteetin väliltä ei kuitenkaan löydetty suhdetta, johtuen vajaasta tiedon määrästä meta-

analyysiin sisältyneissä tutkimuksissa. (Behringer ym 2010.) Juuri julkaistussa meta-analyysissä on kuitenkin onnistuttu löytämään tietoa voimaharjoittelun määrän ja intensiteetin suhteen 6–18 vuotiailla nuorilla urheilijoilla. Tutkimus ilmoittaa, että yli 23–viikon harjoittelu, viisi sarjaa, 6–8 toistoa, harjoitus intensiteetti 80–89 % yhdentoiston maksimista ja 3-4 minuutin levon olevan kaikista vaikuttavin tapa kehittää lihasvoimaa. Samalla tutkimus ilmoittaa positiivisen vaikutuksen voimantuottoon. (Lesinski, Priskie & Granacher 2016, 1.) Behringer ym. ilmoittavat, että vapailla painoilla saa suuremman voimankasvun aikaan kuin kuntosalilaitteilla. Vertailussa myös dynaaminen harjoittelu päihitti isokineettisen ja isometrisen voimaharjoittelun. (Behringer ym. 2010) Myös uudempi meta-analyysi tukee vapaiden painojen paremmuutta verrattuna kuntosalilaitteisiin ja toiminnalliseen voimaharjoitteluun, kun puhutaan voimankasvusta. (Lesinski ym. 2016) Lopputulemana voidaan olettaa, että voimaharjoittelu lapsilla ja nuorilla kasvattaa voimaa. Meta-analyysi, joka tutki lihaskunnan vaikutusta terveyteen ilmoittaa, että paremmalla lihaskunnolla on käänteinen vaikutus keskivartalon lihavuuteen, sydän- ja verisuonisairauksiin ja aineenvaihdunnallisiin riskitekijöihin. Vahva yhteys löytyi myös luuston terveyteen ja itsetuntoon. (Smith ym. 2014.) On kuitenkin muistettava, että lihaskunto koostuu kolmesta osasta kestävydestä, voimasta ja tehosta. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin lihaskunnan osatekijään eli voimaan. Lapsille ja nuorille voidaan myös suositella harjoittelua vapailla painoilla, mutta tämä ei ole välttämätöntä, koska kaikissa erilaisissa harjoitusmuodoissa esiintyy voimankasvua. Nuorille urheilijoille suositellaan kuitenkin vapaita painoja sen tuomien etujen varjolla. Bergeronin ym. (2015, 9) tekemässä kansainvälisessä olympia komitean konsensuksessa suositellaan nuoren urheilijan osallistumista vaihteleville voima- ja kuntoiluohjelmille, jotka ovat sopivia eri-ikäisille, ovat tekniikkapainotteisia, turvallisia sekä antoisia.

Oletettavaa olisi ollut, että hormonitoiminnan alettua murrosiässä voiman harjoitettavuus kasvaisi nuorella äkillisesti. Kuitenkin harjoitettavuus näyttäisi kasvavan lineaarisesti lapsesta aikuiseksi, eikä suurta hyppäystä harjoitettavuudessa ole nähtävissä. Behringer ym. (2010) kuitenkin ilmoittaa, että vain yksi meta-analyysin tutkimuksista tutki murrosiän vaikutusta voiman harjoitettavuuteen, jolloin murrosiän vaikutusta voimaan ei voida selkeästi ilmoittaa. Lesinski ym. (2016) raportoi myös, ettei löytänyt merkittävää eroa harjoitetta-

vuudessa ennen murrosikää olevilta ja murrosiän jo ohittaneilta. Kaksi meta-analyysiä ilmoittaa, ettei sukupuolella ollut tilastollisesti merkittävää eroa voimakasvun suhteen. Molemmissa tutkimuksissa naispuolisten harjoitettavuus näytti olevan parempi, kun verrattiin poikiin, mutta tulosta ei voitu vahvistaa. Tämä johtui vähäisestä tutkimusmäärästä, joka oli yksinomaan kohdistettu naispuolisiin henkilöihin. (Falk & Tenebaum 1996; Behringer ym. 2010.) Tuorein meta-analyysi ilmoittaa, että lihasvoimankasvu on samanlaista sukupuolesta riippumatta, mutta naispuolisilla urheiluspesifinen suorittaminen parani verrattuna poikiin. Tämä tarjoaa alustavan oletuksen, että naispuolisten harjoitettavuus voimaharjoittelussa voi olla korkeampi kuin miespuolisten. Mutta tämä teoria tarvitsee vielä vahvistusta. (Lesinski ym. 2016.) Meta-analyysissä, joka oli toteutettu ylipainoisilla ja liikalihavilla, kuitenkin todetaan, että voimaharjoittelun vaikutus olisi suurempi miespuolisilla verrattuna naispuolisiin (Schrantz, Tomkinson & Olds 2013). Opinnäytetyön sisällönanalyysissä esille tullut lineaarinen voiman harjoitettavuuden kasvu viittaa siihen, että lapset ja nuoret pystyvät kasvattamaan lihasvoimaa iästä riippumatta, eikä siitä syystä voimaharjoittelua tulisi suositella vain murrosiän jälkeen. Voiman harjoitettavuuteen ei löydetty olevan merkitystä sukupuolella, sillä tutkimukset puolsivat molempia sukupuolia.

Huolimatta siitä, että yhdessä tutkimuksessa tasapaino parani kontrolliryhmällä enemmän, raportoivat kaikki kuusi tutkimusta voimaharjoittelun positiivisen vasteen tasapainoon. Granacher ym. (2010) tutkivat myös tasapainon pysyvyyttä seitsemän viikkoa harjoittelun loputtua, jonka aikana harjoittelusta saadut hyödyt olivat pysyneet sekä kasvaneet. Tästä syystä näyttäisi, että voimaharjoittelulla olisi sekä lyhyen sekä pitkän aikavälin vaikutuksia tasapainoon. Tutkimuksemme ulkopuolelle jääneistä tutkimuksissa yhtenä voimaharjoitteluna hyötynä mainitaan dynaaminen tasapaino (Faigenbaum, Lloyd, MacDonald & Myer 2015, 1). Lisää tutkimuksia silti kaivataan vahvistamaan pitkäaikaisten vaikutusten pysyvyyttä.

Saavutetun voiman pysyvyyttä lapsilla ja nuorilla tutkittiin, sekä harjoittelun lopettamisella, että vähentämisellä. Tutkimukset joissa harjoittelua vain vähennettiin, saatiin parannettua osaa voimatasoista, mutta osa pysyi muuttumattomana. Seurantajakson jälkeen voimaharjoittelun lopettaneet olivat pääsään-

töisesti saaneet pidettyä voimatasot. Mikäli voimatasot olivat laskeneet, olivat tulokset silti pysyneet parempina kuin kontrolliryhmillä paria poikkeusta lukuun ottamatta. Meinhardtin ym. (2013) tekemässä tutkimuksessa kolmen kuukauden seurantajakson jälkeen ei jalkojen ja käsien voimatasoissa huomattu enää tilastollisia eroja. Santosin ym. (2012) tutkimuksessa voimaharjoitteluryhmän voimatasot eivät seurantajakson jälkeen olleet korkeampia verrattuna kontrolliryhmään. Muissa tutkimuksissa tavattiin myös joidenkin voimatasojen laskua, mutta useimmat voimaharjoittelulla saavutetut voimatasot pysyivät muuttumattomina harjoittelemattomuudesta johtumatta. Näissä tutkimuksissa joissa tietyt voimatasot laskivat, tulokset pysyivät silti parempina verrattuna kontrolliryhmiin. Seurantajakset, pysyvyyttä tutkineissa tutkimuksissa, vaihtelivat kahden ja kuuden kuukauden väliltä. Tämä viittaa siihen että voimaharjoittelusta saadut hyödyt säilyvät lapsilla ja nuorilla pidempää aikaväliä tarkasteltaessa. Varsinkin Schranz ym. tekemässä tutkimuksessa kuuden kuukauden seurantajakson jälkeen jalkaprässin ja penkkipunnerruksen voimatasojen pysyminen korkeampana kontrolliryhmään verrattuna antaa vahvaa pohjaa sille, että voimaharjoittelusta saadut voimatasot pysyvät lapsilla pidemmälläkin aikavälillä. Tutkimuksista ei huomattu sukupuolella olevan vaikutusta, vaikkakin pelkillä tytöillä suoritettuja tutkimuksia oli huomattavasti vähemmän. Ikä kuitenkin saattaa olla vaikuttava tekijä voiman pysyvyyteen. Tutkimuksissa nuorimmat olivat Faigenbaumin ym. tutkimuksessa 7–12 vuotiaat, sekä vanhimmat Granacherin ym. tutkimuksissa 16–17 vuotiaat, joissa molemmissa harjoittelusta saadut hyödyt pääosin pysyivät samoina. Kuitenkin osa nuorempien voimatasoista laski hieman, mutta vanhemman ikäryhmän tutkimuksessa osa voimatasoista nousi (Faigenbaum ym. 1996; Granacher ym. 2011). Tätä päätelmää tukemaan tarvitaan kuitenkin lisää laadukkaita tutkimuksia, jotta voitaisiin varmasti sanoa iällä oleva merkityksestä voiman pysyvyyteen. Voiman pysyvyys näyttäisi kuitenkin kasvavan lapsilla ja nuorilla iän myötä.

Voimaharjoittelun vaikutuksista psykososiaalisiin tekijöihin pitkällä sekä lyhyellä aikavälillä on ristiriitaista tietoa. Kaksi eri tutkimusta raportoivat positiivisia vasteita itseluottamukseen ja luottamukseen omiin kykyihin, mutta pitkäaikaisia vaikutuksia ei saavutettuihin vasteisiin näyttäisi olevan (Schranz ym. 2013; Holloway ym. 1988). Tytöillä huomattiin yhden tutkimuksen mukaan positiivinen vaste oman kehon miellyttävyyteen (Velez ym. 2010). Schranzin ym.

(2013) tekemän meta-analyysin mukaan vaikutukset psykososiaalisiin tekijöihin olivat vähäisiä. Tuloksia saavutettiin sekä voimaharjoitteluryhmän, että kontrolliryhmän eduksi. Tutkimus kohdistui kuitenkin vain ylipainoisiin lapsiin ja nuoriin (Schranz & Tomkinson. 2013). Lisää tutkimuksia kaivataan, jotta voidaan varmasti todeta johtopäätöksiä voimaharjoittelun vaikutuksista psykososiaalisiin tekijöihin lapsilla ja nuorilla.

Voimaharjoittelun vaikutusta lisääntyneen fyysiseen aktiivisuuteen tutki ainoastaan yksi tutkimus, joka puolsi tätä hypoteesia (Eiholzer ym. 2010). WHO (World Health Organization) tunnustaa ihmisten fyysisen passiivisuuden neljänneksi suurimmaksi riskitekijäksi kuolemaan johtavissa tarttumattomissa taudeissa. Koska lapset ja nuoret eivät ole niin aktiivisia kuin ennen, tulisi heitä rohkaista tasaisin väliajoin osallistumaan peleihin, leikkeihin, urheiluun ja suunniteltuun harjoitteluun kouluissa ja yhteisössä. (Lloyd ym. 2014, 2-3.) Huolimatta tutkimusten vähäisyydestä opinnäytetyön tekijät uskovat fyysisen aktiivisuuden lisääntyvän, oli se sitten edes lyhytaikaisesti voimaharjoitteluintervention ajan. Tämä on tärkeä lisä ei-urheilevien lasten vapaa-ajan liikuntaan, vaikkei suurin osa jatkaisikaan voimaharjoittelun parissa tai aloittaisi urheiluharrastusta.

Voimaharjoittelun positiivinen vaikutus motoriseen suorituskykyyn ja räjähtävään voimantuottoon on hyvin todennäköinen. Tätä väitettä tukee opinnäytetyöhömme sisältyneet tutkimukset, jotka suurimmalta osalta tuottivat positiivisen tuloksen motoriseen suorituskykyyn eli hyppyyn, juoksuun, heittämiseen ja ketteryyteen. Molemmat katsaukseen sisältyneet meta-analyysit tukevat vahvasti myös tätä tulosta (Behringer ym. 2011; Harries ym. 2012). Myös tuorein meta-analyysi tukee motorisen suorituskyvyn parantumista lapsilla ja nuorilla urheilijoilla. Tässä tutkimuksessa mainitaan myös, että ketteryys koostuu useasta eri ominaisuudesta, joista yksi on voima. Näin voiman vaikutus suoraan ketteryyteen ei ole niin suuri, kuin esimerkiksi vertikaaliseen hyppyyn tai heittämiseen. (Lesinski ym. 2016). Behringer ym. Raportoi huomattavan kasvun juoksemisessa, hyppäämisessä ja heittämisessä. Edellä mainitut suoritteet ovat perustavanlaatuisia taitoja useassa eri lajissa, joten voidaan olettaa, että voimaharjoittelulla on positiivinen vaikutus myös spesifiin urheilusuoritukseen. (Behringer ym. 2011) Lesinskin ym. (2016) ei kuitenkaan voinut osoit-

taa, että voimaharjoittelulla olisi suora vaikutus spesifiin urheilusuoritukseen. Suurimman vaikutuksen voimaharjoittelusta sai heittäminen, kun juokseminen ja hyppääminen saivat hiukan pienemmän positiivisen vaikutuksen, mutta kyseinen ero voi johtua vähäisestä heittämistä tutkivien tutkimusten määrästä kyseisessä tutkimuksessa. Urheilevien ja liikkumattomien lasten ja nuorten väliltä löytyi ero: voimaharjoittelun vaikutus on suurempi liikkumattomilla kuin urheilevilla lapsilla ja nuorilla. Tämä voi johtua liikkumattomien suuremmasta oppimisvaikutuksesta ja neuraalisesta adaptaatiosta, kun heillä ei ole valmiiksi korkeatasoista koordinaatiota. Tutkimuksessa myös mainitaan, että voimaharjoittelu näyttäisi olevan hyödyllisempää nuoremmilla henkilöillä kuin vanhemmilla, mikä johtuu mahdollisesti nuorempien yksilöiden helpommin muovautuvasta keskushermostosta. (Behringer ym. 2011.) Toinen meta-analyysi tutki voimaharjoittelun vaikutusta nuorilla urheilijoilla tehontuottoa ja urheilusuoritusta. Tutkimus raportoi, että on tarpeeksi näyttöä voimaharjoittelun mahdollisesti parantavan tehontuottoa nuorilla urheilijoilla. On kuitenkin vaikea sanoa minkälainen harjoittelu aiheuttaa parantuneen tuloksen, koska kyseiseen tutkimukseen sisältyi paljon tutkimuksia missä oli yhdistetty eri harjoittelumetodeja. Näyttäisi kuitenkin siltä, että plyometrisellä harjoittelulla yksinään olisi suurempi vaikutus vertikaaliseen hyppyyn kuin voimaharjoittelulla yhdistettynä plyometriseen tai nopeusharjoitteluun tai voimaharjoitteluun yksin. Lesinskin ym. (2016) raportoi, että vapaat painot näyttäisivät olevan paras tapa parantaa lihasvoimaa ja ketteryyttä, kun taas monitahoinen harjoittelu (complex training) näytti tuottavan suurimman parannuksen spesifiin urheilusuoritukseen. Näin suositellaankin, että voimaharjoittelu on vaihtelevaa ja tavoitteenmukaista lapsi- ja nuoriso-urheilijoilla. Opinnäytetyön tekijät pohtivat voimaharjoittelulla olevan selkeästi positiivisen vaikutuksen motoriseen suorituskyykyyn. Eri voimaharjoittelumuotoja suositellaan vaihtelevan ja progredioivan, jotta voidaan taata lapselle ja nuorelle mahdollisuus kehittyä motorisesti tai kohti omaa motorista potentiaaliaan, riippuen tavoiteasettelusta.

