



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Kaisa Heinonen

Isokineettisen dynamometrin käyttö lihasvoimaharjoittelussa

Kirjallisuuskatsaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti (AMK)

Fysioterapian koulutusohjelma

Kirjallisuuskatsaus

19.5.2020

Tekijä Otsikko Title	Kaisa Heinonen Isokineettisen dynamometrin käyttö lihasvoimaharjoittelussa Strength training with isokinetic dynamometer
Sivumäärä Aika	15 sivua 19.5.2020
Tutkinto	Fysioterapeutti (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Fysioterapia
<p>Lihaskuntoharjoittelu on oleellinen osa terveyttä edistäviä liikuntasuosituksia sekä keskeinen kuntoutusmenetelmä erilaisten potilasryhmien hoidossa. Hyvän lihaskunnan merkitys terveydelle ja toimintakyvylle on osoitettu lukuisissa tutkimuksissa. Lihaskuntoharjoittelua voidaan toteuttaa eri tavoin hyödyntäen erilaisia lihastyömuotoja ja vastuksia. Tavallisesti lihasvoimaharjoittelu tehdään perinteisiä kuntosalilaitteita, vapaita painoja tai kehon painoa apuna käyttäen, jolloin vastus pysyy samana koko nivelen liikeradan ajan. Lihaksen voimantuotto kuitenkin vaihtelee eri nivelkulmissa ja näin ollen optimaalisen vastuksen saamiseksi kuorman tulisi muuttua liikeradan eri vaiheissa. Tämä on mahdollista tarkoituksen kehittyneillä laitteilla, isokineettisellä dynamometrillä, jonka toiminta perustuu vakioidulla kulmanopeudella suoritettuun liikkeeseen. Isokineettistä dynamometriä voidaan käyttää sekä lihasvoiman testaamiseen että lihasvoimaharjoitteluun.</p> <p>Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on selvittää viimeaikaisia tutkimuksia tarkastelemalla, millä tavoin isokineettistä dynamometriä on käytetty lihasvoimaharjoittelussa. Tavoitteena on selvittää, minkälaisia asiakasryhmiä tutkimuksiin on osallistunut, minkälaisia harjoitusohjelmia tutkimuksissa on käytetty sekä minkälaisia tuloksia isokineettisellä lihasvoimaharjoittelulla on saavutettu. Kirjallisuuskatsauksen avulla on pyritty tuottamaan lisää tietoa Metropolia ammattikorkeakoulun liikelaboratorioon keväällä 2020 hankitun isokineettisen dynamometrin monipuoliseksi hyödyntämiseksi.</p> <p>Aineiston haku suoritettiin 27.-29.4.2020 Cinahl- ja Pubmed-tietokannoista. Kirjallisuuskatsaukseen valikoitui yhteensä 10 vuosina 2015-2019 julkaistua tutkimusartikkelia, joissa käsitellään lihasvoimaharjoittelua isokineettisellä dynamometrillä.</p> <p>Tulosten perusteella voidaan todeta, että lihasvoimaharjoittelu isokineettisellä dynamometrillä on tehokas ja turvallinen kuntoutusmenetelmä monille erilaisille potilasryhmille ja soveltuu hyvin myös lihasvoiman ja lihasmassan kasvuun tähtäävässä liikunnallisessa harjoitteluun terveillä ihmisillä. Ainoastaan yhdessä kirjallisuuskatsaukseen valikoituneessa tutkimuksessa isokineettisellä harjoittelulla katsottiin olevan haitallisia vaikutuksia, kaikissa muissa tutkimuksissa tulokset olivat yksinomaan myönteisiä. Turvallisena vastusharjoittelumenetelmänä isokineettinen harjoittelu soveltuu erityisen hyvin kuntouttavaksi toiminnaksi erilaisille potilasryhmille. Tutkimuksissa ei kuitenkaan havaittu suurta eroa isokineettisen ja tavanomaisen vastusharjoittelun tuottamissa vaikutuksissa. Näin ollen tavanomaista, vakiokuormalla tehtävää vastusharjoittelua voidaan pitää hyvänä vaihtoehtona tilanteissa, joissa suhteellisen kalliin ja harvinaisen dynamometrin käyttö ei ole mahdollista.</p>	
Avainsanat	Isokineettinen dynamometri, lihasvoimaharjoittelu, kuntoutus

