



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Antti Ahrikkala

Voimaharjoittelulla lisää liikkuvuutta

Kirjallisuuskatsaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti (AMK)

Fysioterapian tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

12.5.2022

Tekijä	Antti Ahrikkala
Otsikko	Voimaharjoittelulla lisää liikkuvuutta - Kirjallisuuskatsaus
Sivumäärä	19 sivua
Aika	12.05.2022
Tutkinto	Fysioterapeutti (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Fysioterapian tutkinto-ohjelma
Ohjaajat	Fysioterapian lehtori Sanna Garam Fysioterapian lehtori Ulla Härkönen
<p>Voimaharjoittelu ja nivelten liikkuvuus on monesti nähty toistensa vastakohtina. Voimaa kehittävä harjoittelu on ajateltu heikentävän liikkuvuutta ja kovan harjoittelun on nähty vaativan vastapainokseen erilaisia kehonhuollon menetelmiä, kuten staattista ja dynaamista venyttelyä. Vastakkainasettelusta huolimatta aktiivinen liike vaatii aina voimaa ja heikentyneellä lihasvoimalla on nähty yhteys myös rajoittuneeseen liikkuvuuteen. Voimaharjoittelun useista positiivisista vaikutuksista puhutaan paljon, mutta harvemmin mainitaan harjoittelun olevan myös nivelten liikelaajuuksia lisäävä liikuntamuoto.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on pyrkiä selvittämään kirjallisuuskatsauksen avulla, millaisiin tuloksiin tutkimuksissa on päädytty ja millaisia johtopäätöksiä näiden tulosten perusteella voidaan tehdä. Tavoitteena on luoda pohjaa keskustelulle siitä, voiko voimaharjoittelu toimia myös liikkuvuusharjoitteluna, vai tuleeko voimaharjoittelu ja liikkuvuuden kehittäminen pitää edelleen selkeästi erillään toisistaan.</p> <p>Tässä työssä mukailtiin systemaattisen tiedonhaun menetelmiä ja tähän yhdistettyä manuaalista hakua. Katsaukseen otettiin mukaan tuoreimpia tutkimuksia, joissa käsiteltiin hieman eri tavoilla toteutettua voimaharjoittelua ja harjoittelujaksojen yhteyttä nivelten liikelaajuuksiin. Tuloksissa pyrittiin kiinnittämään myös hieman huomiota muihin liikkuvuuteen vaikuttaviin tekijöihin ja näiden muutoksiin.</p> <p>Katsauksessa selvisi, että laadukkaasti toteutetulla voimaharjoittelulla pystytään lisäämään liikkuvuutta eri nivelissä, varsinkin alaraajojen osalta. Positiivisia tuloksia saatiin sekä perinteisellä voimaharjoittelulla että eksentrisellä harjoittelulla. Liikkuvuudessa havaittiin kehitystä niin aiemmin harjoitelleiden kuin harjoittelemattomienkin kohdalla. Vain kahden tutkimuksen kohdalla voimaharjoittelun vaikutus liikkuvuuteen oli hyvin vähäinen. Toisessa näistä nähtiin harjoittelun jopa lisäävän passiivista jäykkyyttä. Lisätutkimuksille on tarvetta, jotta voimaharjoittelun yhteyttä liikkuvuuteen voidaan kartoittaa entistä laajemmin.</p>	
Avainsanat	voimaharjoittelu, liikkuvuus, nivelten liikelaajuus, kirjallisuuskatsaus

Author	Antti Ahrikkala
Title	Strength Training Increases Mobility – A Literature Review
Number of Pages	19 pages
Date	12.05.2022
Degree	Physiotherapist
Degree Programme	Physiotherapy, Bachelor of Social Services and Health Care
Instructors	Sanna Garam, Senior Lecturer Ulla Härkönen, Senior Lecturer
<p>Strength training and joint mobility have often been seen as opposing concepts. Historically, it has been considered that strength training reduces mobility, and that heavy training requires mobility exercises such as static and dynamic stretching alongside it. However, strength remains an essential component of active movement. Additionally, it has been noted that there is a connection between impaired muscle strength and limited mobility. It is well known that strength training has many beneficial effects, but it is rarely mentioned that it can also improve mobility.</p> <p>The purpose of this thesis is to determine what kind of results have been obtained and what can be deduced from them. The aim is to create a basis for discussion whether strength training can also serve as a mobility training, or whether strength training and mobility should remain separate forms of training.</p> <p>In this work systematic search methods are combined with manual search methods. Literary survey included most recent studies addressing slightly different ways to perform strength training and the relationship between training periods and the range of motion of joints. Moreover, some attention was also paid to other factors that affect mobility and their evolution.</p> <p>The literary survey revealed that high-quality strength training can increase joint mobility, especially in the lower extremities. Positive results were obtained with both traditional and eccentric strength training. Developments in mobility were observed for both previously trained and untrained individuals. The effect of strength training on mobility was very small in only two studies. In one study training was observed to increase passive stiffness. There is a need for further research on the relationship between strength training and mobility more widely.</p>	
Keywords	strength training, mobility, joint range of motion, literature review

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet	2
3	Liikkuvuuden moninaisuus	3
3.1	Liikkuvuus ja voimaharjoittelu	4
3.2	Liikkuvuus ja venyttely	5
4	Katsauksen toteutus	7
5	Voimaharjoittelun yhteys liikkuvuuteen	10
6	Pohdinta	18
	Lähteet	20

1 Johdanto

Ilman voimaa ei ole liikettä (Mäennenä ym. 2019: 5). Voimaharjoittelulla tiedetään olevan useita positiivisia terveysvaikutuksia, kuten lihasten ja luuston vahvistuminen, ja sillä on todettu myös olevan kestävyysharjoitteluun verrattavia vaikutuksia sydän- ja verisuonitautien riskiä vähentävänä liikuntamuotona (Sundell 2021; Westcott 2012). Vaikka viime aikoina voimaharjoittelun monipuolisista hyödyistä on alettu puhumaan entistä enemmän, voimaharjoittelun yhteys liikkuvuuteen on jäänyt hieman vähemmälle huomiolle.

Terveysliikuntasuosituksissa painotetaan kestävyysliikunnan lisäksi voimaharjoittelua, ja ikääntyneille suositellaan erikseen myös liikkuvuutta ja tasapainoa kehittävää liikuntaa (Käypä hoito -suositus 2016). Riittävä nivelten liikkuvuus on kuitenkin erittäin tärkeä ominaisuus kaiken ikäisille toimintakyvyn kannalta (Morton ym. 2011; Moscão, Alves & Afonso 2020). Venyttelyä on korostettu keskeisenä menetelmänä liikkuvuuden parantamiseksi ja voimaharjoittelun taas on uskottu jäykistävän ja rajoittavan liikkuvuutta. Yleisesti vallalla on ollut ajatus siitä, että voimaharjoittelun ohella liikkuvuuden ylläpitäminen ja kehittäminen vaatii rinnalleen venyttelyä. (Morton ym. 2011.) Esimerkiksi Väyrynen (2016) mainitsee raskaan fyysisen harjoittelun ja venyttelyn laiminlyönnin olevan lihaskäykkyyttä aiheuttavia tekijöitä. Hän myös mainitsee lihastyön vaativan vastapainoksi lihashuoltoa ja venyttelyä. Venyttely ja voimistelu korostuvat usein esimerkkeinä liikkuvuusharjoitteista puhuttaessa (Tammelin, Iljukov & Parkkari 2015; Tarnanen, Rauramaa & Kukkonen-Harjula 2016). Vaikka venyttely on liitetty tärkeänä osana kovaan harjoitteluun, on raportoitu myös tuloksista, joissa venyttely ei esimerkiksi nopeuttanut liikunnasta palautumista sen enempää kuin lepokaan (Afonso ym. 2021a).

Liikkuvuutta ja voimaharjoittelua käsitellään usein erillisinä teemoina ja voimaharjoittelu koetaan nimensä mukaisesti voimaa kehittävänä tai ylläpitävänä metodina. Toisaalta voima on muutenkin välttämätön osa kaikkea liikettä ja sitä tarvitaan myös liikkeen hallinnassa (Pihlman, Luomala & Mäkinen 2018: 13). Ajatus voimaharjoittelun liikkuvuutta heikentävästä vaikutuksesta on hieman ristiriidassa tuoreimpien tutkimuksien kanssa, sillä nimenomaan lihasvoiman puutteen on osoitettu rajoittavan liikkuvuutta ja voimaharjoittelulla on havaittu positiivisia vaikutuksia liikkuvuuteen (Afonso ym. 2021b). Useat ovat varmasti kuulleet venyttelyn hyödyllisistä vaikutuksista, mutta voisiko voimaharjoittelusta puhua yleisemmin myös eräänlaisena aktiivisen liikkuvuusharjoituksen muotona? Tässä kirjallisuuskatsauksessa pyritään systemaattista tiedonhakuja sekä manuaalista hakuja hyödyntäen kartoittamaan, millainen yhteys voimaharjoittelulla on liikkuvuuteen.