Tulos voimaharjoittelun vaikutuksesta luustoon jää niukaksi, sillä ainoastaan viisi tutkimusta sisältyi systemaattiseen kirjallisuuskatsauksemme. Blimkien ym. epäonnistui löytämään tilastollista vaikutusta nuorilla naisilla, kun harjoitettiin kuntosalilaitteilla, jotka toimivat ilmanpaineella. Tutkimus kesti kuusi ja puoli kuukautta. (Blimkie ym. 1996.) Kaksi muuta nuorilla naisilla tuotettu tut-

kimusta onnistui löytämään positiivisen vaikutuksen luustoon. Nicholsin ym. suorittamassa 15- kuukauden voimaharjoittelu ohjelmassa käytettiin vapaita painoja ja kuntosalilaitteita. Reisiluun kaulan luuntiheys kasvoi tilastollisesti verrattuna kontrolliryhmään. (Nichols ym. 2001.) Bernardoni ym. löysi 7-kuukautta kestäneessä tutkimuksessa vasta subanalyysissä vaikutuksen, joka oli riippuvainen tyttöjen kypsydestä. Tannerin II vaiheen kypsytydessä reidenpäänleveyteen löytyi tilastollinen muutos, kun taas Tanner III vaiheessa olevilla tytöillä oli tiheämpi nikama kuin kontrolliryhmällä. (Bernardoni ym. 2013) Ainoassa miespuolisia tutkivassa tutkimuksessa voimaharjoittelu- ja kontrolliryhmä saivat positiivisen tuloksen. Voimaharjoitteluryhmällä vaikutus koko kehon luustoon oli kuitenkin suurempi, kun verrataan kontrolliryhmään. (Cunha ym. 2015.) Emeterio ym. seurasi kaksi vuotta kestävästä tutkimuksesta nuorilla alppilaskijoilla. Tuloksissa ilmoitetaan tilastollisesti parempi tulos verrattuna kontrolliryhmään, niin pojilla kuin tytöilläkin. (Emeterio ym. 2011.) Kaikissa edellä mainituissa käytettiin mittarina DXA-kuvantamista. Mainittavaa on että, yhdessäkään kyseisissä voimaharjoittelu muodoissa ei ollut mainittuna plyometristäharjoittelua. Juuri hyppiminen stimuloi lantion seutua hyppyyn lähdeettäessä ja alastullessa. Eläin- ja ihmiskokeissa on todettu, että hyppiminen aiheuttaa isomman stimuluksen luustolle, kuin juoksu ja kävely. (Weaver, Gordon, Janz Kalkwarf, Lappe, Lewis, O`Karma, Wallace & Zemel 2016, 1369.) On mahdollista, että opinnäytetyön sisällönanalyysin sisäänotto ja poissulkukriteerit estivät oleellisten tutkimusten löytymisen liittyen voimaharjoittelun vaikutuksista luustoon. Kuitenkin aikuisilla miehillä on onnistuttu löytämään vaikutus luustoon, kun on suoritettu voimaharjoittelua tai hyppyharjoittelua. (Hinton, Nigh & Thyfault 2015, 203.) Huolimatta vajavaisesta otannasta luustoon liittyen opinnäytetyön tekijät uskovat, että voimaharjoittelulla on positiivinen vaikutus luustoon. Fyysisellä aktiivisuudella ja harjoittelulla on todettu olevan vankka vaikutus luuston massaan ja tiheyteen. (Weaver ym. 2016, 1282.) Tätä tukee aikaisempi kirjallisuus, jossa on todettu voimaharjoittelulla olevan positiivisen vaikutuksen luustoon (Tonkonogi 2009; Faigenbaum ym. 2009; Lloyd ym. 2014; Faigenbaum ym. 2015). Lisätutkimuksia kuitenkin tarvitaan varmistamaan, mikä harjoittelumuoto olisi paras luuston kannalta.

Voimaharjoittelun vaikutus kehonkoostumukseen lapsilla ja nuorilla on kiistanalainen. Tätä alleviivaa opinnäytetyömme, missä 18 tutkimuksen vaikutus

vaihteli positiivisen ja negatiivisen välimaastossa. Suurin osa opinnäytetyöhömmme sisältyneistä tutkimuksista ilmoittaa positiivisen vaikutuksen tai ettei vaikutusta ole. Vain Shaibin ym. (2006) ilmoittaa negatiivisia tuloksia käsien ja jalkojen rasvamassan kasvusta verrattuna kontrolliryhmään. Schranzin ym. (2013) kiteyttää meta-analyysissä, että voimaharjoittelun vaikutus ylipainoisilla ja liikalihavilla lapsilla ja nuorilla kehonkoostumukseen on hyvin pieni tai pieni. Urheilijoilla voimaharjoittelun vaikutusta kehonkoostumukseen tutki neljä tutkimusta. (Gorostiaga ym. 1999; Eiholzer ym. 2010; Emeterio ym. 2011; Subramaniam ym. 2015.) Gorostiagan ym. kontrolliryhmänä toimivat käsipallojoukkueen maalivahdit. Tämä voi mahdollisesti häiritä tulosvertailua, varsinkin kun maalivahdit onnistuivat kasvattamaan raajojen ympärysmittoja verrattuna kenttäpelaajiin, jotka suorittivat voimaharjoittelua. (Gorostiaga ym. 1999.) Emeterion ym. (2011) onnistuivat kahden vuoden seurannassa kasvattamaan prosentuaalista lihasmassaa nuorilla miespuolisilla alppilaskijoilla. Kuitenkaan lapsilla lihassolun koon kasvua ei opinnäytetyömmme tutkimuksissa esiintynyt. Asiaa tutki ainoastaan yksi tutkimus, ja Granacherin ym. (2010) mukaan 10 viikon harjoittelulla ei ollut vaikutusta solukoon kasvuun 9-vuotiailla lapsilla. Tätä tulosta ei kuitenkaan voida pitää varmana tutkimusten määrän vuoksi, mutta oletettavasti suurimmilta osin voimankasvu lapsilla tapahtuu hermostollisen adaptaation kautta.

7.1 Luotettavuuden arviointi

Mahdollinen syy minkä takia opinnäytetyöhömmme ei sisältynyt useita selkeästi positiivisen vaikutuksen tutkimuksia on sisällönanalyysin poissulkukriteeri, mikä esti tuplainterventoiden mukaan ottamisen systemaattiseen kirjallisuus katsaukseen. Tällä halusimme varmistaa, että tutkimme vain ja ainoastaan voimaharjoittelun vaikutusta, emmekä esimerkiksi voimaharjoittelun ja ruokavalion yhteisvaikutusta. Opinnäytetyön tekijät pohtivatkin, että suuremmalla todennäköisyydellä voimaharjoittelulla on enemmän positiivinen vaikutus kehonkoostumuksessa lapsilla ja nuorilla, kuin negatiivinen. Voimaharjoittelun vaikutusta kehonkoostumukseen pitää kuitenkin tulevaisuudessa tutkia tarkemmin.

Tässä opinnäytetyössä luotettavuutta on pyritty parantamaan käyttämällä kah- ta tutkijaa relevanttien alkuperäistutkimusten löytämiseksi sekä näiden laadun varmistamiseksi. Tutkimuksia oli 835 kappaletta, joista sisällönanalyysiin valit- tiin 63 kappaletta. Tutkijat ovat perehtyneet systemaattisen kirjallisuuskat- sauksen teoreettisiin perusteisiin sekä tutkimusprosessin kulku on kuvailtu tarkasti. Opinnäytetyössä tehtiin erillinen käsitteiden nimeämisprosessi, jolla saatiin vahvistettua mahdollisia hakutermejä ja avainsanoja. Laaja viiden tie- tokannan käyttö lisää opinnäytetyön luotettavuutta. Tässä opinnäytetyössä on suoritettu hyvin laaja ja selkeä sisällön analyysi, joka luo yhteyden aineiston ja tulosten välillä.

7.2 Johtopäätökset

Voimaharjoittelu lapsilla ja nuorilla on todistettu turvalliseksi ja miellyttäväksi, jolla on mahdollisesti suuri joukko erilaisia terveysvaikutuksia. Tämä kuitenkin edellyttää, että se suoritetaan ohjatusti pätevöityneiden ammattilaisten alai- suudessa. Opinnäytetyömme tukee tätä väitettä vahvasti, koska vain yhdessä tutkimuksessa ilmoitettiin loukkaantuminen, joka sekin oli mitätön. (Sadres ym. 2001.) Voimaharjoittelu tulisi suorittaa aina taitavuus edellä ja pitkäjänteisesti, jotta turvallinen harjoittelu ja voimaharjoittelun vaikutusten pysyvyys saadaan taattua. Lapsi- ja nuoriso-urheilijoilla voimaharjoittelun tulisi olla osa kokonais- valtaista urheilupolkua. Lapsilla ja nuorilla voimaharjoittelun tulee tukea kas- vua ja motorisia taitoja ja mahdollistaisi terveellisemmän elämän. Voimaha- rajoittelu tulisi ottaa mukaan kokonaisvaltaiseen harjoitusohjelmaan, kun mieti- tään ylipainoisia ja liikalihavia lapsia.

Tutkimusten perusteella voidaan tehdä kuusi johtopäätöstä ja suositusta:

1. Voimaharjoittelu on turvallista lapsilla ja nuorilla, kun se on oikein toteutet- tua ja valvottua.
2. Voimaharjoittelu suositellaan toteutettavan, mutta sen tulisi progredioida kypsyiden ja taitojen sallimissa rajoissa.
3. Voimaharjoittelu suositellaan tehtävän asianmukaisessa ympäristössä se- kä laitteilla ja välineillä, jotka ovat suunniteltu lapsille ja nuorille.
4. Voimaharjoittelun tulisi olla jatkuvana osana harjoitusohjelmaa varsinkin nuoremmilla, joilla voiman pysyvyys on mahdollisesti heikompi.

5. Kovemman intensiteetin harjoitteita lapsille ja nuorille myös suositellaan, varsinkin urheilussa, mutta tekniikan tulee säilyä.
6. Voimaharjoittelun painotus lapsilla ja nuorilla tulisi olla motoristen taitojen kehittämisessä.

7.3 Jatkotutkimusehdotukset

Tulevaisuudessa olisi hyvä tehdä tutkimuksia kaikkien tulosten pitkäaikaisvaikutuksista. Huolimatta siitä, että voiman pysyvyyttä on tutkittu jonkin verran, pitäisi sitä tutkia eri interventoryhmillä. Miten voima pysyy nuoremmilla verrattuna vanhempiin lapsiin ja nuoriin ja onko sukupuolella eroja? Koska lasten ja nuorten liikalihavuus, ylipaino ja 2–tyypin diabetes ovat kasvava ongelma maailmanlaajuisesti, olisi hyvä myös tarkemmin tutkia voimaharjoittelun vaikutusta insuliiniherkkyyteen sekä painonhallintaan. Tapahtuuko murrosiän kasvupyrähdyksen aikana katsauksemme ulkopuolelle jääneistä lähteistä esille tullut voiman kehittymisen huippuvaihe? Voimaharjoittelun, erityisesti painonnostoharjoittelun vaikutusta luustoon pitäisi tutkia lisää. Myös eri voimaharjoittelumuotojen, plyometrinen, painonnosto ja perinteinen voimaharjoittelu, vertailu keskenään ja niiden vaikutusten erot ovat mielenkiintoinen jatkotutkimuskohde. Voimaharjoittelun vaikutusta suoraan lajitaitoon olisi tutkittava lisää. Lapsilla tapahtuva hypertrofia on erittäin kiistanalainen aihe maailmanlaajuisesti, joten sitä pitäisi tutkia eri ikäryhmillä. Myös pidemmän aikavälin tutkimuksia pitäisi toteuttaa, jotta edellä mainitun lisäksi pystyttäisiin erottelamaan kasvusta johtuva hypertrofia sekä voimaharjoittelusta johtuva hypertrofia.