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lihastyömuodot, lihasvoimaharjoittelu ja isokineettinen dynamometri	2
2.1	Lihastyön muodot	2
2.2	Lihaskoivomaharjoittelun periaatteet	2
2.3	Isokineettinen lihasvoimaharjoittelu	2
3	Kirjallisuuskatsauksen tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset	3
4	Kirjallisuuskatsauksen toteutus	4
4.1	Aineiston kerääminen	4
4.2	Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset	5
5	Tulokset	9
5.1	Tutkimusten kohderyhmät	9
5.2	Harjoitusohjelmat	10
5.3	Isokineettisen harjoittelun vaikutukset	12
6	Pohdinta	13
	Lähteet	16

1 Johdanto

Vahva ja toimintakykyinen lihaksisto on liikkumiskyvyn edellytys sekä merkittävä tekijä monien sairauksien ja vammojen ennaltaehkäisyssä ja hoidossa. Hyvä lihaskunto on tärkeää urheilijoille ja kuntoilijoille, mutta myös edellytys tavallisista arkipäiviäisistä askeleista selviytymiselle ja itsenäiselle elämälle. Lihaskunto vaikuttaa suoraan toimintakykyyn ja siten myös kokonaisvaltaiseen terveyteen ja hyvinvointiin. Lihaskuntoharjoittelulla, tai vastusharjoittelulla, onkin nykyisin keskeinen rooli terveyden edistämiseen tähtäävissä liikuntasuosituksissa. Vastusharjoittelu on myös tärkeä menetelmä monien sairauksien ja vammojen kuntoutuksessa. (Hulmi 2016: 14-15; Mäennenä 2019: 19-22; Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2020.) Lihaskuntoharjoitteluun on olemassa monia erilaisia laitteita ja menetelmiä. Isokineettinen dynamometri on lihaskuntoharjoitteluun kehitetty laite, jota hyödynnetään nykyisin sekä urheilijoilla että kuntoutuksessa. (Bohannon 2019: 1-2; Dvir 2000: 41-42; Kauranen 2014: 235-237.) Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on selvittää, millä tavoin isokineettistä dynamometriä on käytetty juuri lihaskuntoharjoittelussa. Huomiota kiinnitetään erityisesti siihen, minkälaisilla asiakasryhmillä laitetta on käytetty, minkälaisia harjoitushjelmia sillä on toteutettu ja minkälaisia tuloksia harjoittelusta on saatu.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa selvitetään isokineettisen dynamometrin käyttöä lihaskuntoharjoittelussa viimeaikaisten tutkimusten valossa. Aluksi esitellään lyhyesti erilaisia lihastyömuotoja ja lihaskuntoharjoittelun perusperiaatteita sekä luodaan katsaus isokineettisen dynamometrin toimintaan. Tämän jälkeen kerrotaan tarkemmin kirjallisuuskatsauksen tarkoituksesta ja esitellään tutkimuskysymykset. Seuraavaksi selvitetään kirjallisuuskatsauksen toteutusta ja esitellään katsaukseen valikoituneet tutkimusartikkelit. Tulosten esittelyssä pyritään vastataamaan tutkimuskysymyksiin mahdollisimman tarkasti ja yksityiskohtaisesti. Lopuksi pohditaan tutkimusten valossa muodostunutta kuvaa isokineettisen dynamometrin käytöstä kuntoutus- ja harjoitteluvälineenä erilaisilla asiakasryhmillä.