2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena on kirjallisuuskatsauksen avulla selvittää, miten lihasvoimaharjoittelu vaikuttaa nivelten liikkuvuuteen, kuten nivelten liikelaajuuteen ja lihasjäykkyyteen.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda lisää pohjaa keskustelulle siitä, voisiko voimaharjoittelua perustellusti käyttää myös yksittäisenä osana liikkuvuusharjoittelua. Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää muun muassa fysioterapeuttien ja liikunta-alan ammattilaisten työssä, kuin myös voimaharjoittelua harrastavien keskuudessa.

3 Liikkuvuuden moninaisuus

Opinnäytetyön aiheen takia on olennaista aluksi määritellä, mitä liikkuvuudella tarkoitetaan tämän työn yhteydessä. Liikkuvuus on laaja kokonaisuus, johon vaikuttavat anatomiset rakenteet, lihaksisto, sidekudoksen ominaisuudet sekä keskus- ja ääreishermoston toiminta (Pihlman, Luomala & Mäkinen ym. 2018: 28-29, 34-35, 38). Tutkimuskirjallisuudessa liikkuvuudesta käytetään hieman vaihtelevia termejä, niin suomeksi kuin englanniksi. UKK-instituutti (2021) määrittelee liikkuvuuden seuraavasti: ”Liikkuvuus ja notkeus kuvaavat nivelten suurinta mahdollista liikelaaajuutta sekä lihasten ja jänteiden vastustavaa voimaa tällä liikelaaajuudella”. Perinteisesti liikkuvuuden arviointimenetelmänä on käytetty pelkästään nivelen liikelaaajuuden mittausta (Pihlman ym. 2018: 45), mutta esimerkiksi Iwata ja kumppanit (2019) arvioivat liikkuvuutta liikelaaajuuden lisäksi passiivisen vääntömomentin sekä lihasjänneyksikön jäykkyyden kautta. Yleisesti riittävä liikkuvuus tukee nivelten toimintakykyä, sillä rajoittunut liikkuvuus tietyssä nivelessä saattaa lisätä muiden rakenteiden liiallista kuormittumista (UKK-instituutti 2021).

Nivelten liikkuvuus koostuu jänteiden ja lihasten ominaisuuksista, ja näihin vaikuttaa iän ja perimän lisäksi esimerkiksi liikuntatottumukset (Saari ym. 2009). Lisääntyneeseen liikelaaajuuteen nivelessä on yhteydessä myös useampi ominaisuus. Näitä ovat lihassäikeiden lisääntynyt pituus, muutokset lihassyiden pennaatiokulmissa, jännitystä ylläpitävien refleksien väheneminen sekä kasvanut venytyksen sietokyky. (Afonso ym. 2021b). Nivelen liikelaaajuutta arvioitaessa on toisaalta huomioitava myös yksilökohtaiset erot anatomiassa. Nivelten optimaalisista liikelaaajuuksista on annettu suuntaa antavia viitearvoja, mutta pelkästään riittävä nivelen liikelaaajuus ei kerro kaikkea tuki- ja liikuntaelimistön toiminnasta, vaan siihen vaikuttaa muun liikkeen hallinnan lisäksi esimerkiksi lihasten kyky tuottaa voimaa eri lihaspituuksilla. (Pihlman ym. 2018: 45-46; Luomajoki 2018: 38.) Liikelaaajuuden lisäksi liikkuvuuteen vaikuttaa myös liikekontrolli ja voima (Mäennenä 2017: 30). Nämä useammat tekijät yhdessä muodostavat liikkuvuuden kokonaisuuden.

Robertsin ja Wilsonin (1999) mukaan nivelen tietty liikelaaajuus on mahdollista saavuttaa passiivisesti tai aktiivisesti. Vaikka ihminen pystyisikin passiivisesti avustaen viemään nivelensä ääriasentoihin, on eri asia, pystyykö ihminen käyttämään samoja nivelkulmia myös voimantuottoon. Jos voimantuotto nivelen tietyissä kulmissa on heikkoa, puhutaan aktiivisesta insuffiensiensista. Tämä ilmiö johtuu luultavasti siitä, että lihakset eivät ole tottuneet työskentelemään kyseisillä nivelkulmilla. (Luomajoki 2018: 40.)

Passiivinen liikkuvuus kuvaa nivelen maksimaalista liikelaajuutta, joka saadaan aikaan ulkopuolisen voiman avulla. Aktiivisella liikkuvuudella taas tarkoitetaan nivelen liikelaajuutta, joka saavutetaan aktiivisella lihastyöllä. (Roberts & Wilson 1999.) Kaikki fyysiset aktiviteetit siis vaativat aktiivista liikkuvuutta, eli venyvyyden ohella myös samanaikaista lihasvoimaa. Esimerkiksi Nordic hamstring -harjoitteessa näyttäisivät pärjäävän paremmin ne yksilöt, jotka pystyvät tuottamaan enemmän voimaa myös pidemmällä lihaspituuksilla (Opar ym. 2015). Tämä viittaisi siihen, että laajoilla liikelaajuuksilla tehtävät dynaamiset liikkeet vaativat enemmän aktiivista liikkuvuutta, eli voimantuottoa, myös pitkissä lihaspituuksissa.

Käsiteltäessä liikkuvuutta puhutaan usein riittävästä tai riittämättömästä liikkuvuudesta, mutta liikkuvuuttakin voi olla liikaa (Pihlman ym. 2018: 21). Tällöin puhutaan yliliikkuvuudesta eli hypermobiliiteetista. Selittävä tekijä yliliikkuvuudelle on luultavasti sidekudoksen rakenteelliset erot. Nivelten yliliikkuvuus onkin yleensä periytyvää, ja vaikka sidekudoksen rakennetta ei ole mahdollista muuttaa, voi lihaksia ja nivelsiteitä vahvistamalla vähintään helpottaa yliliikkuvuudesta aiheutuvia oireita, kuten niveliin paikallistuvaa kipua. (Pettersson 2021.) Yliliikkuvuuden lisäksi liikkuvuus voi olla myös relativista. Tällöin nivel, jossa on rajoittunut liikkuvuus, aiheuttaa sen, että joistain toisista kehon nivelistä tuleekin suhteellisesti enemmän kompensatorista liikettä (Luomajoki 2018: 35).

3.1 Liikkuvuus ja voimaharjoittelu

Voimaharjoitteluksi voidaan määritellä kaikki fyysiset aktiviteetit, joiden tavoitteena on ylläpitää tai kehittää maksimi-, kesto- tai nopeusvoimaa. Toisaalta myös harjoittelu, jolla pyritään kasvattamaan lihasmassaa, voidaan määritellä voimaharjoitteluksi. (Rytkönen 2018: 17.)

Perinteinen voimaharjoittelu sisältää kolme lihastyötappaa. Näitä ovat konsentrisen, eksentrisen ja isometrisen lihastyö. Konsentrisen vaiheen aikana lihaksen kiinnityspisteet tulevat lähemmäksi toisiaan, kun taas eksentrisessä vaiheessa kiinnityspisteet kulkevat kauemmas toisistaan ja lihassäikeiden pituus kasvaa. Isometrisen lihastyön aikana lihaspituus ja nivelkulma pysyvät lähes täysin muuttumattomina. Perinteiseen tapaan toteutetussa voimaharjoittelussa konsentrisella lihastyöllä onkin merkittävä rooli. (Mäenänen ym. 2019: 39, 46, 323.)

Voimaharjoittelu, jossa painotetaan sekä konsentrista että eksentristä vaihetta, vahvistaa lihasjänneksikön venymis-lyhenemissykliä, kasvattaa lihassäikeiden pituutta ja parantaa agonisti- ja antagonistilihasten yhteisaktivaatiota sekä lihasten vastavuoroista inhibitiota (eng. *reciprocal inhibition*). Nämä muutokset voivat liittyä osaltaan voimaharjoittelun nivelten liikelaajuutta lisäävään vaikutukseen. (Afonso ym. 2021b.) Liikkuvuuden ja lihasten riittävän venyvyyden kannalta olisi suositeltavaa käyttää niveliä niiden koko liikelaajuudella (Tammelin ym. 2015). Tämä tarkoittaa esimerkiksi pitkien lihaspituuksien käyttöä. Nivelten laajoja liikelaajuuksia käytetään yleensä erityisesti myös voimaharjoittelussa, jossa korostetaan eksentristä lihastyön vaihetta (Mäennenä ym. 2019: 324).

Liikelaajuuteen vaikuttaa lihasten kyky sietää venytystä. Venytys- ja liikkuvuusharjoitteiden lisäksi etenkin eksentrisen voimaharjoittelun on nähty kehittävän venytystoleranssia. (Blazevich 2019.) Eksentrisen voimaharjoittelu korostaa laajemmilla nivelkulmilla tehtävää lihastyötä, ja se tuottaa lihaksiin voimakkaan venytyksen tunteen. Tämä saattaa johtua lihassäikeiden pitenemisestä. (Mäennenä ym. 2019: 324.) Lihaspituudesta puhuttaessa tarkoitetaan tarkemmin lihassäikeiden pituutta. Eri nivelkulmia käyttämällä pysytään vaikuttamaan voimaharjoittelusta saataviin vasteisiin ja pitkiä lihaspituuksia eksentrisesti korostamalla on mahdollista saada kasvatettua lihassäikeiden pituutta. (Rytönen 2018: 30.) Eksentrisessä voimaharjoittelussa yhdistyvätkin sekä voima- että venytysharjoitteet (Fouré, Nordez & Cornu 2013). Tätä eksentristä lihastyötä korostaa myös flywheel-harjoittelu. Tämä vauhtipyörällä toteutettava voimaharjoittelu (eng. *flywheel training*) on uusi menetelmä, jossa hyödynnetään vauhtipyörän luomaa inertiaa, eli vastuksen jatkuvuutta koko liikkeen ajan. Tämänkaltaisen harjoittelu on nähty tehokkaana lihasvoimaa lisäävänä menetelmänä. (Maroto-Izquierdo, García-López & Paz 2017, mukaan.)