Useat lähteet ilmoittavat, että voimaharjoittelulla olisi vaikutus vammojen ennaltaehkäisyyn lapsilla ja nuorilla. (Lloyd ym. 2014, 3; Faigenbaum ym. 2009, 56; Tonkonogi 2009, 9). Valitettavasti tätä väitettä tukevat tutkimukset jäivät katsauksemme ulkopuolelle. Tämä voi mahdollisesti johtua vajaista hakutermeistä. Käytimme kuitenkin alustavissa hauissa sanaa "injury", jolla oletimme löytävämme kyseistä aluetta tutkivat tutkimukset. Sanaa "injury" ei kuitenkaan käytetty lopullisessa hauissa, koska huomattiin, että sama otanta saatiin ilman tarkentavia termejä. Mahdollisesti sanan "preventive" tai "prevention" käyttö olisi voinut tuoda osumia kyseiseen tutkimusalueeseen. Tätä aihealuetta olisi meidän mielestä hyvä tutkia lisää, mahdollisesti näillä uusilla hakutermeillä

LÄHTEET

- Alberga, A. S., Farnesi, B-C., Lafleche, A., Legault, L. & Komorowski, J. 2015. The effects of resistance exercise training on body composition and strength in obese prepubertal children. *The physician and sportsmedicine* 3/2013, 103–109.
- Arbab, G., Rostami, S. & Zamani, A. 2015. The effect of SGG and resistance-plyometric training program on plasma level of some IL-6, TNF- α and GH in youth soccer players. *International journal of review in life sciences* 5/2015, 1174–1179.
- Bergeron, M. F., Mountjoy, M., Armstrong, N., Chia, M., Côte, J., Emery, C. A., Faigenbaum, A. D., Hall Jr, G., Kriemler, S., Léglise, M., Malina, R. M., Pensgaard, A. M., Sanchez, A., Soligard, T., Sundgot-Borgen, J., van Mechelen, W., Weissensteiner, J. R. & Engebretsen, L. 2015. International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *British journal of sports medicine* 49/2015, 843–851.
- Boström, A., Thulin, K., Fredriksson, M., Reese, D., Rockborn, P. & Hammar, M. L. 2015. Risk factors for acute and overuse sport injuries in Swedish children 11 to 15 years old: What about resistance training with weights? *Scandinavian journal of medicine science in sports* 3/2016, 317–323.
- Behringer, M., Neuerburg, S., Matthews, M. & Mester, J. 2013. Effects of two different resistance training programs on mean tennis-serve velocity in adolescents. *Pediatric exercise science* 25/2015, 370–384.
- Behringer, M., vom Heede, A., Matthews, M. & Mester, J. 2011. Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: A meta-analysis. *Pediatric exercise science* 23/2011, 186–206.
- Behringer, M., vom Heede, A., Yue, Z. & Mester, J. 2010. Effects of resistance training in children and adolescents: a Meta-analysis. *Pediatrics* 5/2010, e1199–e1210.

Benson, A. C., Torode, M. E. & Fiatarone Singh, M. A. 2007. Effects of resistance training on metabolic fitness in children and adolescents: a systematic review. *The international association for the study of obesity* 9/2007, 43–66.

Bernardoni, B., Thein-Nissenbaum, J., Fast, J., Day, M., Li, Q., Wang, S. & Scerpella, T. 2013. A school-based resistance intervention improves skeletal growth in adolescent females. *Osteoporosis international* 25/2014, 1025–1032.

Blimkie, C. J. R., Rice, S., Webber, C. E., Martin, J., Levy, D. & Gordon, C. L. 1996. Effects of resistance training on bone mineral content and density in adolescent females. *Canadian journal of physiology and pharmacology* 74/1996, 1025–1033.

Chaouachi, A., Hammami, R., Kaabi, S., Chamari, K., Drinkwater, E. J. & Behm, D. G. 2014. Olympic weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements that traditional resistance training. 6/2014, 1483–1496.

Cunha, G. S., Sant`anna, M. M., Cadore, E. L., Oliveira, N. L., dos Santos, C. B., Pinto, R. S. & Reischak-Oliveira, A. 2015. Physiological adaptations to resistance training in prepubertal boys. *Research Quarterly for exercise and sport* 86/2015, 172–181.

Damasceno, M. V., Lima-Silva, A. E., Pasqua, L. A., Tricoli, V., Duarte, M., Bishop, D. J. & Bertuzzi, R. 2015. Effects of resistance training on neuromuscular characteristics and pacing during 10-km running time trial. *European journal of applied physiology* vol. 115, 1513–1522.

Dietz, P., Hoffman, S., Lachtermann, E. & Simon, P. 2012. Influence of exclusive resistance training on body composition and cardiovascular risk factor in overweight or obese children: A systematic review. *The European journal of obesity* 5/2012, 546–560.

Dowse, R. A. 2015. Effects of a training intervention on strength, power and performance in adolescent dancer. *Opinnäyte*. Auckland University of technology.

Dorgo, S., King, G. A., Candelaria, N., Bader, J. O., Brickey, G. D. & Adams, C. E. 2009. The effects of manual resistance training on fitness in adolescents. *Journal of strength and conditioning research* 8/2009, 2287–2294.

Duhig, S. J. 2014. Strength training for the young athlete. *Journal of Australian strength and conditionin* 4/2013, 5–13.

Dunderfelt, T. 2011. *Elämänkaaripsykologia*. Kustannuspaikka: Sanoma Pro Oy.

Duzgun, I., Baltaci, G., Colakoglu, F., Bayrakci, V. & Ozer, D. 2010. The effects of jump-rope training on shoulder isokinetic strength in adolescent volleyball players. *Journal of sport rehabilitation* 19/2010, 184–199.

Eiholzer, U., Meinhardt, U., Petró, R., Witassek, F., Gutzwiller, F. & Gasser, T. 2010. High-intensity training increases spontaneous physical activity in children: a randomized controlled study. *The journal of pediatrics* vol.156, 242–246.

Emeterio, C. À-S., Antuñano, N. P-G., López-Sobaler, A. M. & Conzález-Badillo, J. J. 2011. Effect of strength training and the practice of alpine skiing on bone mass density, growth, body composition, and the strength and power of the legs of adolescent skiers. *Journal of strength and conditionin research* 10/2011, 2879–2890.

Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J. R., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M. & Rowland, T. W. 2009. Youth Resistance Training: Uptaded position statement paper from the national strength and conditioning association. *Journal of strength and conditioning research* vol. 23, 60–79.

Faigenbaum, A. D. & Myer, G. D. 2010. Pediatric Resistance Training: Benefits, Concerns, and Program Design Considerations. *American college of sports medicine* 3/2010, 161–168.

- Faigenbaum, A. D., Myer, G. D. 2009. Resistance training among young athletes: safety efficacy and injury prevention effects. *British journal of sports medicine* vol. 44, 56–63.
- Faigenbaum, A. D., Lloyd, R. S., MacDonald, J. & Myer, G. D. 2015. Citius, Altius, Fortius: beneficial effects of resistance training for young athletes. *British journal of sports medicine* 0/2015, 1–7.
- Faigenbaum, A. D., Westcott, W. L., Micheli, L. J., Outerbridge, A. R., Long, C. J., LaRosa-Loud, R. & Zaichkowsky, D. 1996. The effects of strength training and detraining on children. *Journal of strength and conditioning research* 2/1996, 109–114.
- Faigenbaum, A., Zaichkowsky, L. D., Westcott, W. L., Long, C. J., LaRosa-Loud, R., Micheli, L. J. & Outerbridge, R. 1997. Psychological effects of strength training on children. *Journal of sport behavior* 2/1997, 164–175.
- Falk, B & Eliakim, A. 2014. Endocrine response to resistance training in children. *Pediatric exercise science* vol. 26, 404–422.
- Fernandez-Fernandez, J., Ellenbecker, T., Sanz-Rivas, D., Ulbricht, A. & Ferrauti, A. 2013. Effects of a 6-week junior tennis conditioning program on service velocity. *Journal of sports science and medicine* 12/2013, 232–239.
- Fleck, S. J. 2011, Perceived benefits and concerns of resistance training for children and adolescents. *Kronos: pediatric physical activity* 1/2011, 15–20.
- Fleck, S. J & Kraemer, W. J. 2004. Designing resistance training programs, Third edition. Kustannuspaikka: Human Kinetics Publisher.
- Gallahue, D. L., Ozmun, J. C. & Goodway, J. C. Understanding motor development. 2012. Kustannuspaikka: McGraw-Hill Higher Education.
- Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M. & Ibáñez, J. 1999. Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force produc-

tion, endurance and serum hormone in adolescent handball players. *European journal of applied physiology* 80/1999, 485–493.

Grancher, U., Goesele, A., Roggo, K., Wicher, T., Ficher, S., Zuerny, C., Gollhofer, A. & Kriemler, S. 2011. Effects and mechanisms of strength training children. *International journal of sports medicine* 32/2011, 357–364.

Granacher, U., Muehlbauer, T., Doerflinger, B., Strohmeier, R. & Gollhofer, A. 2011. Promoting strength and balance in adolescents during physical education: effects of a short-term resistance training. *Journal of strength and conditioning research* 4/2011, 940–949.

Hakkarainen, H., Jaakkola, T., Kalaja, S., Lämsä, J., Nikander, A & Riski, J. 2009. Lasten ja nuorten urheiluvalmennuksen perusteet. Kustannuspaikka: VK-Kustannus

Hakulinen-Viitanen, T., Kaikkonen, R., Koponen, P. Laatikainen, T., Mäki, P., Ovaskainen, M-L., Sippola, R. & Virtanen, 2010. Lasten ja nuorten terveys-seurantatutkimus. Kustannuspaikka: Terveysten ja hyvinvoinnin laitos.

Harries, S. K., Lubans, D. R. & Callister, R. 2012. Resistance training to improve power and sport performance in adolescent athletes: A systematic review and meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport* 15/2012, 532–540.

Holloway, J. B., Beuter, A. & Duda, J. L. 1988. Self-efficacy and training for strength in adolescent girls. *Journal of applied social psychology* 8/1988, 699–719.

ten Hoor, G. A., Sleddens, E. F. C., Kremers, S. P. J., Schols, A. M. W. J., Kok, G. & Plasqui, G. 2015. *BMC public health* 15/2015, 994.

Hinton, P.S., Nigh, P. & Thyfault, J. 2015. Effectiveness of resistance training or jumping-exercise to increase bone mineral density in men with low bone mass: A 12-month randomized, clinical trial. *The bone journal* Vol. 79, 203–212.

Häkkinen, K. 1990. Voimaharjoittelun perusteet: vaikutusmekanismit, harjoitusmenetelmät ja ohjelmointi. Kustannuspaikka: Gummerus kirjapaino oy

Ignjatovic, A., Stankovic, R., Radovanovic, D., Markovic, Z. & Cvecka, J. 2009. Resistance training for youths. *Physical educations and sport* 2/2009, 189–196.

Ingle, L., Sleaf, M. & Tolfrey, K. 2006. The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *Journal of sport sciences* 9/2006, 987–997.

Johansson, K. 2007. Kirjallisuuskatsaukset – huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Teoksessa systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen, toim. Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R.-L., 3–9.

Johansson, K. & Kontio, E. 2007. Systemaattinen tarkastelu alkuperäistutkimuksien laatuun. Teoksessa Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen, toim. Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R.-L., 101–108.

Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Kustantaja: Liikuntatieteellinen seura ry.

Keiner, M., Sander, A., Wirth, K., Caruso, O., Immesberger, P. & Zawieja, M. 2013. Strength performance in youth: trainability of adolescent and children in the back and front squats. *Journal of strength and conditioning research* 2/2013, 357–362.

Keiner, M., Sander, A., Wirth, K. & Schmidtbleicher, D. 2013a. Long term-strength training effects on change of direction sprint performance. *Journal of strength and conditionin research* 1/2013, 223–231.

Keiner, M., Sander, A., Wirth, K. & Schmidtbleicher, D. 2013b. The impact of 2-year of additional athletic training on the jump performance of young athletes. *Science & Sports* 29/2014, e39–e46.

Kääriäinen, M. & Lahtinen, M. 2006. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus tutkimustiedon jäsentäjänä, *Hoitotiede* 18 (1), 37–42.

Lesinski, M., Prieske, O. & Granacher, U. 2016. Effects and dose-response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine* 0/2016, 1–17.

Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. O., Jeffreys, I., Moody, J. A., Brewer, C. B., Pierce, K. C., McCambridge, T. M., Howard, R., Herrington, L., Hainline, B., Micheli, L. J., Jaques, R., Kraemer, W. J., McBride, M. G., Best, T. M., Chu, D. A., Alvar, B. A. & Myer, G. D. 2014. Position statement on youth resistance training: the 2014 international Consensus. *British journal of sports medicine* 48/2014, 498–505.

Lloyd, R. S., Radnor, J. M., De Ste Croix, M. B. A., Cronin, J. B. & Oliver, J. L. 2015. Changes in sprint and jump performance following traditional, plyometric and combined resistance training in male youth pre- and post-peak height velocity. *Journal of strength and conditioning research*. Published ahead of printing.

Lubans, D. R., Aguiar, E. J. & Callister, R. 2010. The effects of free weight and elastic tubing resistance training on physical self-perception in adolescents. *Psychology of sport and exercise* 11/2010, 497–504.

Ma, F., Yang, Y., Li, X., Zhou, F., Gao, C., Li, M. & Gao, L. 2013. The association of sport performance with ACE and ACTN3 Genetic polymorphisms: A systematic review and meta-analysis. *Sport performance and human genetic polymorphisms* 1/2013, 1–9.

Marta, C., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Izquierdo, M. & Marques, M. C. 2013. Effects of concurrent training on explosive strength and VO_{2max} in pre-pubescent children. *International journal of sports medicine* 34/2013, 888–896.

- Marta, C. C., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Carneiro, A. L., Izquierdo, M. & Marques, M. C. 2013. Effects of body fat and dominant somatotype on explosive strength and aerobic capacity trainability in prepubescent children. *Journal of strength and conditioning research* 12/2013, 3233–3244.
- Marta, C. C., Marinho, S. A., Izquierdo, M. & Marques, M. C. 2014. Differentiating maturational influence on training-induced strength and endurance adaptations in prepubescent children. *American journal of human biology* 26/2014, 469–475.
- Meinhardt, U., Witassek, F., Petró, R., Fritz, C. & Eiholzer, U. 2013. Strength training and physical activity in boys: a randomized trial. *Pediatrics* 6/2013, 1105–1111.
- Muehlbauer T., Gollhofer, A., Granacher, U. 2012. Sex-related effects in strength training during adolescence: A pilot study. *Perceptual & motor skills: exercise & sport* 3/2012 953–968.
- Naylor, L. H., Watts, K., Sharpe, J. A., Jones, T. W., Davis, E. A., Thompson, A., George, K., Ramsay, J. M., O`Driscoll, G. & Green, J. D. 2008. Resistance training and diastolic myocardial tissue velocities in obese children. *Official journal of the American college of sport medicine*, 2027–2032.
- Pudas-Tähkä, S.-M. & Axelin, A. 2007. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aiheen rajaaminen, hakutermit ja abstraktien arviointi. Teoksessa systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen, toim. Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R.-L., 46–57.
- Nichols, D. L., Sanborn, C. F. & Love, A. M. 2001. Resistance training and bone mineral density in adolescent females. *The journal of pediatrics* 4/2001, 494–500.
- Ozer, D., Duzgun, I., Baltaci, G., Karacan, S. & Colakoglu, F. 2011. The effects of rope or weighted rope jump training on strength, coordination and proprioception in adolescent female volleyball players. *The journal of sports medicine and physical fitness* 2/2011, 211–219.

Peltier, L., Strand B. & Christensen, B. 2008. Youth performing resistance training: A review. *The journal of youth sports* 4/2008, 18–25.

Ramirez-Campillo, R., Andrade, D. C., Álvarez, C., Henriquez-Olguin, C., Martinez, C., Báez-SanMartin, E., Silva-Urra, J., Burgos, C. & Izquierdo, M. 2014. The effects of intersset rest on adaptation to 7 weeks of explosive training in young soccer players. *Journal of sport science and medicine* 13/2014, 287–296.

Ramirez-Campillo, R., Burgos, C. H., Henriquez-Olguin, C., Andrade, D. C., Martinez, C., Alvarez, C., Castro-Sepúlveda, M., Marques, M. C. & Izquierdo, M. 2015. Effect of unilateral, bilalateral, and compined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players. *Journal of strength and conditioning research* 5/2015, 1317–1328.

Ramsbottom, R., Brewer, J. & Williams, C. 1988. A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *British journal of sports medicine* 22/1998, 141-144.

Rostami, S., Faramarzi, M., Arbab, G. & Ahmadi, L. 2013. Effect of two methods of training, small sided game (SSG) and resistance- plyometric, on plasma level of interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha in youth soccer players. *Hormozgan medical journal* 4/2014, 339–346.

Sadres, E., Eliakim, A., Constantini, N., Lidor, R. & Falk, F. 2001. The effect of long-term resistance training on anthropometric measures, muscle strength, and self concept in pre-pubertal boys. *Pediatric exercise science* 13/2001, 357–372.

Sagiv, M. & Ben-Sira, D. 2007. Weight lifting training and left ventricular function in adolescent subjects. *Journal of sports medicine and physical fitness* 3/2007, 329–334.

Sander, A., Keiner, M., Wirth, K. & Schmidtbleicher, D. 2012. Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players. *European journal of sport science* 5/2013, 445–451.

- Santos, A., Marinho, D. A., Costa, A. M., Izquierdo, M. & Marques, M. C. 2011. The effects of concurrent resistance and endurance training follow a specific detraining cycle in young school girls. *Journal of human kinetics special issue Syyskuu/2011*, 93–103.
- Santos, A. P., Marinho, D. A., Costa, A. M., Izquierdo, M. & Marques, M. C. 2012. The effects of concurrent resistance and endurance training follow a detraining period in elementary school students. *Journal of strength and conditioning research* 6/2012, 1708–1716.
- Santos, E. J. A. M. & Janeira, M. A. A. S. 2011. The effects of plyometric training followed by detraining and reduced training periods on explosive strength in adolescent male basketball players. *Journal of strength and conditioning research* 2/2011, 441–452.
- Santos, E. J. A. M. & Janeira, M. A. A. S. 2012. The effects of resistance training on explosive strength indicator in adolescent basketball players. *Journal of strength and conditioning research* 10/2012, 2641–2647.
- Sarabia, J. M., Fernandez-Fernandez, J., Juan-Recio, C., Hernández-Davó, H., Urbán, T. & Moya, M. 2015. Mechanical, hormonal and psychological effects of a non-failure short-term strength training program in young tennis players. *Journal of human kinetics* 45/2015, 81–91.
- Schranz, N., Tomkinson, G. 2013. What is the effect of resistance training on the strength, body composition and psychosocial status of overweight and obese children and adolescents? A systematic review and meta-analysis. *Journal of sports medicine* 43/2013, 893–907.
- Schranz, N., Tomkinson, G., Parletta, N., Petkov, J. & Olds, T. 2013. Can resistance training change the strength, body composition and self-concept of overweight and obese adolescent males? A randomized controlled trial. *British journal of sports medicine* 48/2014, 1482–1488.
- Shaibi, G. Q., Cruz, M. L., Ball, G. D. C., Weigensberg, M. J., Salem, G. J., Crespo, N. C. & Goran, M. I. 2006. Effects of resistance training on insulin

sensitivity in overweight Latino adolescent males. *American college of sports medicine*, 1208–1215.

Singh, J. P., Biju, S. & Shafeeq, V. A. 2013. Weight training, plyometric training and its combinatory effect on stride length. *International journal of advanced scientific and technical research* 3/2013, 500–507.

Singh, D. K. 2012. Effect of resistance training and plyometric training on explosive strength in adolescent male taekwondo players. *International journal of behavioral social and movement sciences* 2/2012, 49–56.

Sinhg, M., Sehgal, S. & Gaur, M. 2012. A study of the effect of resistance training on arm strength of state level adolescent male athletes. *Asian journal of multidimensional research* 1/2012, 84–89.

Smith, C. J., Lubans, D. R. & Callister, R. 2014. The effects of resistance training on junior golfers` strength and on-course performance. *International journal of golf science* 2/2014, 128–144.

Smith, J. J., Eather, N., Morgan, P. J., Plotnikoff, R. C., Faigenbaum, A. D. & Lubans, D. R. 2014. The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: A systematic review and Meta-analysis. *Sports Med* 44/2014, 1209–1223

Spinks, A. B., McClure, R. J. 2007. Quantifying the risk of sports injury: a systematic review of activity specific rates for children under 16 years. *British journal of sports medicine* 41/2007, 548–557

Stolt, M. & Routsalo, P. 2007. Tutkimusartikkelien valinta ja käsittely. Teoksessa *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen*, toim. Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R.-L., 58–70.

Subramaniam, E., Hooi, L. B. & Gill, B. S. 2015. Effects of a 12-week circuit resistance training on program on body composition, body mass index and biomotor abilities of Malaysian sports school adolescent athletes. *International*

journal of health, physical education and computer science in sports 1/2015, 38–48.

Suresh, R. & Rajashekar, M. 2014. Impact of high and medium velocity resistance training on speed endurance among youth boys. *International journal of pharmaceutical & biological archives* 2/2014, 141–144.

Tonkonogi, M. 2009. *Kunskapsöversikt: Styrketräning för barn och ungdom*, 5–9.

Tsolakis, C., Messinis, D., Stergioulas, A. & Dessypris, A. 2000. Hormonal responses after strength training and detraining in prepubertal and pubertal boys. *Journal of strength and conditioning research* 4/2000, 399–404.

Tsolakis, C. K., Vagenas, G. K. & Dessypris, A. G. 2004. Strength adaptations and hormonal responses to resistance training and detraining in preadolescent males. *Journal of strength and conditioning research* 3/2004, 625–629.

Velez, A., Golem, D. L. & Arent, S. M. 2010. The impact of a 12-week resistance training program on strength, body composition, and self-concept of Hispanic adolescents. *Journal of strength and conditioning research* 4/2010, 1065–1073.

Viciano, J., Mayorga-Vega, D. & Cocca, A. 2013. Effects of a maintenance resistance training program on muscular strength in schoolchildren. *Kinesiology* 45/2013, 82–91.

Vilkko-Riihelä, A. 1999. *Psykyke. Psykologian käsikirja*. Kustannuspaikka: Sanoma Pro Oy

Waugh, C. M., Korff, T., Fath, F & Blazevich, A. J. 2014. Effects of resistance training on tendon mechanical properties and rapid force production in prepubertal children. *Journal of applied physiology* vol. 117, 257–266.

Weaver, C. M., Gordon, C. M., Janz, K. F., Kalkwarf, H. J., Lappe, J. M., Lewis, R., O`karma, M., Wallace, T. C. & Zemel, B. S. 2016. The national osteopo-

rosis foundation`s position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. Osteoporosis international vol. 27, 1281–1386.

Taulukko 15. Tutkimukset urheilulajeittain

Urheilulaji	Tutkimus
Jalkapallo	<p>Ramirez-Campillo, R., Andrade, D. C., Álvarez, C., Henriquez-Olguin, C., Martinez, C., Báez-SanMartin, E., Silva-Urra, J., Burgos, C. & Izquierdo, M. 2014. The effects of interset rest on adaptation to 7 weeks of explosive training in young soccer players.</p> <p>Ramirez-Campillo, R., Burgos, C. H., Henriquez-Olguin, C., Andrade, D. C., Martinez, C., Alvarez, C., Castro-Sepúlveda, M., Marques, M. C. & Izquierdo, M. 2015. Effect of unilateral, bilateral, and compined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players.</p> <p>Sander, A., Keiner, M., Wirth, K. & Schmidtbleicher, D. 2012. Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players.</p>
Tennis	<p>Behringer, M., Neuerburg, S., Matthews, M. & Mester, J. 2013. Effects of two different resistance training programs on mean tennis-serve velocity in adolescents.</p> <p>Fernandez-Fernandez, J., Ellenbecker, T., Sanz-Rivas, D., Ulbricht, A. & Ferrauti, A. 2013. Effects of a 6-week junior tennis conditioning program on service velocity.</p>
Golf	<p>Smith, C. J., Lubans, D. R. & Callister, R. 2014. The effects of resistance training on junior golfers' strength and on-course performance.</p>
Lentopallo	<p>Duzgun, I., Baltaci, G., Colakoglu, F., Bayrakci, V. & Ozer, D. 2010. The effects of jump-rope training on shoulder isokinetic strength in adolescent volleyball players.</p> <p>Ozer, D., Duzgun, I., Baltaci, G., Karacan, S. & Colakoglu, F. 2011. The effects of rope or weighted rope jump training on strength, coordination and proprioception in adolescent female volleyball players.</p>
Käsipallo	<p>Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M. & Ibáñez, J. 1999. Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormone in adolescent handball players.</p>

Koripallo	<p>Santos, E. J. A. M. & Janeira, M. A. A. S. 2011. The effects of plyometric training followed by detraining and reduced training periods on explosive strength in adolescent male basketball players.</p> <p>Santos, E. J. A. M. & Janeira, M. A. A. S. 2012. The effects of resistance training on explosive strength indicator in adolescent basketball players.</p>
Tanssi	<p>Dowse, R. A. 2015. Effects of a training intervention on strength, power and performance in adolescent dancer.</p>

TAULUKKO 1. Avainsanojen esiintyvyys

TAULUKKO 2. Hakusanat tutkittavalle kohderyhmälle (P= population of interest) ja interventiolle (I= intervention under investigation)

TAULUKKO 3. Tutkimuskysymysten hakusanojen seulonta

TAULUKKO 4. Tutkimuskysymysten hakusanojen seulonta

TAULUKKO 5. Tutkimuskysymysten hakusanojen seulonta

TAULUKKO 6. Hauissa käytetyt termit

TAULUKKO 7. Lopulliset hakutermit

TAULUKKO 8. SportDiscus –hakujen tulokset

TAULUKKO 9. PubMed –hakujen tulokset

TAULUKKO 10. ProQuest Central –hakujen tulokset

TAULUKKO 11. Google Scholar –hakujen tulokset

TAULUKKO 12. ScienceDirect –hakujen tulokset

TAULUKKO 13. Poissukukriteerien jälkeen pudonneiden määrät ja syyt

TAULUKKO 14. Lukuvaiheen jälkeen poistuneet ja syyt

TAULUKKO 15. Tutkimukset urheilulajeittain

Tekijä ja vuosi	tutki- musmalli	n	Ikä (vuotta)	Harjoittelutapa	Voimantestaus metodi	Harjoittel- välineet	Kesto	Tulos
Singh, M. ym. 2012, A study of the effect of resistance training on arm strength of state level adolescent male athletes.	RCT	n=132 nVH=66 nKR=66	13-18	Perinteistä voimaharjoittelua.	Leuanveto	Tanko Levypainot Leuanveto-tanko Penkki	8 viikkoa	Leuanveto VH=+ KR=+/-
Schranz, N., 2013. Can resistance training change the strength, body composition and self-concept of overweight and obese adolescent males? A randomised controlled trial.	RCT	n=56 nVH=30 nKR=26	13-17 VH= 14.9 KR=15.1	Perinteistä voimaharjoittelua 3 x vko, ei peräkkäisinä päivinä. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	1RM penkkipunnerrus ja jalkaprässi Kehonkoostumus: Pituus ja paino, ihopainot, DEXA kuvantaminen koko kehoon Erilaisia psykologisia kyselylomakkeita	painopakka-laitteita ja vapaita painoja	6 kuukautta 6 kuukautta harjoittelematta	Jalkaprässi VH=+, KR=+, VH>KR Penkkipunnerrus VH=+, KR=+, VH>KR Kehonkoostumus VH=+/-, KR=+/- Luottamus omiin kykyihin VH=+, KR=+/- Voimaharjoittelu uskomukset Ei merkittävää vaik. Voimaharjoittelun itseluottamus VH=+, KR=+/- Fyysinen itsetunto Ei merkittävää vaik. Yleinen itsetunto VH=+, KR=+/- <u>Seurantajakson jälkeen:</u> Jalkaprässi ja

								penkkipunnerrus VH=-, KR=+/- Kehonkoostumus VH=+/-, KR=+/- Luottamus omiin kykyihin VH=-, KR=+/- Voimaharjoittelun uskomukset VH=+/-, KR=+/- Voimaharjoittelun itseluottamus VH=+/-, KR=+/- Fyysinen itsetunto VH=+/-, KR= +/- Yleinen itsetunto VH=-, KR=+/-
Marta, C.C., ym. 2014. Differentiating maturational influence on training-induced strength and endurance adaptations in prepubescent children.	RCT	n=125 , nVH=41 nKH=45 nKR=39	10.8±0.4	Plyometristä voimaharjoittelua 2 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen	Kuntopallon heitto Tasaloikka kevennyshyppy 20 m juoksu	Kuntopallo Laatikko Aitoja	8 viikkoa	Kevennyshyppy VH=+, KR=+/- Tasaloikka VH=+, KR=+/- Kuntopallon heitto VH=+, KR=+/- 20m juoksu VH=+, KR=+/-
Singh, D.K. 2012. Effect of resistance training and plyometric training on explosive strength in adolescent male taekwondo players.	RCT	n=30 nVH=15 nKR=15	14-15	Perinteinen voimaharjoittelu ja plyometrinen harjoittelu 3 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen	Kuntopallon työntö Vertikaalinen hyppy	-	6 viikkoa	Kuntopallon työntö VH=+, KR=+ Vertikaalinen hyppy VH=+, KR=+