3.2 Liikkuvuus ja venyttely

Liikkuvuutta käsiteltäessä on voimaharjoittelun lisäksi olennaista nostaa esille tunnetuimmat liikkuvuutta lisäävät ja ylläpitävät harjoittelumuodot. Mäennenän (2017) määritelmän mukaan venyttelyllä tarkoitetaan kehon osan viemistä sellaiseen asentoon, jossa kohdelihaksen ja sidekudosten pituus kasvaa yli lepopituuden. Hyvin yksinkertaistetulla jaolla voidaan puhua kahdesta tunnetusta venytysharjoittelun päämuodosta: staattisesta ja dynaamisesta venyttelystä. Näiden venytysmuotojen on nähty lisäävän merkittävästi nivelten liikelaajuutta, vaikkakin yksittäisten venytysten vaikutukset näyttävät ohimeneviltä (Behm ym. 2016; Whatman, Knappstein & Hume 2006).

Staattinen venyttely on tutkituin venytysharjoitteiden muoto (Blazevich 2019). Todennäköisesti tämä on venyttelymenetelmistä myös se kaikista perinteisin ja tunnetuin. Staattisessa venyttelyssä lihas venytetään ääriasentoon ja tätä venytystä jatketaan jonkin tietyn ajan verran (Saari ym. 2009). Behmin ja kumppanien (2016) mukaan staattisen venyttelyn on nähty lisäävän merkittävästi kohdenivelten liikelaajuutta. Toisaalta heidän mukaansa pitkäkestoisten staattisten venytysten on myös todettu olleen yhteydessä suorituskyvyn heikkenemiseen, ja staattisen venyttelyn välittömän liikelaajuutta lisäävän vaikutuksen arvellaan perustuvan kasvaneeseen venytyksen sietokykyyn sekä mahdollisesti mekaanisten ominaisuuksien muutoksiin. Staattisen venyttelyn aiheuttaman lisääntyneen venytystoleranssin on esitetty johtuvan mahdollisesta venytyksen aiheuttamasta hermostollisesta vasteesta, joka sallii kudoksien laajemman venymisen. Venyttelyn ei ole nähty kehittävän itse lihaksen tai lihasjännen venytystoleranssia. (Blazevich 2019.) Staattista venyttelyä on aiemmin pidetty vaikuttavana menetelmänä myös loukkaantumisherkkyyden vähentämiseksi ja suorituskyvyn parantamiseksi. Kuitenkaan uudemman tutkimuskirjallisuuden valossa staattisella venyttelyllä ei ole selkeää ehkäisevää vaikutusta loukkaantumisiin tai yllirasitusvammoihin. Staattisen venyttelyn on nähty heikentävän akuutisti suorituskykyä, ja tämän takia sitä ei välttämättä tulisi käyttää osana alkulämmittelyä ennen fyysistä aktiviteettia. (Behm ym. 2016, mukaan.)

Dynaaminen venyttely on toinen tunnettu liikkuvuusharjoittelumuoto. Siitä puhutaan myös aktiivisena liikkuvuusharjoitteluna. Tämänäyppisessä venyttelyssä tapahtuu venyttävän liikkeen lisäksi supistava liike (Saari ym. 2009). Tutkimuskirjallisuudessa dynaamisen venyttelyn määritelmä on hyvin laaja. Muun muassa Blazevich (2019) toteaa dynaamisen venyttelyn pitävän sisällään erilaisia toteutustapoja. Behm ja kumppanit (2016) määrittelevät dynaamisen venyttelyn liikkuvuusharjoitteluna, jossa tehdään kontrolloitua liikettä hyödyntäen nivelten eri liikelaajuuksia. Blazevich (2019) on katsauksessaan tulkinnut dynaamisen venyttelyn harjoitusmuotona, jossa tapahtuu dynaamista nivelten liikettä laajoilla liikelaajuuksilla ja ilman taukoja. Dynaaminen venyttely on myös nähty staattista venyttelyä parempana vaihtoehtona esimerkiksi alkulämmittelyssä. Dynaamisen venyttelyn onkin staattisen venyttelyn lailla todettu merkittävästi lisäävän nivelten liikelaajuutta. (Behm ym. 2016.)

4 Katsauksen toteutus

Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaussa käytettiin systemaattisen haun menetelmiä, jotta haku olisi toistettavissa ja aineisto mahdollisimman asianmukaista. Lisäksi huomioitiin manuaalisella haulla löytyneet tulokset. Aineiston keruu suoritettiin PubMed-tietokannasta joulukuu 2021 – huhtikuu 2022 välisenä aikana. Tiedonhaku toteutettiin alla olevia hakusanoja ja niiden yhdistelmiä käyttäen (taulukko 1). Hakusanojen yhdistämiseen käytettiin Boolean operaattoreita.

Taulukko 1. Tiedonhaussa käytetyt hakusanat. Tietokantana käytetty PubMedia.

Käytetyt hakusanat	Hakutulokset (kpl)	Valintaperuste	Katsaukseen valitut (kpl)
"resistance training" OR "strength training" AND "flexibility"	140	Koko tekstin tarkastelun mukaan	7
"eccentric training" OR "eccentric strength training" AND "range of motion"	13	Koko tekstin tarkastelun mukaan	4

Haun tulosten rajauksessa oli käytössä sisäänotto- ja poissulkukriteerit (taulukko 2). Tiedonhaku rajattiin vuosien 2011 ja 2022 välillä julkaistuihin tutkimuksiin, jotta katsaukseen valikoituisi mahdollisimman tuoreita tutkimuksia.

Taulukko 2. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit tutkimuksille.

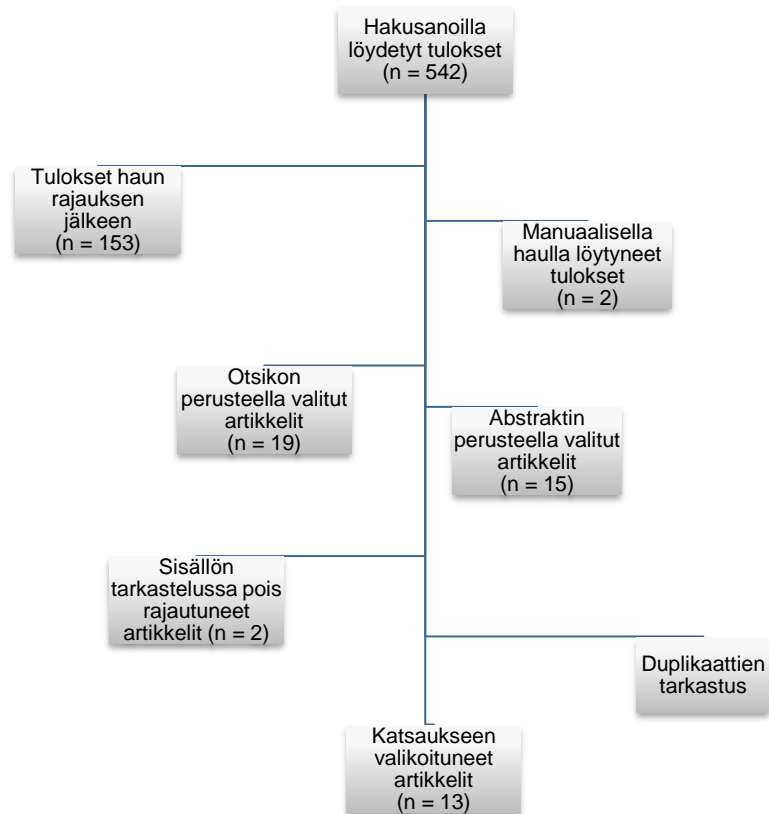
Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Julkaisun ajankohta 2011–2022	Julkaistu muuna ajankohtana kuin 2011–2022
Tutkimuksen koko teksti on vapaasti saatavilla	Tutkimuksen koko teksti ei ole vapaasti saatavilla
Tutkimus on julkaistu englanniksi	Tutkimusta ei ole julkaistu englanniksi
Tutkimus koskee ihmisiä	Tutkimus ei koske ihmisiä
Tutkimus käsittelee voimaharjoittelun vaikutuksia liikkuvuuteen	Tutkimus ei käsittele voimaharjoittelun vaikutuksia liikkuvuuteen
Tutkittavalla kohderyhmällä ei ole mitään tiettyä neuromuskulaarista sairausta	Tutkittavalla kohderyhmällä on jokin määritelty neuromuskulaarinen sairaus

Haku tehtiin käyttäen taulukossa 1 esiteltyjä hakusanoja. Tämän jälkeen hakutuloksia rajattiin PubMedin rajausominaisuuksien avulla. Tietokannasta löytyneet tulokset käytiin ensin läpi otsikkotasolla. Tavoitteena oli löytää julkaisut, joissa oli tutkittu voimaharjoittelun ja liikkuvuuden välistä yhteyttä. Tässä vaiheessa tutkimuksista rajattiin pois sellaiset tutkimukset, jossa tutkittava kohderyhmä kärsi jostakin tietystä neuromuskulaarisesta sairaudesta. Rajatun haun lisäksi manuaalisella haulla valikoitui mukaan kaksi tutkimusta, jotka täyttivät katsauksen poissulku- ja sisäänottokriteerit.