<p>Granacher, U., ym.2010. Effects and mechanisms of strength training in children</p>	<p>RCT</p>	<p>n=32 nVH=17 nKR=15</p>	<p>VH=8.6±0.5 KR=8.7±0.5</p>	<p>Perinteinen voimaharjoittelu 2 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen ja valvottua.</p>	<p>Isokineettinen dynamometri Tasapainoalusta Kevennyshyppy Bioelektroninen impedanssi analyysi MRI</p>	<p>Lapsille suunniteltuja kuntosalilaitteita</p>	<p>10 viikkoa</p>	<p>Isokineettinen voimamittaus alaraaja VH=+, KR=+/- Kevennyshyppy VH=+/-, KR=+/- Tasapaino VH=+, KR=+ KR>VH Rasvaton massa VH=+/-, KR=+/- Lihaskiikkipinta-ala VH=+/-, KR=+/-</p>
<p>Marta, C.C., ym. 2013. Effects of body fat dominant somatotype on explosive strength and aerobic capacity trainability in prepubescent children.</p>	<p>RCT</p>	<p>n=125 Pojat nVH=19 nKH=21 nKR=18 Tytöt nVH=22 nKH=24 nKR=21</p>	<p>Pojat VH=10.7±0.4 KH=10.7±0.5 KR=10.8±0.5 Tytöt VH=10.8±0.4 KH=10.75±0.4 KR=10.9±0.4</p>	<p>Plyometrinen voimaharjoittelu 2 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen</p>	<p>Kevennyshyppy tasaloikka Kuntopallon heitto 20m juoksu</p>	<p>Kuntopallo Kehonpaino Laatikko Aitoja</p>	<p>8 viikkoa</p>	<p>Pojat Kevennyshyppy VH=+, KR=- Tasaloikka VH=+, KR=+/- Kuntopallon heitto VH=+, KR=+/- 20m juoksu VH=+, KR=+/- Tytöt Kevennyshyppy VH=+, KR=+/- Tasaloikka VH=+, KR=+/- Kuntopallon heitto VH=+, KR=+/- 20m juoksu VH=+, KR=+/-</p>

Marta, C., ym. 2013. Effects of concurrent training on explosive strength and VO_{2max} in prepubescent children.	RCT	n=125 nVH=41 nYH=45 nKR=39	10.8±0.4	Plyometrinen voimaharjoittelu 2x vko. YH ryhmällä lisänä sukkulajuoksu kestävyysharjoitus. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen	Kevennyshyppy Tasaloikka Pallonheitto 20m juoksu Hapenottokyky (piip testi)	Kehonpaino Kuntopallo Laatikko Aitoja	8 viikkoa	Kevennyshyppy VH=+, KR=+ VH>KR Tasaloikka VH=+, KR=+ VH>KR Kuntopallon heitto VH=+, KR=+/- 20m juoksu VH=+, KR=+/- Hapenottokyky VH=+, KR=+ Sukupuolella ei ollut tilastollisesti merkitystä.
Gorostiaga, E.M., ym. 1999. Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players.	NRCT	n=22 nVH+KP=9 nKP=9 nKR=4	VH+KP=15.1±0.7 KP=15.1±0.5 KR=14.8±0.4	Perinteistä voima- ja painonnostoharjoittelua 2 x vko	Isometrinen voimantuotto 1 RM jalkaprässi ja rintaprässi Kontaktimatto Käsipallon heitto nopeus	Voi- maharjoit- telu laitteita	6 viikkoa	Isometrinen voimantuotto alaraaja VH+KP=+, KP=+/-, KR=+/- Jalkaprässi VH+KP=+, KP=+/-, KR=+/- Rintaprässi VH+KP=+, KP=+/-, KR=+/- Vertikaalivyhy

					<p>Juoksutesti</p> <p>Pituus</p> <p>Ihonpoimuintaus</p> <p>Lihasten ympärysmittoja</p> <p>Verinäyte</p>		<p>VH+KP=+/-, KP=+, KR=+/-</p> <p>Heittonopeus VH+KP=+, KP=+/-, KR+/-</p> <p>Juoksutesti VH+KP=+/-, KP=-, KR=+/-</p> <p>Kehonmassa VH+KP=+/-, KP=+/-, KR=+/-</p> <p>Rasva % VH+KP=+/-, KP=+/-, KR= +/-</p> <p>Supistetun olkavarren ymp. VH+KP=+, KP=+/-, KR=+/-</p> <p>olkavarren ymp. VH+KP=+/-, KP=+/-, KR=+/-</p> <p>Kyynärvarsi ymp. VH+KP=+/-, KP=+/-, KR=+</p> <p>Reiden ymp. VH+KP=+/-, KP=+/-, KR=+/-</p> <p>Pohkeen ymp. VH+KP=+/-, KP=+/-, KR=+</p> <p>Testosteroni VH+KP=+/-, KP=+/-, KR=+/-</p> <p>Kortisoli</p>
--	--	--	--	--	---	--	--

								VH+KP=+/-, KP=+/-, KR=+/-
Behringer, M., ym. 2010. Effects of resistance training in children and adolescents: a meta-analysis.	Meta-analyysi	42 tutki- musta n=1728 henkilöä	Arvioitu keski-ikä 11.5±2. 6	Määrä:2.7±0.8 x vko:ssa, 41.1±12.3 min Mitä: 83.3% oli voimaharj.laitteita ja vapaitapainoja, 7.14% isokineetti- sillä laitteilla, 9.52% isometrisiä laittei- ta. Toistot ja sarjat: 2- 3 x 8-15, 60-80% RM, 6-8 harjoitetta	Ei kerrota	Ei kerrota	4-60 viikkoa	Voima + Useampi harjoitus viikossa + Pidempi harjoitus- ajanjakso + Harjoitettavuus Kasvaa kevyesti iän mukana Sarjat ja intensiteet- ti Ei löydetty korrelaa- tiota tulokseen Tyttöjen ja poikien harjoitettavuudella ei eroja
Blimkie, C.J.R., ym. 1996. Effects of resistance training on bone mineral content and density in adolescent female.	RCT	n=32 nVH=16 nKR=16	VH= 16.3±0. 3 KR=16.1 ±0.2	Perinteistä voima- harjoittelua 3 x vko. Harjoitusoh- jelma oli nousujoh- teinen.	Hauiskääntö Ojentajaprässi Polven ojennus ja koukistus jalkaprässi	Hydraliset voi- maharjoit- telu laitteet	26 viikkoa	Hauiskääntö VH=+, KR=+/- Kyynärvarren ojennus VH=+, KR=+/- Polven ojennus VH=+, KR=+/- Polven koukistus

					DPA (Dual photon absorptiometry)			VH=+, KR=+/- Jalkaprässi VH=+, KR=+/- Luusto koko keho VH=+/-, KR=+/- Luusto lanneranka VH=+/-, KR=+/-
Shaibi, G.Q., ym. 2006. Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight latino adolescent males.	RCT	n=22 nVH=11 nKR=11	VH=15.1 ±0.5 KR=15.6 ±0.5	Perinteistä voimaharjoittelua 2 x vko, ei peräkkäisinä päivinä. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	1 RM penkkipunnerrus ja jalkaprässi DEXA Rasvamassa ja rasvaton massa	Vapaita painoja ja voimaharjoittelu laitteita	16 viikkoa	Penkkipunnerrus VH=+, KR=+ Jalkaprässi VH=+, KR=+ Rasvamassa VH=+, KR=- Rasvatonmassa VH=+, KR=+ Insuliinin imeytyminen VH=+, KR=+/-
Waugh, C.M., ym. 2014. Effects of resistance training on tendon mechanical properties and rapid force production in prepubertal children.	NRCT	n=20 nVH=10 nKR=10	VH=8.9±0.2 KR=8.9±0.3	Pohkeita 2 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen ja valvottua.	isokineettinen voimalaite EMG Ultraäänikuvaus	vino jalkaprässi	10 viikkoa	Jänteen jäykkyys VH=+, KR=+/-
Sander, A., ym. 2012. Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players.	NRCT	n=134 nAVH=13 nAKR=15 nBVH=30	A= alle 19 vuotta B=alle 17 vuotta C=alle 15 vuotta	Perinteistä voimaharjoittelua 2 x vko, ei peräkkäisinä päivinä.	30m juoksu Etukyykyky 1RM Takakyykyky 1RM	-	2 vuotta	30 metri juoksu AVH=+ AKR=+/- BVH=+/- BKR=+/- CVH=+ CKR=+/- Etukyykyky 1RM

		nBKR=2 5 nCVH=1 8 nCKR=3 3	ta					AVH=+ AKR=+/- BVH=+ BKR=+/- CVH=+ CKR=+/- Takakyky 1RM AVH=+ AKR=+/- BVH=+ BKR=+/- CVH=+ CKR=+/-
Cunha, G.D.S., ym. 2015. Physiological adaptations to resistance training in Prepubertal boys.	RCT	n=18 nVH=9 nKR=9	VH=10.4 ±0.5 KR=10.9 ±0.7	12 viikkoa valvotua perinteistä voimaharjoittelua 3 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen	Kehonkoostumus DXA 1RM hauiskääntö ja polvenojennus Isokineettinen-voimamittaus voima lihasmassa kohden Juoksumatolla suoritettu maksimaalinen hapenottokyky	Kunto- salilaitteita	12 viikkoa	Koko kehon massa VH=+, KR=+ Rasvatonmassa VH=+, KR=+ Rasvamassa VH=+/-, KR=- Luusto kokokeho VH=+, KR=+ Hauiskääntö VH=+, KR=+ Polvenojennus VH=+, KR=+ VH>KR Isometrinen ja isokineettinen voima yläraajassa VH=+, KR=+/- Voima lihasmassa kohden VH=+, KR=+/- Hapenottokyky

								VH=+, KR=+/-
Granacher, U., ym. 2011. Promoting strength and balance in adolescents during physical education: Effects of a short-term resistance training.	RCT	n=28 nVH=14 nKR=14	VH=16.7 ±0.6 KR=16.8 ±0.7	Ballistinen voimaharjoittelu 2 x vko joka toteutettiin kiertoharjoitteena. Harjoitusten välillä 48 oli tuntia, harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	tasapainon mitaus alusta kevennyshyppy maksimaalinen isometrinen voima ja voima-aikakäyrä	Kunto- salilaitteita	8 viikkoa 7 viikkoa harjoittelematta	Harjoittelun jälkeen Tasapaino VH=+, KR=+ VH>KR Kevennyshyppy VH=+, KR=- isometrinen voima alaraaja VH=+, KR=+/- Voima-aikakäyrä VH=+/-, KR=+/- Seurantajakson jälkeen: Tasapaino VH=+, KR=+ VH>KR Kevennyshyppy VH=+/-, KR=+/- Isometrinen voima alaraaja VH=+, KR=+/- Voima-aikakäyrä VH=+/-, KR=+/-

<p>Viciano, J., ym. 2013. Effects of maintenance resistance training program on muscular strength in schoolchildren.</p>	<p>RCT,</p>	<p>n=75 nVH=38 nKR=37</p>	<p>VH=11.0 5±0.39 KR=11.1 4±0.36</p>	<p>Perinteistä voimaharjoittelua- sekä plyometristä harjoittelua, toteutettiin kiertoarjoitteena 2 x vko. Ei peräkkäisinä päivinä.</p> <p>Ylläpito ohjelma: 1x vko:ssa, muuten sama</p>	<p>Tasaloikka 30- sekunnin vatsalihas testi Staattinen roikkumistesti hauiksille</p>	<p>Kuntopallo Kuminauha Ruotsalainen penkki Hyppynaru</p>	<p>8 viikkoa 4 viikkoa ylläpitoa</p>	<p>30-sec. Vatsalihas testi Ohj. Jälk. VH=+, KR=+/- Roikkumistesti Ohj. Jälk. VH=+, KR=+/- Tasaloikka Ohj. Jälk. VH=+/-, KR=+/- <u>Ylläpitojakson jälkeen</u> 30-sec. Vatsalihas testi VH=+, KR=+/- Roikkumistesti VH=+, KR=+/- Tasaloikka VH=+/-, KR=+/-</p>
<p>Lloyd, R.S., ym. 2015. Changes in sprint and jump performance following traditional, plyometric and combined resistance training in male youth pre and post-peak height velocity.</p>	<p>RCT</p>	<p>n=80 Ennen PHV: nPH=10 nPVH=10 0 nYH=10 nKR=10 Jälkeen PHV: nPH=10 nPVH=10 0 nYH=10</p>	<p>Ennen PHV: PH=12.7 PVH=12.6 YH=12.7 KR=12.8 Jälkeen PHV: PH=16.4 PVH=16.3 YH=16.2 KR=16.2</p>	<p>Harjoitukset suoritettiin 2 x vko. Harjoitusohjelmat olivat nousujohteisia. PH: plyometristä voimaharjoittelua. PVH: perinteistä voimaharjoittelua YH: Yhdistelmä perinteistä voimaharjoittelua ja plyometrisiä harjoitteita.</p>	<p>Staattinen hyppy 5-maximaalista toistohyppyä 10m ja 20 metriä lentävä juoksu.</p>	<p>Tankoja käsipainot jalkaprässi</p>	<p>6 viikkoa</p>	<p><u>Ennen PHV</u> kiihtyvyyys 20m PH=+, PVH=+/- YH=+, KR=+/- PH>YH Staattinen hyppy PH=+, PVH=+/- YH=+, KR=+/- YH>PH Reactive strength index PH=+, PVH=+ YH=+, KR=+/- PH>YH>PVH <u>Jälkeen PHV</u></p>

		nKR=10						Kiihtyvyys 20m PH=+, PVH=+/- YH=+, KR=+/- YH>PH Staattinen hyppy PH=+/-, PVH=+ YH=+, KR=+/- YH>PVH Reactive strength index PH=+, PVH=+/- YH=+, KR=+/- YH>PH
Ramirez-Campillo, R., ym. 2015. Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players.	RCT	n=54 nBH=12 nUH=16 nBH+UH=12 nKR=14	11.4±2.2	Plyometristä harjoittelua 2 x vko. Harjoitusohjelma olivat nousujohteisia. BH: Bilateraalista harjoittelua UH: unilateraalista harjoittelua BH+UH: Bilateraalista ja unilateraalista harjoittelua	Kevennyshyppy ja horisontaalinen hyppy 5- toistohyppyä 20-cm pudotushyppy Max. Potkunopeus 15- ja 30 m juoksu Ketteryyss-testi Hapenottokyky (piip testi) Tasapaino	-	6 viikkoa	Kevennyshyp. ja horisontaalinen hyp. BH=+, UH=+, BH+UH=+ KR=+/- 5- toistohyp. BH=+, UH=+, BH+UH=+, KR=+/- 20-cm pudotushyppy BH=+, UH=+, BH+UH=+, KR=+/- Max. potkunopeus BH=+, UH=+, BH+UH=+, KR=+/- 15m ja 30m BH=+, UH=+, BH+UH=+, KR=+/- Ketteryys BH=+, UH=+, BH+UH=+, KR=+/-

								Hapenottokyky BH=+, UH=+, BH+UH=+, KR=+/- Tasapaino BH=+, UH=+, BH+UH=+, KR= +/-
Fernandez-Fernandez, J., ym. 2013. Effects of 6-week junior tennis conditioning program on service velocity.	RCT	n=30 VH=15 KR=15	14.2±0.5	Voimaharjoittelua kuminauhalla ja kuntopallolla 3 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	Goniometri Nopeustutka Syötön tarkkuus	Kuminauha Kuntopallo	6 viikkoa	Liikelaajuus VH=+ KR=+ Syötön nopeus VH=+ KR=+/- Syötön tarkkuus VH=+/- KR=+/-
Behringer, M., ym. 2011. Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: a meta-analysis.	Meta-analyysi	n=34 tutki- musta n=1432	13.2	Määrä: 2.6±0.9 x vko:ssa, 41±0.9 min. Kehonpaino harjoittelua, vapaita painoja, kuntosalilaitteita. Sarjat ja toistot: Erilaisia, mutta usein 2-3 x 8-15, 4-8 harjoitusta. Plyometrisessä harjoittelussa: 3-5 x 8-12 ja 3-7 harjoitusta.	motorinen suorituskyky Hyppiminen juokseminen heittäminen		6-68 viikkoa	Motorinen suorituskyky = +(ES 0.52) Hyppiminen =+(ES 0.54) Juokseminen =+(ES 0.53) Heittäminen = +(ES 0.99)

<p>Behringer, M., ym. 2013. Effects of two different resistance training programs on mean tennis-serve velocity in adolescents.</p>	<p>RCT</p>	<p>n=36 nVH=12 nPH=12 nKR=12</p>	<p>15.03±1 .64</p>	<p>Voimaharjoittelua 2 x vko. Voimaharjoittelu ohjelmat olivat nousujohteisia.</p> <p>VH:Perinteistä voimaharjoittelua.</p> <p>PH:Plyometristä voimaharjoittelua.</p>	<p>10RM testi jal- kaprässiin, ylä- talja, vatsarutis- tuslaite</p> <p>Tennissyöttö nopeus(tutka) ja tarkkuus</p>	<p>Kunto- salilaitteita</p> <p>Hyp- pynaruja</p> <p>Laatikkoja.</p>	<p>8 viikkoa</p>	<p>Jalkaprässi 10RM VH=+, PH=+, KR=+/- Rintaprässi 10RM VH=+, PH=+, KR=+/- Ylätaljaveto 10RM VH=+, PH=+, KR=+/- Vatsarutistuslaite 1RM VH=+, PH=+, KR=+/- Tennissyötön nopeus VH=+/-, PH=+, KR=+/- Tennissyötön tarkkuus VH=+/-, PH=+/-, KR=+/- Voiman kasvu korreloi syötön nopeuteen.</p>
<p>Suresh, R.,ym. 2014. Impact of high medium velocity resistance training on speed endurance among youth boys.</p>	<p>RCT</p>	<p>n=45 NVVH=15 KVVH=15 KR=15</p>	<p>15-19</p>	<p>Voimaharjoittelua 3 x vko.</p> <p>NVVH= Nopea vauhtinen voimaharjoittelu KVVH= Keskivauhtinen voimaharjoittelu</p>	<p>Nopeusk- estävyys 150 m juoksu</p>	<p>-</p>	<p>12 viikkoa</p>	<p>Tulos NVVH>KVVH>KR</p>

<p>Keiner, M., ym. 2013. Long-term strength training effects on change of direction sprint performance.</p>	<p>NRCT</p>	<p>n=112 nAVH=18 nAKR=17 nBVH=30 nBKR=21 nCVH=14 nCKR=12</p>	<p>A=alle 19 B=alle 17 C=alle 15</p>	<p>Perinteistä voimaharjoittelua 2 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohdteinen.</p>	<p>Suunnanmuutos juoksutesti</p> <p>1RM etu- ja takakyky korrelaatio suunnanmuutokseen.</p>	<p>-</p>	<p>2 vuotta</p>	<p>Juoksutesti AVH=+, AKR=+/- BVH=+, BKR=- CVH=+, CKR=+/- 1RM etu- ja takakyky korrelaatio suunnanmuutokseen AVH=+, BVH=+, CVH=+</p>
<p>Sarabia, J.M., ym. 2015. Mechanical, hormonal and psychological effects of a non-failure short-term strength training program in young tennis players.</p>	<p>RCT</p>	<p>n=20 VH=11 KR=9</p>	<p>15.0±1</p>	<p>Perinteistä voimaharjoittelua 2 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohdteinen.</p>	<p>Kyykyhyppy ja kevennyshyppy</p> <p>Kuntopallo heitto</p> <p>1RM Penkipunnerrus ja puolikyyky</p> <p>kestävyydesti Penkipunnerrus ja puolikyyky</p> <p>Sylkinäyte</p> <p>Kyselyjä mielialasta</p>	<p>Smith laite</p> <p>Penkipunnerrus</p>	<p>6 viikkoa</p>	<p>Kyykyhyppy VH=+, KR=+/- Kevennyshyppy VH=+, KR=+/- Kuntopallo heitto VH=+, KR=+/- 1RM penkipunnerrus VH=+, KR=+/- 1RM Kyyky VH=+, KR=+/- Kestävyys penkipunnerrus VH=+, KR=+/- Kestävyys kyyky VH=+, KR=+/- Kortisoli VH=+/-, KR=+/- Mieliala seuranta VH=+/- (aaltoili)</p>

								KR=+/- (aaltoili)
Chaouachi, A., ym. 2014. Olympic Weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements than traditional resistance training.	RCT	n=64 nOPN=17 nPH=17 nPVH=17 nKR=13 OPN=olympiapainonnosto	OPN=11±1 PH=11±1 PVH=11±1 KR=11±1	Voimaharjoittelua 2 x vko. Harjoitusohjelmat olivat nousujohteisia. OPN: Painonosto harjoittelua PH: Plyometristä harjoittelua PVH: Perinteistä voimaharjoittelua.	Isokineettinen voimanmittaus (force ja power. molemmissa 60 astetta/s ja 300 astetta/s) Kevennyshyppy Tasaloikka 5m juoksu 20m lentävä juoksu Stork-tasapainotesti BMI	Tankoja Käispainoja	12 viikkoa	Isokineettinen voimamittaus alaraaja Force 60 OPN=+, PH=+, PVH=+ KR=+ OPN>PVH>PH>KR Force 300 OPN=+, PH=+, PVH=+ KR=+ OPN>PH>PVH>KR Power 60 OPN=+, PH=+, PVH=+ KR=+ PVH>OPN>KR>PH power 300 OPN=+, PH=+, PVH=+ KR=+ OPN>PH>PVH>KR Kevennyshyppy OPN=+, PH=+, PVH=+ KR=± OPN>PH>PVH Tasaloikka OPN=+, PH=+, PVH=+ KR=- OPN>PVH=PH 5m juoksu

								<p>OPN=+, PH=+, PVH=+ KR=± PVH>OPN>PH 20m lentävä OPN=+, PVH=+, PH=+ KR=- PVH>OPN>PH Tasapaino OPN=+, PVH=+, PH=+ KR=+ PH>PVH>OPN>KR BMI OPN=±, PVH=+, PH=± KR=±</p>
<p>Bernardoni, B., ym. 2013. A School-based resistance intervention improves skeletal growth in adolescent females.</p>	NRCT	<p>n=44 (38) nVH=22 (17*) nKR=22 (21*)</p>	<p>11.7 ±0.3 vuotta, tutkimuksen alussa</p>	<p>Kuntopiiri pohjaista voimaharjoittelua 2- 3 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.</p>	<p>DXA-kuvaus koko kehoon, distaaliseen radiukseen, proximaaliseen feemurin ja lannerankaan</p>	<p>Kehonpaino Käsipainot Vastusku-minauhoja</p>	<p>7 kuukautta</p>	<p>Ei vaikutusta intervention aikana, mutta subanalyysissä tulos: Reidenpäänleveys VH Tanner II=+ KR Tanner II=+/- Tiheämpi nikama VH Tanner III=+ KR Tanner III=+/-</p>
<p>Dietz, P., ym. 2012. Influence of exclusive resistance training on body composition and cardiovascular risk factors in overweight or obese children: A systematic review.</p>	Systemaattinen katsaus	<p>n=6 tutkimusta</p>	<p>Keskiarvo ikä vaihteli 9-16 vuoden välillä</p>	<p>2-3 x vko:ssa, koko kehon voimaharjoittelua johon kuului jalat rinta, selkä hartiat, kädet ja vatsalihakset. Sarjat ja toistot: 2-3 x 8-20 Lepo: 1-3 min</p>	<p>DEXA Bioelektroninen impedanssi analyysi. Vaikutus kardiovaskulaarisiin riskitekijöihin</p>	<p>Vapaita painoja yhdistelmä vapaita ja salilaitteita.</p>	<p>8 viikkoa- 5 kuukautta</p>	<p>Massa=2/6 tutkimuksesta (+) BMI=2/5 tutkimuksesta (+) Rasva%=4/6 tutkimuksesta (+) Koko rasva massa=1/5 tutkimuksesta (+)</p>

								<p>Rasvaton massa=5/6 tutkimuksesta (+) Vaikutus kardiovaskulaarisiin tekijöihin 2/3 tutkimuksesta ei vaikutusta 1/3 löysi (+) vaikutuksen systolisen verenpaineeseen harjoittelun jälkeen.</p>
<p>Rostami, S.,ym. 2013. Effect of two methods of training, small sided game(SSG) and resistance-plyometric, on plasma level of interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha in youth soccer players.</p>	RCT	<p>n=30 nPVH+P H= 11 nPP=8 nKR=11</p>	<p>PP=14.6 2±3.1 PH=14.5 7±0.9 KR=15.6 7±0.6</p>	<p>Perinteistä voimaharjoittelua ja plyometristä harjoittelua. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.</p>	<p>Verinäyte</p>	<p>Penkki Laatikko Kuntopallo</p>	<p>8 viikkoa</p>	<p>Interleukin-6 PVH+PH=+/-, PP=+, KR=+/- TNF-α PVH+PH=+/-, PP=+, KR=+/-</p>
<p>Benson, A.C., ym. 2007. Effects of resistance training on metabolic fitness in children and adolescent: a systematic review.</p>	Systemaattinen katsaus	<p>n=12 tutki- musta</p>	<p>6-19.4 vuotta</p>	<p>Määrä:2-3 x vko:ssa Sarjat ja toistot:1-3 sarjaa, 30s, 15 toista.</p>	<p>Lipoproteiinit, Insuliini, Glukoosi, BMI, tai joku lihavuuden liittyvä tulos</p>	<p>7/12 voimaharjoittelulaitteita, joista 5 sekoitti vapaita painoja. 5/12 ei kertonut välineistä</p>	<p>6 viikkoa- 5 kuukautta</p>	<p>Kehon massa: 2/12: VH=+(eli laski) 10/12: VH= +/- BMI VH=+/- Koko keho VH=+/-, KR=+/- Keskivartalon rasva 1 tutkimus: VH=+, KR=+/- Rasvaton massa 2/8: VH=+, KR=+/- Rasvat:</p>

								Isoloitu VH ei merkittävää eroa VS: KR Insuliini VH VS. KR ei eroa. Glukoosi: 1/6 tutkimuksesta näytti + vaikutuksen VH VS. KR
Tsolakis, C., ym. 2000. Hormonal responses after strength training and detraining in pre-pubertal and pubertal boys.	RCT	n=42 nVH1=9 nVH2=13 nKR1=10 nKR2=10	VH1=11.78±0.84 VH2=14.92±0.86 KR1=12±0.82 KR2=14.9±0.88	Perinteistä voimaharjoittelua 3 x vko ei peräkkäisinä päivinä. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	Verinäyte kyy-närtaipeesta Testosteroni Sukupuolihormonia sitova globuliini(SHSG) Androgeeni indeksi	Kunto-salilaitteita	8 viikkoa 8 viikkoa harjoitustaukoa	Harjoittelun jälkeen Testosteroni VH1=+, VH2=+ VH1>VH2 SHSG VH1=±, VH2=± Androgeeni indeksi VH1=+, VH2=± Harjoittelu tauon jälkeen Testosteroni VH1=+/-, VH2=+/- SHSG VH1=+/-, VH=+/- Androgeeni indeksi VH1=+/-, VH2=+/-
Eiholzer, U., ym. 2010. High- intensity training increases spontaneous physical activity in children: A randomized controlled study	RCT	n=46 nKR= 21 nVH=25	KR=13.2 VH=13.4	Valvottua voimaharjoittelua 2 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	Spontaanin liikunnan energian kulutus (3-axial accelerometry) 6RM jalkaprässi Rintaprässi	Ei kerrottu välineistä	4 kuukautta 8 kuukautta harjoittelematta	4kk harjoittelun jälkeen SLEK VH=+, KR=- Jalkaprässi 6RM VH=+, KR=- Rintaprässi 6 RM VH=+, KR=- Keskivartalon kestävyys

					Keskivartalon kestävyys istu- maannousu			VH= +, KR= +/- Rasvatonmassa VH=+, KR=+ Rasvamassa VH=+, KR=+/- Harjoitus tauon jäl- keen 8kk SLEK VH=+/-, KR=+/- Jalkaprässi 6RM VH=+/-, KR=+/- Rintaprässi 6 RM VH=-. KR=+ Keskivartalo kestävyys VH=+/-, KR=+/- Rasvaton massa VH=+, KR=+ Rasvamassa VH=+/-, KR=+/-
Emeterio, C.A-S., ym. 2011. Effect of strength training and the practice of alpine skiing on bone mass density, growth, body composition, and the strength and power of the legs of adolescent skiers.	RCT	n=39 nVH=20 nKR=19	14.7±1. 04	Kyykky- ja hyppy- harjoittelua 3 x vko. Harjoittelu oli nousujohteista.	DEXA BMI ihonpoimumit- taus Kevennyshyppy Kevennyshyppy 15 sekuntia	Tanko	2 vuotta	<u>Luuntiheys</u> Pojat VH=+, KR=+, VH>KR Tytöt VH=+, KR=+, VH>KR <u>Kehonkoostumus</u> Ainoa til.Merk. muu- tos % lihasmassa pojilla VH=+, KR=- <u>Kevennyshyppy</u> Pojat VH=+, KR=+, VH>KR Tytöt VH=+, KR=+, VH>KR