Otsikkotason tarkastelun jälkeen valittiin abstraktin perusteella jatkoon yhteensä 15 sellaista tutkimusta, jotka selkeimmin käsittelevät asetettuja tutkimuskysymyksiä, ja jotka edelleen täyttivät katsauksen kriteerit. Abstraktin perusteella valitut tutkimukset etenivät tarkempaan sisällön tarkasteluun. Sisällön tarkastelun jälkeen rajautui pois yksi systemaattinen katsaus, joka sisälsi tutkimuksen, jossa yhdellä tutkittavalla kohderyhmällä oli neuromuskulaarinen sairaus. Lisäksi pois rajautui yksi kirjallisuuskatsaus, josta ei selvinnyt tarkasti katsauksen käsittelemien tutkimusten sisäänottokriteereitä. Artikkelien

mahdolliset duplikaatit tarkastettiin manuaalisesti, mutta tarkastuksessa ei löytynyt yhtään kaksoiskappaletta. Sisällön tarkastelun ja mahdollisten duplikaattien selvittämisen jälkeen lopulliseen kirjallisuuskatsaukseen päätyneitä tutkimuksia oli manuaalisen haun kautta löydettyjen artikkelien lisäksi yhteensä 13 tutkimusta (taulukko 3).

Taulukko 3. Tiedonhaun prosessi kirjallisuuskatsauksessa.



5 Voimaharjoittelun yhteys liikkuvuuteen

Katsaukseen valitut artikkelit käytiin tarkasti läpi ja artikkelien olennainen sisältö tiivistettiin (taulukko 4). Jokaisen tutkimuksen sisältö koottiin neljään erilliseen sarakkeeseen. Tämän jälkeen tulokset kerättiin yhteen.

Taulukko 4. Katsaukseen valitut tutkimukset.

Tutkimuksen tekijät ja vuosi	Tutkimuksen tarkoitus ja otanta	Tutkimusmenetelmät	Olellaiset tulokset
Abdel-aziem, Soliman & Abdelraouf 2018	Tutkia eksentrisen voimaharjoittelun vaikutuksia hamstring-lihasten liikkuvuuteen sekä eksentriseen ja konsentriseen isokineettiseen vääntövoimaan. n = 60 miestä ikä: n. 19-24 v.	Osallistujat jaettiin kolmeen yhtä suureen ryhmään. Ryhmistä kaksi (aiemmin treenanneet ja treenaamattomat) tekivät 5 krt / vk eksentristä harjoittelua. Yksi ryhmistä oli aiemmin treenaamaton kontrolliryhmä. Intervention kesto: 6 vk	Molempien eksentristä harjoitellua toteuttaneiden koeryhmien tulokset paranivat sekä hamstring-lihasten liikkuvuudessa että eksentrisessä vääntövoimassa. Konsentrisessa vääntövoimassa ei havaittu merkittäviä muutoksia.
Carneiro, Ribeiro, Nascimento, Gobbo, Schoenfeld, Júnior, Gobbi, Oliveira & Cyrino 2015	Selvittää erilaisten voimaharjoittelufrekvenssien vaikutusta ikääntyneiden naisten nivelliikkuvuuteen. n = 53 naista ikä: ≥60 v.	Koeryhmät jaettiin kahteen ryhmään, joista toisessa tehtiin voimaharjoittelua 2 krt / vk ja toisessa 3 krt / vk. Voimaharjoittelu koostui molemmissa ryhmissä yhteensä kahdeksasta harjoitteesta (10-15 toisto / sarja). Intervention kesto: 12 vk (+4vk testausta)	3 krt / vk -harjoitelleiden ryhmässä lonkan liikkuvuudessa tapahtui parannuksia 2 krt / vk -ryhmää enemmän. Molemmissa ryhmissä kaularangan ekstension sekä lonkan fleksion liikkuvuus lisääntyi yhtäläisesti.

<p>Cagno, Iuliano, Buonsenso, Giombini, Di Martino, Parisi, Cagnano & Fiorilli</p> <p>2020</p>	<p>Tutkia inertiaa hyödyntävällä flywheel-laitteella toteutetun eksentrisen voimaharjoittelun vaikutuksia nivelten liikelaajuuteen, alaraajojen räjähtävyyteen, reaktiiviseen voimaan ja antropometriaan nuorilla huipputasoinen miekkailijoilla.</p> <p>n = 54 miestä ikä: n. 14-20 v.</p>	<p>Osallistujat jaettiin kahteen ryhmään: inertiar ryhmään (IR) sekä plyomeriseen ryhmään (PR). IR suoritti 4 erilaista lajinomaista liikekompleksia / treeni ja PR kolme erityyppistä plyometrasta harjoitetta / treeni. Treenejä toteutettiin molemmissa ryhmissä 2 krt / vk.</p> <p>Intervention kesto: 6 vk</p>	<p>Lonkkien abduktiota mittaavassa Intermalleolar Distance -testissä IR:n liikelaajuus lisääntyi enemmän verrattuna plyometriseen ryhmään. Kehitystä tapahtui myös mm. inertiar ryhmän syöksyssä ja etenevässä syöksyssä kasvaneena syöksypituutena.</p>
<p>Fernandez-Gonzalo, Bresciani, Souza-Teixeira, Hernandez-Murua, Jimenez-Jimenez, Gonzalez-Gallego & Paz</p> <p>2011</p>	<p>Tutkia yksittäisen ja toistetavan eksentrisen harjoituksen ja eksentrisen voimaharjoittelun vaikutuksia aktiivisilla nuorilla naisilla.</p> <p>n = 24 naista ikä: n. 21-22 v.</p>	<p>Osallistujat jaettiin eksentristä harjoittelua toteuttavaan ryhmään (koeryhmä) sekä kontrolliryhmään. Molemmat suorittivat eksentrisen testiharjoituksen ennen tutkimusta ja sen jälkeen. Koeryhmä harjoitteli 3 kertaa viikossa ja harjoittelu toteutettiin progressiivisesti jalkaprässiä käyttäen.</p> <p>Intervention kesto: 4 vk</p>	<p>Koeryhmän alaraajojen liikkuvuus heikentyi huomattavasti vähemmän toisen testiharjoituksen jälkeen (verrattuna ensimmäiseen). Toisen testin jälkeen kontrolliryhmän maksimaalinen tehontuotto sekä isometrinen maksimivoima heikkenivät akuutisti vähemmän kuin koeryhmällä.</p>
<p>Fouré, Nordez & Cornu</p> <p>2013</p>	<p>Selvittää eksentrisen voimaharjoittelun vaikutuksia nilkan plantaarifleksoreiden sekä akillesjänteen mekaanisiin ominaisuuksiin.</p> <p>n = 24 (urheiluvaa miestä) ikä: n. 18-23 v.</p>	<p>Osallistujat jaettiin kahteen ryhmään: koeryhmään (eksentrisen voimaharjoittelu) sekä kontrolliryhmään. Kaikki osallistujat pitivät yllä samantyyppistä säännöllistä aktiivisuutta kuin ennen tutkimusta. Koeryhmä teki yhteensä 34 treeniä, ja treenit kestivät tunnin. Jokainen treeni sisälsi kaksi erilaista plantaarifleksorien eksentristä harjoitetta ja yksittäisessä treenissä tehtiin 200-600 eksentristä toistoa.</p> <p>Intervention kesto: 14 vk</p>	<p>Eksentrisen harjoittelu ei vaikuttanut nilkan passiiviseen liikelaajuuteen. Harjoittelu vähensi voimantuottoa välittävien aktiivisten osien jäykkyyttä, mutta ei vaikuttanut merkittävästi jänteiden mekaanisiin ominaisuuksiin.</p>