Dowse. R.A. 2015. The effects of training intervention on strength, power and performance in adolescent dancers.	RCT	n=18 nVH=12 nKR=6	VH=14.2 ±1.9 KR=16.1 ±1.9	Perinteistä voimaharjoittelua ja plyometristä harjoittelua 2 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen	Subjekttiivinen tanssiarvio dynaaminen tasapaino isometrinen puolesta reidestä veto(IRV) kyykky- ja kevennyshyppy	Vapaita painoja	9 viikkoa	Subjekttiivinen tanssiarvio VH=+, KR=+/- Tasapaino VH=+, KR=+/- IRV VH=+, KR=+ kyykky- ja kevennyshyppy VH=+. KR=+
Velez, A. ym. 2010, The impact of a 12-week resistance training program on strength, body composition, and self-concept of Hispanic adolescents	RCT	n=28 nVH=13, nKR= 15	16.1±0.2	Perinteistä voimaharjoittelua 3 x vko.	Penkkipunnerrus istuen soutu Olkapääprässi Kyykyt psykologinen kyselytutkimus	-	12 viikkoa	Penkkipunnerrus VH=+, KR=+ Istuen soutu VH=+, KR=+ Olkapääprässi VH=+, KR=+/- Kyykky VH=+, KR=+ Rasvaprocentti VH=+, KR=- Rasvaton massa VH=+, KR=- Rasvamassa VH=+, KR=- Kehon miellyttävyys

								VH=+, KR=+/- Minäkuva VH=+, KR=-
Santos, A. P. ym, 2012, The effects of concurrent resistance and endurance training follow a detraining period in elementary school students	RCT	n=42 nVH=15 nK+VH=15 nKR=12	13.3+- 1.04	Plyometristä voimaharjoittelua 2 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	kuntopallon heitto Kevennyshyppy ylös Kevennyshyppy eteen 20 metrin spurtti Hapenottokyky (piip testi)	1 kg kuntopallo 3 kg kuntopallo	8 viikkoa 12 viikkoa harjoittelematta	Kehon rasva% VH=+, KR=+/- BMI VH=+, KR=+/- Kevennyshyppy ylös VH=+, KR=+ Kevennyshyppy eteen VH=+, KR=- 1kg kuntopallon heitto VH=+, KR=+/- 3kg kuntopallon heitto VH=+, KR=+/- 20 metrin juoksu VH=+, KR=+ Maksimaalinen hapenottokyky VH=+, KR=- <u>Seurantajakson jälkeen:</u> Kehon rasva% VH=+/-, KR=+/- BMI VH=+/-, KR=+/- Kevennyshyppy ylös

								VH=-, KR=+/- Kevennyshyppy eteen VH=-, KR=+/- 1kg kuntopallon heitto VH= +/-, KR=+ 3kg kuntopallon heitto VH=+/-, KR=+ 20 metrin juoksu VH=+, KR=+ Maksimaalinen hapenottokyky VH=-, KR=+
Arbab, G. ym, 2015, The effect of ssg and resistance-plyometric training program on plasma level of some IL-6, TNF-α and Gh in youth soccer players	?	n=30 nPP=8 nR+VH=11 nKR=11	14-17 PP=14.6 2 ± 3.10 R+VH=1 4.57 ± 0.90 KR=15.6 7 ± 0.60	Perinteistä voimaharjoittelua ja plyometristä harjoittelua 2 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	Verikoe	Kuntopallo	8 viikkoa	Interleukin-6 R+VH=+/-, KR=+/- TNF-α R+VH=+/- KR=+/- Kasvuhormoni R+VH=+/- KR=+/-
Naylor, L. H., ym. 2008. Resistance training and diastolic myocardial tissue velocities in obese children	NRCT	n=23 nVH=13 nKR=10	VH=12.2 ± 0.4 KR=13.6 ± 0.7	Valvottua perinteistä voimaharjoittelua 3 x vko.	Jalkaprässi Penkkipunnerrus	Kunto- salilaitteita	8 viikkoa	Vasenkammio massa ja paksuus VH=+/-, KR=+/- Sydämen tilavuus VH=+, KR=+/- Lyöntitiheys VH=-, KR=+/- Penkkipunnerrus VH=+, KR=+/- Jalkaprässi

								VH=+, KR=+/-
Faigenbaum, A. D., ym. 1997, Psychological effects of strength training on children	NRCT	n=24 nVH=15 nKR=9	7-12 vuotta	Valvottua perinteistä voimaharjoittelua 2 x vko ei perättäisinä päivinä. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	jalan suoristus penkki punnerus Psykologiset tulokset mitattiin kyselylomakkeella	Ei kerrottu	8 viikkoa	Jalan suoristus VH=+, KR=+ Penkkipunnerrus VH=+, KR=+ Psykologiset tulokset VH=+/-, KR=+/-
Schranz, N. ym. 2013. What is the Effect of Resistance Training on the Strength, Body Composition and Psychosocial Status of Overweight and Obese Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis.	Systemaattinen katsaus sekä meta-analyysi	n=40 tutkimusta sisältävien RCT, NRCT sekä UCT tutkimuksia	6-18 vuotta	Voimaharjoittelu ylipainoisille lapsille tai nuorille		Kehonpaino Kahvakuula Kuntopallo erilaisia laitteita (painopakka ja hydraulisia) Käsipaino Nilkkapaino	6-52 viikkoa	Voimaharjoittelu lisää voimaa kohtuullisesti tai paljon. Voimaharjoittelu tuottaa todella pieniä tai pieniä positiivisia muutoksia kehonkoostumukseen. Voimaharjoittelun vaikutus psykososiaalisiin tekijöihin on epäselvää, vähäisiä, todella vähäisiä ja merkityksettömiä muutoksia esiintyi molempien, sekä voimaharjoittelu-

								ryhmän että kontrolli ryhmän eduksi.
Harries, S. K., ym., 2012, Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: A Systematic review and meta-analysis	Systemaattinen katsaus sekä meta-analyysi	n=34 tutkimusta sys. katsaukseen n=14 tutkimusta meta-analyysiin	12- 18	perinteistä voimaharjoittelua ja plyometristä voimaharjoittelua	Vertikaalinen hyppy Juoksu		6-16 viikkoa	Juoksua mitanneista tutkimuksista 85% sai positiivisen tuloksen, 15% ei tulos muuttunut. Vertikaalista hyppyä mitanneista 76% sai positiivisen tuloksen, 24% ei tulos muuttunut Meta-analyysi 3 tutkimusta tutki pelkästään plyometristä harjoittelua, ja tulos oli myönteinen tämän tyyllisen harjoittelun osalta. 6 tutkimusta tutki voimaharjoittelua sekä plyometristä harjoittelua ja/tai nopeus harjoittelu, tulos oli positiivinen tämän tyyllisen harjoittelun osalta

<p>Nichols, D. L. ym., 2001, Resistance training and bone mineral density in adolescent females</p>	<p>RCT</p>	<p>n=16 nVH=5 nKR=11</p>	<p>14-17</p>	<p>Perinteistä voimaharjoittelua 3 x vko joka oli valvottua. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.</p>	<p>Jalkaprässi Penkkipunnerrus DXA</p>	<p>vapaat painot erilaiset laitteet</p>	<p>15 kuukautta</p>	<p>Jalkaprässi VH=+, KR=+/- Penkkipunnerrus VH=+, KR=+/- BMD reisiluun kaula VH=+, KR=+/- BMD lanneselkä VH=+/-, KR:+/- BMD koko keho VH=+/-, KR=+/-</p>
<p>Subramaniam, E., ym., 2015. Effects Of A 12-Week Circuit Resistance Training Program On Body Composition, Body Mass Index And Biomotor Abilities Of Malaysian Sports School Adolescent Athletes</p>	<p>RCT</p>	<p>n=64 nVH=32 nKR=32</p>	<p>13-15 VH=14.4 9±0.78 KR=14.3 7±0.81</p>	<p>Voimaharjoittelua joka toteutettiin kiertoarjoitus tyylisesti 2 x vko.</p>	<p>50 jaardin juoksu Sit&reach testi T-juoksu Pallon heitto Puoli kyykky hyppy Vatsalihasliike Hapenottokyky (piip testi)</p>	<p>kehonpaino kuntopallo</p>	<p>12 viikkoa</p>	<p>BMI VH=+, KR=- Kehonkoostumus VH=+, KR=- Juoksu 50 jaardia VH=+, KR=+ Sit&reach VH=+, KR=+/- T-Juoksu VH=+, KR=+ Pallon heitto VH=+, KR=+ Kyykkyhyppy VH=+, KR=+ Vatsalihasliike VH=+, KR=- Hapenottokyky VH=+, KR=- VH>KR</p>

<p>Singh J.P, ym. 2013. Weight Training, Plyometric Training and its Combinatory Effect on Stride Length Among Adolescent Sprinters</p>	<p>RCT</p>	<p>n=80 nVH=20 nPH=20 nP+VH=20 nKR=20</p>	<p>17.1 vuotta</p>	<p>Harjoitusten tiheyttä ei kerrottu, perinteinen tai plyometrinen voimaharjoittelu</p>	<p>50 metrin juoksu, jossa 30m ja 40m välissä mitattiin askelpituus</p>	<p>-</p>	<p>12 viikkoa</p>	<p>Askelpituus VH=+, PH=+, P+VH=+, KR=+/- P+VH>PH>VH>KR</p>
<p>Ozer, D. 2011 The effects of rope or weighted rope jump training on strength, coordination and proprioception in adolescent female volleyball players</p>	<p>RCT</p>	<p>n=25 nLHR=9 nHR=9 nKR=7</p>	<p>LHR=15.1±1 HR=14.1±1.3 KR=14.4±1.3</p>	<p>Plyometristä harjoittelua 3 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.</p>	<p>Jalkaprässi</p>	<p>Lisäpainoinen hyppynaru Hyppynaru</p>	<p>12 viikkoa</p>	<p>Koordinaatio LHR=+, HR=+/-, KR=+/- Tasapaino LHR=+, HR=+, KR=+/- Voima PF LHR=+/-, HR=+/-, KR=+/- Voima TW LHR=+, HR=+/-, KR=+/- Voima AP LHR=+/-, HR=+, KR=+ Voima MS LHR=+, HR=+, KR=+/- Kestävyys PF LHR=+, HR=+, KR=+/- Kestävyys TW LHR=+, HR=+/-, KR=+/- Kestävyys AP LHR=+, HR=+/-, KR=+/- Kestävyys MS</p>

								LHR=+/-, HR=+/-, KR=+/- LHR>HR>KR
Duzgun, I. ym, 2010, The effects of jump- rope training on shoulder isokinetic strength in adolescent volleyball players	RCT	n=24 nLHR=9 nHR=8 nKR=7	LHR=15.0±1.0, HR=14.1±1.3, KR=14.4±1.3	Plyometristä harjoittelua 3 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	isokineettinen dynamometri ulko- sekä sisärotaatio <i>Empty-can testi</i> <i>Full-can testi</i>	Lisäpainoinen hyp-pynaru Hyp-pynaru	12 viikkoa	full-can 180'/s eksentrisen työ LHR=+, HR=-, KR=+ full-can 60'/s LHR=+/-, HR=+/-, KR=+/- empty-can 180'/s LHR=+/-, HR=+/-, KR:+/- empty-can 60'/s LHR=+/-, HR=+/-, KR=+/- sisärotaatio 60'/s LHR=-, HR=-, KR=- sisärotaatio 180'/s LHR=+, HR=-, KR=- ulkorotaatio 60'/s LHR=+, HR=+, KR=+/- ulkorotaatio 180'/s LHR=+, HR=+, KR=+ LHR>HR>KR

<p>Smith, C. J. ym., 2014, The Effects of Resistance Training on Junior Golfers' Strength and On-Course Performance</p>	<p>NRCT</p>	<p>n=30 nVH=20 nKR=10</p>	<p>12-18 vuotiaita</p>	<p>Perinteistä voimaharjoittelua 2 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.</p>	<p>Yhden jalan kyykky Kylkilankku Punnerrus</p>	<p>Kehonpaino Jumppekumit</p>	<p>12 viikkoa</p>	<p>Yhden jalan kyykky VH=+, KR=- Kylkilankku VH=+, KR=- Punnerrus VH=+, KR=- Sit&reach VH=+, KR=- Olkapään liikkuvuus VH=+, KR=+ VH>KR Tasoitus VH=+, KR=+ VH>KR</p>
<p>Dorgo, S. ym. 2009, The effects of manual resistance training on fitness in adolescents</p>	<p>RCT</p>	<p>n=222 nKR=12 9 nVH=63 nK+VH=30</p>	<p>VH=16.0 ±1.2 K+VH=15.9±1.2 KR=15.8 ±1.1</p>	<p>Voimaharjoittelua, joka toteutettiin kiertoarjoitus tyyliin 3 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.</p>	<p>hauiskääntö Selkälihasliike punnerrus kätet koukussa roikkuminen modifioitu leuanveto Hapenottokyky (1-mailin juoksu)</p>	<p>Parityökentely PVC putkea apuna käyttäen</p>	<p>18 viikkoa</p>	<p>Hauiskääntö VH=+, KR=+ Selkälihasliike VH=+, KR=+ Punnerrus VH=+, KR=+ Roikunta VH=+, KR=+ Leuanveto VH=+, KR=+ Skinfold Ihonpoimu VH=+, KR=+ BMI VH=+/-, KR=+/- Hapenottokyky VH=+, KR=- VH>KR</p>

<p>Santos, A. ym, 2011. The effects of concurrent resistance and endurance training follow a specific de-training cycle in young school girls</p>	<p>NRCT</p>	<p>n=67 nVH=21 nK+VH=25, nKR=21</p>	<p>13.5±1.03</p>	<p>Plyometristä harjoittelua 2 x vko.</p>	<p>1kg ja 3kg kuntopallon heitto Kevennyshyppy ylös Kevennyshyppy eteen Tasaloikka 20 metrin juoksu Hapenottokyky (piip testi)</p>	<p>1kg kuntopallo 3kg kuntopallo</p>	<p>8 viikkoa 12 harjoittelemta</p>	<p>1kg kuntopallon heitto VH=+, KR=+/- 3kg kuntopallon heitto VH=+, KR=+/- Kevennyshyppy ylös VH=+, KR=+/- Kevennyshyppy eteen VH=+, KR=+/- 20 metrin juoksu VH=+, KR=+ Hapenottokyky VH=+, KR=+ VH>KR <u>Seurantajakson jälkeen:</u> 1kg kuntopallon heitto VH=+/-, KR=+/- 3kg kuntopallon heitto VH=+/-, KR=+/- Kevennyshyppy ylös VH=-, KR=- Kevennyshyppy eteen VH=+/-, KR=+/- 20 metrin juoksu VH=-, KR=- Hapenottokyky VH=+, KR=+ VH>KR</p>
--	-------------	--	------------------	---	--	--	--	---