Júnior, Leite & Reis 2011	Tutkia, miten erilaiset sarjamäärät voimaharjoittelussa vaikuttavat aktiivisten nuorten miesten liikkuvuuteen. n = 60 miestä	Osallistujat jaettiin kolmeen ryhmään: Ryhmä 1 ja 2 noudattivat lähes samanlaista voimahajonmaa, jossa jokaisessa sarjassa tehtiin 8-12 toistoa, mutta ryhmä 1 teki vain yhden sarjan / treeni ja ryhmä 2 teki 3 sarjaa / treeni. Intervention kesto: 10 vk	Sarjojen määrästä riippumatta molemmat koeryhmät paransivat liikkuvuuttaan, mutta voima lisääntyi enemmän ryhmä 2:ssa.
Kim, Dear, Ferguson, Seo & Bemben 2011	Verrata erittäin hitaasti toteutetun vastusharjoittelun vaikutuksia liikkuvuuteen, lihasvoimaan ja aerobiseen hapenottookykyyn suhteessa perinteiseen voimaharjoitteluun. n = 35 (aiemmin harjoittelematonta) naista ikä: n. 20 v.	Osallistujat jaettiin kolmeen ryhmään. Ryhmä 1 teki harjoitteiden konsentriset ja eksentriset vaiheet erittäin hitaasti (10 s). Treenejä oli 2 krt/vk ja treeni oli 35min pitkä. Ryhmä 2 teki toistot enemmän perinteisellä tyylillä. Treenejä oli 3 krt/vk (jokainen treeni kesti 25min). Ryhmä 3 oli kontrolliryhmä. Intervention kesto: 4 vk	Ryhmä 1:ssä ja ryhmä 2:ssa liikkuvuus lisääntyi. Tilastollisesti merkittäviä eroja liikkuvuudessa ryhmien välillä ei havaittu. Tilastollisesti merkittävästi voima lisääntyi vain ryhmä 2:n osalta.
Lee, Jang, Kim, Rhim & Kim 2021	Vertailla kuntouttavaan voimaharjoitteluun yhdistetyn staattisen tai dynaamisen venyttelyn vaikutuksia ihmisillä, joilla on patellofemoraalista kipua sekä jäykät hamstring-lihakset. n = 46 (miehet ja naiset) ikä: n. 20-30 v.	Osallistujat jaettiin kahteen polven kuntoutusryhmään: ryhmä 1 teki kuntouttavan voimaharjoittelun lisäksi staattista venyttelyä ja Ryhmä 2 teki voimaharjoittelun ohella dynaamista venyttelyä. Intervention kesto: 12 vk	Ryhmä 2:n tulokset paranivat enemmän verrattuna ryhmä 1:een. Lihasten aktivaationopeus kasvoi selkeästi enemmän ryhmä 2:ssa, mutta liikkuvuudessa ryhmien välillä ei nähty eroa.
Leite T., Costa, Leite R., Novaes, Fleck & Simão 2017	Tutkia voimaharjoittelun erilaisten sarjamäärien vaikutuksia nuorten aktiivisten miesten liikkuvuuteen. n = 47 miestä ikä: n. 25 v.	Osallistujat jaettiin kolmeen voimaharjoittelua toteuttavaan ryhmään (1 sarja / harjoite, 3 sarjaa / harjoite, 5 sarjaa / harjoite). Neljäs ryhmä oli kontrolliryhmä. Jokaisessa harjoitteessa tehtiin 8-12 toistoa ja treenejä tehtiin 3 krt / vk. Jokainen treeni sisälsi samat liikkeet.	Riippumatta sarjojen määrästä liikkuvuus parani kaikissa ryhmissä, mutta merkittävä ero tuli verrattaessa 5 sarjaa / harjoite -ryhmää kontrolliryhmään.

		Intervention kesto: 6 kk	
Morton, Whitehead, Brinkert & Caine 2011	Selvittää, kuinka täysillä liikeradoilla toteutettu voimaharjoittelu vaikuttaa liikkuvuuteen ja voimaan verrattuna staattiseen venyttelyyn. n = 36 (aiemmin harjoittelematonta miestä ja naista) ikä: n. 18-26 v.	Osallistujat jaettiin kolmeen ryhmään: voimaharjoittelu-, venyttely- sekä kontrolliryhmään. Voimaharjoittelu toteutettiin vapailla painoilla (mm. käsipainoilla ja tangolla). Sekä voimaharjoittelu- että venyttelyryhmä tekivät harjoituksia 3 krt / vk. Intervention kesto: 5 vk	Sekä voimaharjoittelu- että venyttelyryhmä paransi liikkuvuutta useamman nivelen kohdalla verrattuna kontrolliryhmään. Olkapään liikkuvuudessa ei ilmennyt merkittäviä eroja. Voimaharjoittelu lisäsi merkittävästi polven ojennussuuntaista voimaa, mutta sama ei pätenyt fleksiosuunnan kohdalla.
Nakamura, Ikezu, Sato, Yahata, Kiyono, Yoshida, Takeuchi & Nunes 2021	Tutkia eksentriseen flywheel-harjoitteluun yhdistetyn staattisen venyttelyn vaikutuksia liikkuvuuteen sekä lihaskasvuun ja -voimaan. n = 16 (aiemmin harjoittelematonta) miestä ikä: n. 20 v.	Osallistujat toteuttivat harjoitusohjelman, jossa jokaisessa treenissä tehtiin flywheel-laitteella kyykkyjä 3 sarjaa, ja sarjat sisälsivät 10 toistoa. Harjoituksia tehtiin 2 krt / vk. Staattiset venytykset kohdistettiin aina samalle jalalle ja venytykset tehtiin voimaharjoittelun välissä. Venytykset kestivät 30 s ja ne toistettiin kahdesti harjoituksen aikana. Intervention kesto: 5 vk	Staattinen venyttely yhdistettynä voimaharjoitteluun lisäsi enemmän liikkuvuutta verrattuna pelkkään voimaharjoitteluun. Myös isometrinen vääntövoima kasvoi voimaharjoittelu + venyttely -ryhmässä hieman enemmän. Yhdistetyn harjoittelun ei kuitenkaan nähty merkittävästi lisäävän lihaskasvua tai dynaamista vääntövoimaa verrokkiin nähden.
Souza, Bentes, Salles, Reis, Alves, Miranda & Novaes 2013	Tutkia yksinään voimaharjoittelun sekä voimaharjoittelun ja siihen yhdistettyjen staattisten venytysten vaikutusta liikkuvuuteen, voimaan sekä hormonaalisiin adaptaatioihin. n = 16 (aiemmin harjoitellutta miestä) ikä: n. 19-25 v.	Osallistujat jaettiin kahteen eri ryhmään: voimaharjoittelu- sekä voimaharjoittelu + venyttely -ryhmiin. Harjoituksia tehtiin 3 krt / vk ja ne sisälsivät kuusi erilaista liikettä, joissa jokaisessa tehtiin 4 sarjaa sillä kuormalla, jolla he pystyivät parhaimmillaan tekemään 8 toistoa. Intervention kesto: 8 vk	Molemmissa ryhmissä saavutettiin merkittäviä parannuksia liikkuvuuteen, mutta nämä parannukset kohdistuivat eri nivelille. Molemmat ryhmät paransivat merkittävästi voimatasoja samoissa samoissa liikkeissä.
Wan, Li, Best, Liu, Li & Yu	Selvittää voiman sekä liikkuvuuden vaikutuksia sprintin aikaisiin kireyksiin hamstring-lihaksissa.	Osallistujat jaettiin kahteen ryhmään: liikkuvuusharjoittelu-ryhmään (ryhmä 1) sekä voimaharjoitteluryhmään (ryhmä 2). Harjoituksia tehtiin 3 krt / vk ja ryhmien harjoitteet (4 /	Molemmissa ryhmissä optimaaliset lihaspituudet kasvoivat ja sprintin aikaiset lihaskireydet vähenivät.

2021	n = 20 (aktiivista miestä) ikä: n. 18-24 v.	treeni) kohdistuivat pääosin hamstring-lihaksille. Intervention kesto: 8 vk	
------	--	--	--

Kaikki kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset käsittelivät voimaharjoittelun vaikutusta liikkuvuuteen kokeellisen tutkimusstrategian kautta ja useissa tutkimuksissa tarkasteltiin liikkuvuuden ohella myös muita ominaisuuksia. Koehenkilöiden määrä vaihteli tutkimuksittain kuudentoista ja kuudenkymmenen osallistujan välillä. Suurimmassa osassa tutkimuksista osallistajat olivat miehiä ja vain kaksi tutkimusta käsittelivät molempia sukupuolia. Lähes kaikissa tutkimuksissa osallistajat olivat alle 30-vuotiaita. Yhdessä artikkelissa osallistujien tarkkaa ikää ei kerrottu, mutta heidän todettiin olevan nuoria. Ainoastaan Carneiron ja muiden (2015) tutkimuksessa oli selkeästi vanhempia, yli 60-vuotiaita osallistujia. Jokaisessa tutkimuksessa harjoitusohjelmat toteutettiin tietyn suunnitelman mukaan, mutta aivan kaikissa ei mainittu tarkasti, miten harjoittelun progressiivisuus toteutettiin. Harjoitusohjelmat kestivät vähintään kuukauden, mutta Leiten ja kumppanien (2017) tutkimukseen sisältyi huomattavasti pidempi, puoli vuotta kestävä harjoitusjakso. Liikkuminen tai liikkumattomuus oli pyritty vakioimaan ryhmien välillä.

Jokainen tutkimus sisälsi harjoitusohjelmien lisäksi erilliset testit, joilla havainnoitiin mahdollisia harjoittelun aiheuttamia muutoksia. Testeissä oli otettu huomioon palautumiseen menevä aika, eli niitä ei toteutettu suoraan harjoituksen jälkeen. Ainoastaan Fernandez-Gonzalon ja muiden (2011) tutkimuksessa arvioitiin nimenomaan harjoituksen akuutteja vaikutuksia. Testien toteutustavat vaihtelivat jonkin verran tutkimusten välillä, mutta lähtökohtaisesti niissä painotettiin nivelten liikelaajuuksien mittaamista niistä nivelistä, mihin tutkimusinterventiolla oli pyritty vaikuttamaan.

Artikkeleissa määriteltiin hieman eri tavoin osallistujien aiempi harjoitustausta, mutta useimmissa tutkimuksissa ”harjoittelemattomaksi” määriteltiin henkilö, jolla ei ollut merkittävää liikunnallista taustaa puolen vuoden ajalta ennen tutkimukseen osallistumista. Katsaukseen valituissa artikkeleissa oli melko tasapuolisesti sekä harjoittelemattomaksi että aiemmin urheilleeksi määriteltyjä osallistujia, ja joissain julkaisuissa osallistujia kuvattiin yleisesti aktiivisiksi liikkujiksi. Tosin vain Abdel-aziemin ja kumppanien (2018) tutkimuksessa aiemmin harjoittelemattomat ja aiemmin urheilleet oli jaoteltu omiksi ryhmikseen. Kaikissa tutkimuksissa jokaista harjoituskertaa ei toteutettu ammattilaisen ohjauksessa.

Viidessä tutkimuksessa tutkittiin selkeästi eksentristä lihastyötä painottavan voimaharjoittelun vaikutusta liikkuvuuteen. Näistä kahdessa käytettiin flywheel-laitteita. Pääosin tai kokonaan perinteistä voimaharjoittelua käytettiin viiden eri tutkimuksen interventiossa. Yksi artikkeli erottui muista siten, että siinä käytettiin perinteisemmän voimaharjoittelun lisäksi erittäin hitaita toistoja, painottaen sekä konsentrista että eksentristä lihastyötä. Kahta tutkimusta ei voitu määritellä suoraan tiettyä lihastyötappaa korostavan luokituksen alle. Lähes kolmasosassa artikkeleita tutkittiin voimaharjoittelun ohella venytyksiä tai muita liikkuvuusharjoitteita. Suurimmassa osassa tutkimuksissa esitellyistä voimaharjoitteluohjelmista käytettiin täysiä tai vähintään laajoja nivelten liikelaajuuksia. Esimerkiksi Mortonin ja kumppanien (2011) tutkimuksessa painotettiin täysien liikeratojen käyttämistä. Useimmissa artikkeleissa harjoittelu toteutettiin joko kokonaan kuntosalilaitteilla tai käyttäen laitteiden lisäksi vapaita painoja, eli tankoa ja käsipainoja, mutta useimmissa tutkimuksissa tarkkoja arvioita nivelten liikelaajuuksien käytöstä ei annettu. Tutkimusten harjoitteluohjelmissa painotettiin toistomääriä, jotka olivat keskimäärin lähempänä kymmentä kuin viittätoista toistoa.

Kaikissa katsauksen tutkimuksissa ei käytetty lisäpainoja, vaan joissain artikkeleissa harjoittelu toteutettiin kehonpainolla. Esimerkiksi Fourén ja muiden (2013) julkaisussa harjoittelun progressiivisuus perustui pelkästään kehonpainolla tehtävien toistojen kasvuun ja erikokoisten hyppyboksien käyttöön. Myöskään Lee kumppaneineen (2021) eivät käyttäneet lisäpainoja kuntouttavassa harjoitteluohjelmassaan. Joissain tutkimuksissa taas kyykyt ja jalkaprässiliikkeet oli rajattu 90 asteen polvikulmaan asti tehtäviksi (Nakamura ym. 2021; Fernandez-Gonzalo ym. 2011).

Kaikki kolmetoista artikkelia mukaan laskettuna lisäsi voimaharjoittelu yhdeksässä tutkimuksessa selkeästi nivelten liikelaajuutta. Näistä tutkimuksista kahdessa harjoitteluohjelmassa painotettiin eksentristä lihastyön vaihetta, ja viidessä tutkimuksessa, jossa liikkuvuus parani, käytettiin perinteistä voimaharjoittelua. Kahdessa tutkimuksessa, jossa liikkuvuus lisääntyi, käytettiin hieman erilaisia menetelmiä, joten niitä ei voinut luokitella suoraan perinteisen tai eksentrisen voimaharjoittelun määritelmän alle. Lähes jokaisessa tutkimuksessa, jossa harjoittelussa käytettävät liikelaajuudet olivat oletettavasti tai varmasti laajoja, liikkuvuuden havaittiin lisääntyneen. Sukupuolesta riippumatta voimaharjoittelulla oli samankaltaisia vaikutuksia liikkuvuuteen niin naisten kuin miestenkin kohdalla, kuten myös verrattaessa harjoittelemattomia ja aiemmin harjoitelleita.

Yhdessä tutkimuksessa todettiin, että hyvin hidastempoisesti (10 s) toteutetuilla konsentrisilla ja eksentrisillä toistoilla liikkuvuus parani yhtäläisesti verrattuna perinteisempään

voimaharjoitteluun, jossa konsentrinen ja eksentrinen vaihe kestivät kaksi sekuntia. Tässä nimenomaisessa tutkimuksessa mitattiin hamstring-lihasten ja alaselän liikkuvuutta käyttämällä sit and reach -testiä. (Kim ym. 2011.) Wan ja kumppanit taas (2021) havaitsivat, että voimaharjoittelu, johon sisältyy konsentrisia ja eksentrisiä harjoitteita, lisää lihaspituutta hamstring-lihaksissa. He myös arvioivat harjoittelun vähentävän lihaskäynnitystä sprintin aikana. Toisaalta monipuolisilla liikkuvuus- ja kehonhuoltoharjoitteilla oli lähes yhtäläiset vaikutukset liikkuvuuteen. Fernandez-Gonzalon ja kollegoiden (2011) artikkeli poikkesi muista siten, että siinä arvioitiin liikelaajuuksien palautumista akuutisti harjoittelun jälkeen. Arviointi kohdistui alaraajojen liikkuvuuteen, ja eksentrisen harjoittelun havaittiin nopeuttavan nivelten liikelaajuuksien palautumista yksittäisen eksentrisen harjoituksen jälkeen verrattuna harjoittelemattomaan kontrolliryhmään.

Voimaharjoittelun ei kuitenkaan aivan yksipuolisesti nähty olevan liikkuvuutta kehittävä menetelmä. Nakamuran ja kumppanien (2021) tekemässä tutkimuksessa todettiin flywheel-harjoitteluun yhdistetyn staattisen venyttelyn lisäävän merkittävästi polven fleksiosuuntaista liikelaajuutta. Pelkällä flywheel-harjoittelulla ei nähty samanlaista vaikutusta. Eksentrisen kehonpainoharjoittelun taas todettiin yhdessä tutkimuksessa lisäävän akillesjänteen jäykkyyttä passiivisessa liikkeessä, eikä harjoittelun nähty aiheuttavan myöskään muutoksia nilkkanivelen passiiviseen liikelaajuuteen (Fouré ym. 2013). Yhdessä satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa tutkittiin voimaharjoittelua yhdistettynä staattisiin tai dynaamisiin venytyksiin kahdessa eri ryhmässä. Kaikki osallistujat kärsivät patellofemoraalisesta kivusta ja heidän hamstring-lihaksissaan oli jäykkyyttä. Molemmissa koeryhmissä hamstring-lihasten liikkuvuus lisääntyi yhtäläisesti, mutta merkittävin ero nähtiin lihasten aktivaationopeuden kasvussa dynaamisia venytyksiä tehneen ryhmän kohdalla. Voimaharjoittelua ei kuitenkaan suoritettu yksittäisenä menetelmänä, joten pelkän voimaharjoittelun vaikutus liikkuvuuteen oli epäselvä. (Lee ym. 2021.)

Flywheel-harjoitteita sisältäneiden tutkimusten tulokset olivat hieman ristiriidassa toisiinsa nähden. Vaikka Nakamura kumppaneineen (2021) ei löytänyt merkittävää liikelaajuutta lisäävää vaikutusta pelkällä flywheel-harjoittelulla, satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa Cagno ym. (2020) havaitsivat, että kuuden viikon lajinomaisesti toteutettu eksentrinen flywheel-harjoittelu paransi nuorten kilpamiekkailijoiden liikkuvuutta. Nakamuran ym. (2021) tuloksista poikkesi myös Souza kollegoineen (2013), joiden tutkimuksessa löydettiin yhtäläisiä parannuksia liikkuvuuteen kahdessa ryhmässä.

Toinen ryhmä yhdisti kuntosaliharjoitteluun staattiset venyttelyt ja toinen taas teki pelkästään voimaharjoittelua. Liikelaajuudet lisääntyivät molemmissa ryhmissä merkittävästi, mutta eri nivelissä.