Keiner, M. ym, 2013. Strength performance in youth: trainability of adolescents and children in the back and front squats	NRCT	n=141 nKR=64 nVH=77	11-19	Perinteistä voimaharjoittelua 2 x vko.	Etukyyky ja takakyyky	Tanko Levypainot	12 viikkoa	Etukyyky VH=+, KR=+/- Takakyyky VH=+, KR=+/-
Tsolakis, C. K. ym, 2004. Strength adaptations and hormonal responses to resistance training and detraining in preadolescent males	RCT	n=19 nVH=9 nKR=10	VH=11.7 8±0.84 KR=12± 0.82	Valvottua voimaharjoittelua 3 x vko ei perättäisinä päivinä. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	isokineettinen voima sekä isotooninen voima yläraajoista	-	2 kuukautta 2 kuukautta harjoittelematta	Testosteroni VH=+, KR=+/- Androgeeni indeksi VH=+, KR=+/- isometrinen voimantuotto VH=+, KR=+/- Seurantajakson jälkeen: testosteroni VH=+/-, KR=+ FAI VH=+/-, KR=+ Isometrinen voimantuotto VH=-, KR=+
Muehlbauer, T. ym, 2012. Sex-related effects in strength training during adolescence: A pilot study	RCT	n=28 nPVH=6 nPKR=7 nTVH=8 nTKR=7	15-17 vuotta	Kiertoharjoitus tyylinen voimaharjoittelu 2 x vko ei peräkkäisinä päivinä. Harjoittelu oli valvottua	esikevennetty hyppy Jalkaprässi	Erilaiset laitteet	8 viikkoa	Kevennyshyppy TVH=+, PVH=+, TKR=+/-, PKR=+/- Jalkaprässi TVH=+, PVH=+, TKR=+/-, PKR=+/-

<p>Ingle, L. ym, 2006, The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys</p>	<p>RCT</p>	<p>n=54 nP+VH=33 nKR=21</p>	<p>12.3±0.3</p>	<p>Perinteistä voimaharjoittelua ja plyometristä harjoittelua 3 x vko ei peräkkäisinä päivinä.</p>	<p>Polkupyörätesti Pituushyppy Korkeushyppy koripallon pituusheitto 40 m spurtti Penkkipunnerrus Käsipaino soutu Pohkeille nousu Pystypunnerrus Takakyykky Hauiskääntö Askelkyykky taakse Kyynärvarren ojennus</p>	<p>Tanko Levypainot Käsipainot</p>	<p>12 viikkoa 12 viikkoa harjoittelematta</p>	<p>Rasva% P+VH=+, KR=- Rasvaton massa P+VH= +, KR=+/- Anaerobinen voima P+VH=+, KR=+/- Penkkipunnerrus P+VH=+, KR=+ Käsipaino soutu P+VH=+ KR=+ Pohkeille nousut P+VH=+, KR=+ Pystypunnerrus P+VH=+, KR=- Takakyykky P+VH=+, KR=+ Hauiskääntö P+VH=+, KR=+ Askelkyykky taakse P+VH=+, KR=+ Kyynärvarren ojennus P+VH=+, KR=+ Korkeushyppy P+VH=+, KR=+ Pituushyppy P+VH=+, KR=+ Pallon heitto P+VH=+, KR=+ 40 metrin juoksu P+VH=-, KR=- <u>Seurantajakson jälkeen:</u></p>
---	------------	--	-----------------	--	---	--	--	---

								Rasvakudos P+VH=-, KR=- Rasvaton massa P+VH=-, KR=+/- Anaerobinen voima P+VH=-, KR=+- Penkkipunnerrus P+VH=-, KR=+- Käsipaino soutu P+VH=-, KR=+- Pohkeille nousut P+VH=-, KR=+- Pystypunnerrus P+VH=-, KR=- Takakyökky P+VH=-, KR=+- Hauiskääntö P+VH=-, KR=+- Askelkyökky taakse P+VH=-, KR=+- Kyynärvarren ojennus P+VH=-, KR=+- Korkeushyppy P+VH=+/-, KR=+- Pituushyppy P+VH=-, KR=+- Pallon heitto P+VH=-, KR=+- 40 metrin juoksu P+VH=+, KR=- P+VH>KR
--	--	--	--	--	--	--	--	---

Meinhardt, U. ym, 2013. Strength training and physical activity in boys: a randomized trial	RCT	n=102 nVHp=3 2 nKRp=2 8 nVHt=2 2 nKRt=20	10-14 vuotta PVHp=1 2.4 KRp=12. 2 PVHt=1 2.0 KRt=11. 8	Voimaharjoittelu kiertoharjoitteluna 2 x vko. Harjoittelu valvottu ja nousujohteinen.	jalkaprässi, penkkipunnerrus 	Käsipainot Kuntopallo	19 viikkoa 3 kuukautta harjoittelematta	Jalkaprässi VHp=+, VHt=+, KRp=+, KRt=+ Penkkipunnerrus PVHp=+, VHt=+, KRp=+, KRt=+ VH>KR <u>Seurantajakson jälkeen:</u> Ei tilastollisia eroja ryhmien välillä voimatasoissa
Holloway, J. B.ym, 1988, Self-efficacy and training for strength in adolescent girls	RCT	n=27 nVH=6, nKR=8, nKHR=1 3	16 vuotta	Perinteistä voimaharjoittelua 3 x vko ei peräkkäisinä päivinä. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	Kyykky Penkkipunnerrus Hauiskääntö Psykologinen kyselytutkimus	Tanko Levypainot	12 viikkoa	Kyykky VH=+ Penkkipunnerrus VH=+ Hauiskääntö VH=+ Minäpystyvyys ja itseluottamus VH=+ Kontrolliryhmän tuloksista kerrottiin vain: arvioitu kyykky, arvioitu penkkipunnerrus
Lubans, D. R. ym, 2010, The effects of free weights and elastic tubing resistance training on physical self-perception in adolescents	RCT	n=108 nVPVH=37 nVKVH=41 nKR=30	14.96±0.68	2 x viikko, perinteinen sekä vastus-kumilla toteutettua voimaharjoittelu, ohjattua	1-RM jalkaprässi sekä penkki punnerrus Psykologinen kyselytutkimus	Tanko Levypainot Käsipainot Gymstick	8 viikkoa	Rasvamassa VPVH=+, VKVH=+, KR:+/- Lihasmassa VPVH=+, VKVH=+, KR:+/- Penkkipunnerrus

								VPVH=+, VKVH=+ KR=+/- Jalkaprässi VPVH=+, VKVH=+, KR=+/- Tyttöjen oman kehon viehättävyys VPVH=+
Faigenbaum, A.D, ym. 1996, The Effects of Strength Training and Detraining on Children	NRCT	n=24 nVH= 15 nKR=9	VH= 10.8±0.4 KR=10.0±0.4	Valvottu perinteistä voimaharjoittelua 2 x vko ei peräkkäisinä päivinä. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	Hyppy 6-RM voimapenkkipunnerrus ja jalan suoristus	Tanko Levypainot Erilaiset laitteet	8 viikkoa voimaharjoittelua 8 viikkoa harjoittelematta	Harjoitusohjelman jälkeen: Penkkipunnerrus VH=+, KR=+ Jalan suoristus VH=+, KR=+ VH>KR Vertikaalinen hyppy VH=+/-, KR=+/- Seurantajakson jälkeen: Penkkipunnerrus VH=-, KR=- Jalan suoristus VH=-, KR=- VH>KR Vertikaalinen hyppy VH=-, KR=+
Santos, E.J.A.M, ym. 2011, The effects of plyometric training followed by detraining and reduced training periods on explosive strength in adolescent male basket-	RCT	n=38 nKR=10 nVH=14 nHL=7	KR=14.5±0.4 VH=15.0±0.5	Plyometristä harjoittelua 2 x vko ei peräkkäisinä päivinä. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	Staattinen hyppy Kevennyshyppy abalakovin testi pudotushyppy	Kuntopallo Kehonpaino	10 viikkoa 16 viikkoa harjoittelun lopettamisen tai vähentämisen	Staattinen hyppy VH=+, KR=- Kevennyshyppy VH=+, KR=- Abalakovin testi VH=+, KR=- Pudotushyppy 40 cm VH=+, KR=-

ball players		nHV=7			40 cm alustalta mekaaninen teho istualta kuntosallin pituusheitto			Mekaaninen teho VH=+, KR=- kuntopallon pituusheitto VH=+, KR=+ VH>KR <u>Seurantajakson jälkeen:</u> Staattinen hyppy HL=+/-, HV=+/- Kevennyshyppy HL=+/-, HV=+ abalakovin testi HL=+/-, HV=+/- pudotushyppy 40 cm HL=+/-, HV=+ Mekaaninen teho HL=+/-, HV=+/- istualta kuntosallin pituusheitto HL=+/-, HV=+
Alberga, S. A., ym. 2015, The effects of resistance exercise training on body composition and strength in obese prepubertal children	RCT	n=19 nVH=12, nKR=7	VH=10±1 KR=10±2	Valvottua perinteistä voimaharjoittelua 2 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	DEXA-mittari sekä 1RM testi	Kuntopallo Käsipainot Kuntosallilaitteita	12 viikkoa	Kehonpaino VH=+, KR=+/- Pituus VH=+, KR=+ Jalan rasvaton massa VH=+, KR=+/- Käden rasvaton massa VH=+, KR=+/- Vartalon rasvaton massa

								VH=+, KR=+ Lean body mass index VH=+, KR=+/- Rintaprässi VH=+, KR=+/- Jalkaprässi VH=+, KR=+/-
Santos, E. J. A. M., ym. 2012, The effects of resistance training on explosive strength indicators in adolescent basketball players	RCT	n=25 nVH=15 nKR=10	VH=14.5 ±0.6 KR=14.2 ±0.4	Perinteistä voimaharjoittelua 2 x vko. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	Staattinenhyppy Kevennyshyppy abalakovin testi pudotushyppy 40-cm tasolta kuntopallon heitto	Erilaiset kunto- salilaitteet	10 viikkoa	Staattinen hyppy VH=+, KR=- Kevennyshyppy VH=+, KR=- Abalakovin testi VH=+, KR=- Pudotushyppy VH=+, KR=- Istuen pallon heitto VH=+, KR=+
Ramirez-Campillo, R. ym, 2014. The effects of interser rest on adaptation on 7 weeks of explosive training in young soccer players	RCT	n=54 nKR=15 nPH30=13 nPH60=14 nPH120=12	KR=10.1 ±2.0 R30=10.4 ±2.0 R60=10.4 ±2.3 R120=10.3 ±2.3	Plyometristä voimaharjoittelua 2 x vko, ei peräkkäisinä päivinä.	Kevennyshyppy 20 cm alustalta pudotushyppy 40 cm alustalta pudotushyppy potkun pituus 20 metrin juoksu suunnanmuutos juoksu	20 cm taso 40 cm taso 60 cm taso	7 viikkoa	Kevennyshyppy KR=-, PH30=+, PH60=+, PH120=+ R30,60,120>KR pudotushyppy 20 cm KR=+, PH30=+, PH60=+, PH120=+ R30,60,120>KR pudotushyppy 40 cm KR=+, PH30=+, PH60=+, PH120=+ R30,60,120>KR Suunnanmuutos-

								juoksu KR=+, PH30=+, PH60=+, PH120=+ R30,60,120>KR Potku KR=+, PH30=+, PH60=+, PH120=+ R30,60,120>KR 20 metrin juoksu KR=-, PH30=+,-, PH60=+/-, PH120=-
Keiner, M., ym. 2013, The impact of 2 years of additional athletic training on the jump performance of young athletes	NRCT	n=70 nKR(D)= 19 nKR(E)= 19 nPVH+P H(D)=16 nPVH+P H(E)=16	KR(D)= 11.5±0. 5 KR(E)= 9.6±0.5 PVH+PH (D)= 11.5±0. 5 PVH+PH (E)= 9.5±0.5	PVH+PH(D) harjoit- teli perinteistä voimaharjoittelua + plyometriaa 2 x vko. PVH+PH(E) harjoit- teli perinteistä voimaharjoittelua + plyometriaa 1 x vko.	Staattinen hyp- py kevennetty kyykkyhyppy pudotushyppy	Tangot Levypainot Kuntopallo	2 vuotta	Staattinen hyppy PVH+PH(D)=+ PVH+PH(E)=+ KR(D)=+ KR(E)=+/- Kevennyshyppy PVH+PH(D)=+ PVH+PH(E)=+ KR(D)=+ KR(E)=+ Pudotushyppy 0-1v KR(D)=+/- KR(E)=+ Pudotushyppy 1-2v KR(D)=+ KR(E)=- Pudotushyppy 16cm PVH+PH(D)=+ PVH+PH(E)=0-1v=+, 1-2v=- Pudotushyppy 24cm PVH+PH(D)=+ PVH+PH(E)=+

								PVH+PH(D)>KR(D) PVH+PH(E)>KR(E)
Sagiv, M., ym. 2007. Weight lifting training and left ventricular function in adolescent subjects	RTC	n=60 nVH=20, nJR=20, nKR=20	16±1	Perinteistä voimaharjoittelua 3-4 x vko.	2 erilaista jalkaprässiä jalan suoristus jalan koukistus Alataljasoutu ylätalja veto olkapää prässä rintaprässä	Kuntosalilaitteita	26 viikon ajan	Kaikki voimaharjoittelu liikkeet VH=+ KR: EI KERROTTU, vasemman kammion supistumiskyvystä VH=+/-, KR=+/- kammion venyvyys VH=+/-, KR=+/-
Sadres, E. ym. 2001, The effect of long-term resistance training on anthropometric measures, muscle strength, and self concept in prepubertal boys	NRCT	n=49 nKR=22, nVH=27	KR=9.4+ -0.3, VH=9.2+ -0.3	2 kertaa viikossa perinteistä voimaharjoittelua. Harjoitusohjelma oli nousujohteinen.	konsentrinen voima polven ojennuksessa ja koukistuksessa Psykologinen kyselytutkimus	Tanko Levypainot	21 kuukautta, 18 kuukautta voimaharjoittelua kahdessa 9 kuukauden jaksossa, joiden välissä 3 kuukauden harjoittelu-mattomuus	Antropometriset arvot VH=+, KR=+ Polven suoristus VH=+, KR=+ Polven koukistus VH=+, KR=+ Minäkuva VH=+/-, KR=+/-