Voimaharjoittelun sarjamäärät ja volyymi vaikuttivat tuloksiin nivelten liikelaajuuksien osalta. Júnior ym. (2011) totesivat isommalla sarjamäärällä (3 sarjaa / harjoite) olevan tilastollisesti huomattava vaikutus liikkuvuuden lisääntymiseen, vaikka myös pienemmällä (1 sarja / harjoite) saavutettiin parannuksia liikkuvuuteen. Samansuuntaisen havainnon teki myös Leite kumppaneineen (2017), jotka havaitsivat usean nivelen liikkuvuudessa parannuksia monipuolista voimaharjoittelua toteuttaneissa ryhmissä. Tässä tutkimuksessa kuitenkin vain isoimmalla sarjamäärällä (5 sarjaa / harjoite) saavutettiin tilastollisesti merkittävät tulokset kontrolliryhmään nähden. Carneiron ja muiden (2015) tutkimus tuki aiemmin mainittujen artikkelien havaintoja. Heidän tutkimuksessaan enemmän harjoitelleiden ikääntyneiden naisten liikkuvuudessa tapahtui hieman enemmän parannuksia kuin vähemmän ja harvemmin harjoitelleiden ryhmässä.

Joissakin tutkimusten tuloksissa näkyi selvästi, että liikelaajuuksia mahdollisesti hieman rajoittavilla kuntosalilaitteilla saatiin positiivisia tuloksia, eikä liikkuvuutta edistävä harjoittelu vaatinut pelkästään vapaiden painojen käyttöä (Carneiro ym. 2015; Kim ym. 2011). Lisäksi lyhyidenkin, alle viisi viikkoa kestävien voimaharjoittelujaksojen nähtiin kasvattavan useammankin nivelen liikelaajuutta (Kim ym. 2011; Morton ym. 2011). Useat tutkimuksista käsitelivät eristetympin hamstring-lihasten liikkuvuutta, mutta voimaharjoittelun nähtiin lisäävän myös esimerkiksi kaularangan sekä lonkan liikkuvuutta useampaankin suuntaan (Morton ym. 2011; Carneiro ym. 2015).

6 Pohdinta

Tulokset vahvistavat ajatusta siitä, että voimaharjoittelu ei ole liikkuvuutta heikentävä liikuntamuoto. Päinvastoin kuin usein edelleen ajatellaan, voimaharjoittelu näyttäisi itse asiassa lisäävän liikkuvuutta. Tämä saattaa liittyä nimenomaan harjoittelussa käytettyihin laajoihin nivelkulmiin. Paljon harjoitteleva ja suuria liikeratoja voimailussa käyttävä siis tarvitsee luultavasti vähemmän erillisiä venytysharjoitteita treeninsä ympärille kuin ehkä yleisesti ajatellaan. Voimaharjoittelu näyttäisi toimivan myös liikkuvuusharjoitteluna sen liikelaajuuksia lisäävän vaikutuksen johdosta. Mustavalkoinen näkemys voimaharjoittelun jäykistävästä vaikutuksesta on siis vähintäänkin kyseenalainen. Toisaalta, vaikka katsauksen artikkeleissa lyhyet interventiojaksot tuottivat positiivisia tuloksia liikkuvuuteen, ei ole aivan selvää, milloin liikkuvuus ei enää lisäännä enempää. Lisäksi, vaikka voimaharjoittelulla voidaankin lisätä liikkuvuutta, on venyttelylläkin varmasti joissakin tietyissä tilanteissa paikkansa, etenkin, jos harjoittelussa ei huomioida monipuolisuutta.

Katsaukseen valikoituneiden tutkimusten otannat olivat melko pieniä, johtuen tutkimusten tarkasti havainnoivista kokeellisista asetelmista. Tutkimusten testiprotokollat oli toteutettu pääsääntöisesti laadukkaasti. Kuitenkaan kaikissa katsauksen tutkimuksissa harjoitteluprotokollaa ei kuvailtu aivan tarkasti kuntosalilaitteiden, liikeratojen laajuuden tai toistojen suhteen, vaikkakin monissa tutkimuksissa näistä oli kerrottu selkeästi. Toisaalta esimerkiksi harjoittelussa käytettyjen nivelten liikelaajuuksien tarkat tiedot olisivat olleet melko olennaisia kaikissa näissä tutkimuksissa, joissa selvitettiin nimenomaan harjoittelun vaikutusta liikkuvuuteen. Koska joissain tutkimuksissa (Nakamura ym. 2021; Fernandez-Gonzalo ym. 2011) rajattiin nivelen liikeradan käyttö alle maksimaalisen nivelkulman, tämä herättää kysymyksen, olisivatko suuremmat nivelkulmat voineet parantaa vieläkin paremmin liikkuvuutta näiden artikkelien tuloksissa. Harjoitteluohjelmissa oli käytetty lähinnä perusvoimaa lisääviä toistomääriä, ja toistomäärät harjoitteluohjelmissa sijoittuivat pitkälti 8-15 toiston välille. Tuloksista voidaan siis ainakin päätellä se, että tähän väliin sijoittuva toistomäärä olisi liikkuvuuden edistämisen tai ylläpitämisen kannalta hyödyllinen. Katsauksessa oli tutkittu myös volyymin ja sarjamäärien vaikutuksia. Yllättävänä havaintona katsauksessa paljastuikin, että suuremmalla sarjamäärällä, frekvenssillä sekä kokonaisvolyymilla todettiin olevan liikkuvuutta lisäävä vaikutus ainakin tiettyyn pisteeseen asti.

Sekä voimaharjoittelun että venyttelyn nähtiin vaikuttavan positiivisesti liikkuvuuteen, mutta vaikutukset olivat erilaisia riippuen siitä, minkä nivelen liikelaajuutta mitattiin. Huomioitavaa on, että katsaukseen valikoituneiden tutkimusten voimaharjoitteluohjelmissa käytettiin vapaiden painojen lisäksi paljon kuntosalilaitteita, mikä saattoi vaikuttaa osaltaan siihen, että nivelten liikelaajuudet tietyissä liikkeissä olivat rajallisempia – riippuen laitteiden suunnittelusta ja kunkin koehenkilön anatomisista mittasuhteista. Joka tapauksessa tulokset osoittivat, että voimaharjoittelulla pystytään kehittämään itsenäisenäkin menetelmänä liikkuvuutta jonkin verran tai jopa merkittävästi. Tämä huomio nähtiin selvästi myös useissa kuntosalilaitteita painottavien treeniohjelmien tuloksissa. Ottaen huomioon voimaharjoittelun muutkin positiiviset vaikutukset, voidaan tämän kirjallisuuskatsauksen tuloksista päätellä, että voimaharjoittelu on suositeltava liikuntamuoto myös osaltaan edistämään nivelten liikkuvuutta.

Kirjallisuuskatsauksen artikkeleissa liikkuvuutta arvioitiin erilaisten passiivisten ja aktiivisten testien avulla. Näissä liikkuvuusmittauksissa pääroolissa oli yleensä nivelten liikelaajuus, vaikka kuten aiemmin tässä katsauksessa todettiin, liikkuvuus on lopulta monisyinen käsite (ks. luku 3). Yhteenvetona kuitenkin todettakoon, että kunhan harjoittelu on toteutettu järkevästi ja nousujohteisesti sekä erilaisia lihaspituuksia käyttäen, voimaharjoittelulla näyttäisi olevan hyvinkin positiiviset vaikutukset liikkuvuuteen. Tätä ajatusta tukee myös Luomajoen (2018) näkemys siitä, että hyvään liikkuvuuteen kuuluu myös kyky tuottaa voimaa eri lihaspituuksilla. Joka tapauksessa sanottakoon, että voimaharjoittelun positiiviset hyödyt eivät siis rajoitu esimerkiksi pelkkään voimaan ja lihasmassaan.

Tämä kirjallisuuskatsaus käsitteli pääosin ihmisiä, jotka eivät kärsineet mistään tietystä vammasta, yhtä tutkimusta lukuun ottamatta (Lee ym. 2021), eikä kohderyhmillä ollut mitään tiettyä neuromuskulaarista sairautta. Näiden seikkojen lisäksi katsaukseen valittiin vain tuoreimpia tutkimuksia. Kuitenkin laajemman näkökulman ja suuremman otannan saamiseksi olisi mukaan voinut sisällyttää myös aihetta koskevia vanhempia tutkimuksia.

Tämän aiheen osalta voisi tulevaisuudessa opinnäytetyöhön sisällyttää esimerkiksi oppaan, jossa käydään läpi eri lihaspituuksia korostavaa voimaharjoittelua, jolla voidaan myös parantaa liikkuvuutta. Tulevaisuudessa tutkimuksissa voitaisiin myös tarkemmin keskittyä eri lihaspituuksilla toteutettavan voimaharjoittelun vaikutuksiin liikkuvuuteen liittyen.

Lähteet

Abdel-Aziem, Amr & Soliman, Elsadat & Abdelraouf, Osama (2018). Isokinetic peak torque and flexibility changes of the hamstring muscles after eccentric training: Trained versus untrained subjects. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica* 2018: 52(4). 308-314. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6150446/>>.

Afonso, José & Clemente, Filipe & Nakamura, Fábio & Morouço, Pedro & Sarmiento, Hugo & Inman, Richard & Ramirez-Campillo, Rodrigo (2021a). The Effectiveness of Post-exercise Stretching in Short-Term and Delayed Recovery of Strength, Range of Motion and Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in Physiology* 2021: 5;12. 677581. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8133317/>>.

Afonso, José & Ramirez-Campillo, Rodrigo & Moscão, João & Rocha, Tiago & Zacca, Rodrigo & Martins, Alexandre & Milheiro, André & Ferreira, João & Sarmiento, Hugo & Clemente, Filipe (2021b). Strength Training versus Stretching for Improving Range of Motion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare* 2021: 7;9(4). 427. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8067745/>>.

Behm, David & Blazevich, Anthony & Kay, Anthony & McHugh, Malachy (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 2016: 41(1). 1-11.

Blazevich, Anthony (2019). Adaptations in the passive mechanical properties of skeletal muscle to altered patterns of use. *Journal of Applied Physiology* 2019: 1;126(5). 1483-1491.

Cagno, Alessandra & Iuliano, Enzo & Buonsenso, Andrea & Giombini, Arrigo & Martino, Giulia & Parisi, Attilio & Calcagno, Giuseppe & Fiorilli, Giovanni (2020). Effects of Accentuated Eccentric Training vs Plyometric Training on Performance of Young Elite Fencers. *Journal of Sports Science and Medicine* 2020: 19(4). 703–713. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7675629/>>.

Carneiro, Nelson & Ribeiro, Alex & Nascimento, Matheus & Gobbo, Luís & Schoenfeld, Brad & Júnior, Abdallah & Gobbi, Sebastião & Oliveira, Arli & Cyrino, Edilson (2015). Effects of different resistance training frequencies on flexibility in older women. *Clinical Interventions in Aging* 2015: 5(10). 531-8. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4354617/>>.

Fernandez-Gonzalo, Rodrigo & Bresciani, Guilherme & Souza-Teixeira, Fernanda & Hernandez-Murua, José & Jimenez-Jimenez, Rodrigo & Gonzalez-Gallego, Javier & Paz, José (2011). *Journal of Sports Science and Medicine* 2011: 10(4). 692–699. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761500/>>.

Fouré, Alexandre & Nordez, Antoine & Cornu, Christophe (2013). Effects of eccentric training on mechanical properties of the plantar flexor muscle-tendon complex. *Journal of Applied Physiology* 2013: 1;114(5). 523-37.

Iwata, Masahiro & Yamamoto, Ayano & Matsuo, Shingo & Hatano, Genki & Miyazaki, Manabu & Fukaya, Taizan & Fujiwara, Mitsuhiro & Asai, Yuji & Suzuki, Shigeyuki (2019). Dynamic Stretching Has Sustained Effects on Range of Motion and Passive Stiffness of the Hamstring Muscles. *Journal of Sports Science and Medicine* 2019: 11;18(1). 13-20. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6370952/>>.

Júnior, Roberto & Leite, Thalita & Reis, Victor (2011). Influence of the Number of Sets at a Strength Training in the Flexibility Gains. *Journal of Human Kinetics* 2011: 29A: 47–52. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3588898/>>.

Kim, Eonho & Dear, Alexis, Ferguson, Steven & Seo, Dongil & Bembem, Michael (2011). Effects of 4 weeks of traditional resistance training vs. superslow strength training on early phase adaptations in strength, flexibility, and aerobic capacity in college-aged women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2011: 25(11). 3006-13.

Käypä hoito -suositus (2016). Liikunta. Suomalaisen Lääkäriseura Duodecimin ja Käypä hoito -johtoryhmän asettama työryhmä. Verkkoartikkeli. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.kaypahoito.fi/hoi50075#K1>>. Viitattu: 19.2.2022.

Luomajoki (2018). Liikkeen ja liikekontrollin häiriöt. VK-Kustannus, Lahti.

Lee, Jin & Jang, Ki-Mo & Kim, Eunseon & Rhim, Hye & Kim, Hyeong-Dong (2021). Effects of Static and Dynamic Stretching With Strengthening Exercises in Patients With Patellofemoral Pain Who Have Inflexible Hamstrings: A Randomized Controlled Trial. *SAGE Journals* 2021: 13(1): 49–56. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7734366/>>.

Leite, Thalita & Costa, Pablo & Leite, Richard & Novaes, Jefferson & Fleck, Steven & Simão, Roberto (2017). Effects of Different Number of Sets of Resistance Training on Flexibility. *International Journal of Exercise Science* 2017: 10(3): 354–364. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5609666/>>.

Maroto-Izquierdo, Sergio & García-López, David & Paz, José (2017). Functional and Muscle-Size Effects of Flywheel Resistance Training with Eccentric-Overload in Professional Handball Players. *Journal of Human Kinetics* 2017: 28;60. 133-143. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5765793/>>.

Morton, Sam & Whitehead, James & Brinkert, Ronald & Caine, Dennis (2011). Resistance training vs. static stretching: effects on flexibility and strength. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2011: 25(12). 3391-8.

Moscão, João & Alves, José & Afonso, José (2020). A review of the effects of static stretching in human mobility and strength training as a more powerful alternative: Towards a different paradigm. *Motricidade* 2020: 16(1). 18-27.

Männenä, Jukka (2017). *Venyttely & liikkuvuusharjoittelu*. Readme.fi, Helsinki.

Männenä, Jukka (toim.) & Olli, Juha & Puputti, Jenni & Roininen, Teemu & Haverinen, Marko & Kuukasjärvi, Kimmo & Parkkinen, Jani (2019). *Voimaharjoittelu – teoriasta parhaisiin käytäntöihin*. VK-Kustannus, Lahti.

Nakamura, Masatoshi & Ikezu, Hirotaka & Sato, Shigeru & Yahata, Kaoru & Kiyono, Ryosuke & Yoshida, Riku & Takeuchi, Kosuke & Nunes, João (2021). Effects of Adding Inter-Set Static Stretching to Flywheel Resistance Training on Flexibility, Muscular Strength, and Regional Hypertrophy in Young Men. *International Journal of Environmental Research and Public Health*: 2021 Apr 4;18(7). 3770. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8038434/>>.

Opar, David & Williams, Morgan & Timmins, Ryan & Hickey, Jack & Duhig, Steven & Shield, Anthony (2015). Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in Australian footballers. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2015: 47(4). 857-65.

Pettersson (2021). Nivelten yliliikkuvuus (hypermobiliteetti). Verkkoartikkeli. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.reumaliitto.fi/fi/reuma-aapinen/reumataudit/nivelten-yliliikkuvuus-hypermobiliteetti>>. Viitattu: 2.3.2022.

Pihlman, Mika & Luomala, Tuulia & Mäkinen, Jarkko (2018). Liikkuvuusharjoittelu – hallittua voimaa ja liikkuvuutta. VK-Kustannus, Lahti.

Roberts, J. & Wilson, K. (1999). Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *British Journal of Sports Medicine* 1999: 33(4). 259-63.

Rytkönen, Tuomas (2018). Voimaharjoittelun käsikirja. Fitra, Helsinki.

Saari, Mika & Lumio, Marko & Asmussen, Peter & Montag, Hans-Jurgen (2009). Käytännön lihashuolto – warm up, cool down, venyttely, hieronta, urheiluhieronta ja teipaus. VK-Kustannus Oy, Lahti.

Sundell, Jan (2021). Lihasvoimaharjoittelu – ohje keski-ikäisille ja sitä vanhemmille. Verkkoartikkeli. Suomalainen lääkäriseura Duodecim. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk01079>>. Viitattu: 21.2.2022.

Souza, Antônio & Bentes, Claudio & Salles, Belmiro & Reis, Victor & Alves, José & Miranda, Humberto & Novaes, Jefferson (2013). Influence of Inter-Set Stretching on Strength, Flexibility and Hormonal Adaptations. *Journal of Human Kinetics* 2013: 36. 127–135. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3661884/>>.

Tammelin, Tuija & Iljukov, Sergei & Parkkari, Jari (2015). Kasvuikäisten liikunta. Suomalainen lääkäriseura Duodecim. Verkkoartikkeli. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.duodecimlehti.fi/duo12429>>. Viitattu: 14.2.2022.

Tarnanen, Kirsi & Rauramaa, Rainer & Kukkonen-Harjula, Katriina (2016). Liikunta on lääkettä (Liikunta-suositus). Käyvän hoidon potilasversiot. Suomalainen lääkäriseura

Duodecim. Verkkoartikkeli. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.kaypa-hoito.fi/khp00077>>. Viitattu: 11.2.2022.

UKK-instituutti (2021). Liikkuvuus. Verkkoartikkeli. Saatavilla osoitteessa: <<https://ukkinstituutti.fi/fyysinen-kunto/kunnon-osa-alueet/liikkuvuus/>>. Viitattu: 21.2.2022.

Väyrynen, Petri (2016). Alaraajojen liikkuvuuden harjoittaminen. Terveyskirjasto Duodecim. Verkkoartikkeli. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.terveyskirjasto.fi/tju00209>>. Viitattu: 21.2.2022.

Wan, Xianglin & Li, Shangxiao & Best, Thomas & Liu, Hui & Li, Hanjun & Yu, Bing (2021). Effects of flexibility and strength training on peak hamstring musculotendinous strains during sprinting. *Journal of Sport and Health Science* 2021: 10(2). 222-229. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7987790/>>.

Westcott, Wayne (2012). Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Current Sports Medicine Reports* 2012;11(4). 209-16.

Whatman, Chris & Knappstein, Alice & Hume, Patria (2006). Acute changes in passive stiffness and range of motion post-stretching. *Physical Therapy in Sport* 7(4): 195-200.