2 Lihastyömuodot, lihasvoimaharjoittelu ja isokineettinen dynamometri

2.1 Lihastyön muodot

Lihaksen toimintamuodot jaetaan lihaksen pituudessa tapahtuvan muutoksen mukaan dynaamiseen ja staattiseen lihastyötapaan. Dynaamisessa lihastyössä lihaksen pituus muuttuu joko lyhentyen, jolloin kyseessä on konsentrinen lihassupistus, tai pidentyessä, jolloin kyseessä on eksentrisen lihassupistus. Staattisessa, eli isometrisessä lihastyössä lihaksen pituus sen sijaan ei muutu. Konsentrinen, eksentrisen ja isometrinen lihastyö ovat luurankolihasien luonnollisia toimintatapoja, jotka tuottavat nivelten liikkeitä ja ylläpitävät kehon asentoja. Tavanomaisessa lihasvoimaharjoittelussa on tyypillisesti korostunut konsentrisen lihassupistuksen merkitys, mutta kaikkia kolmea lihastyön muotoa voidaan soveltaa varioiden sekä urheilussa ja terveysliikunnassa että kuntouttavassa harjoittelussa. (Harman 2008: 78; Hulmi 2016: 44; Kauranen 2014: 171, 219.)

2.2 Lihasvoimaharjoittelun periaatteet

Lihasvoimaharjoittelussa keskeistä on lihaksen kuormittaminen yli tavanomaisen kuormitustason. Tällöin elimistö pyrkii mukautumaan uuteen kuormitustasoon kiihdyttämällä lihassolujen proteiinisynteesiä, jolloin lihas kasvaa. Lihasvoiman kasvuun tähtäävän harjoittelun tehon tulisi olla 60-80% maksimisuorituksesta, tosin kuntouttavassa lihasvoimaharjoittelussa myös matalamman intensiteetin harjoittelusta on usein hyötyä. Lihasta tulisi harjoittaa vähintään kerran viikossa; suositeltava viikoittainen määrä on 2-3 harjoituskertaa, joiden välissä on 1-3 vuorokauden palautuminen. Yhden harjoituskerran aikana liikettä tulisi tehdä 3-6 sarjaa, joissa jokaisessa on 7-12 toistoa. (Hulmi 2016: 18-20, 30-42; Kauranen 2014: 382, 466-470, 474.)

2.3 Isokineettinen lihasvoimaharjoittelu

Isokineettinen lihastyö on dynaaminen lihastyömuoto, jossa nivelen liike tapahtuu vakio-oidulla kulmanopeudella koko liikeradan ajan. Isokineettistä lihastyötä ei esiinny luontaisesti, vaan sitä varten tarvitaan tarkoitukseen suunniteltua laitetta, isokineettistä dynamometriä. Vakiooidun kulmanopeuden johdosta voiman käyttö ei vaikuta liikkeen nopeuteen, vaan vastuksen määrään; mitä suurempi on laitteeseen kohdistettu voima, sitä suurempi on myös laitteen tuottama vastavoima. Lihaksen voimantuotto vaihtelee eri ni-

velkulmilla ja näin ollen isokineettinen dynamometri mahdollistaa maksimaalisen lihasvoiman tuottamisen koko liikeradan ajan. Toisaalta isokineettisessä dynamometrissä vastus ei koskaan ylitä lihaksen voimantuotokykyä. Sekä konsentrisen että eksentrisen lihastyötapa ovat mahdollisia nykyaikaisilla laitteilla. Isokineettistä dynamometriä voidaan käyttää lihasvoiman testaamiseen ja lihasvoimaharjoitteluun. (Kauranen 2014: 117, 235-237, 448; Fleck & Kraemer 2014: 37.)

Ensimmäisen isokineettisen laitteen Cybex I:n esittelivät Helen J. Hislop ja James Perrine vuonna 1967. Alun perin laitetta käytettiin juuri lihasvoimaharjoittelussa, sillä testaamiseen tarvittavaa palautteenantojärjestelmää ei ollut vielä olemassa. 1980-luvulla tietotekniikan kehitys mahdollisti tietokoneen yhdistämisen laitteeseen ja isokineettisestä dynamometristä tuli suosittu laite lihasvoiman testaukseen ja lihasvoimaharjoitteluun niin urheilulääketieteen kuin kuntoutuksenkin parissa. Sittenkin laitteiden tekniset ominaisuudet ovat kehittyneet ja markkinoille on saapunut isokineettisiä dynamometrejä useilta eri valmistajilta. (Wimpenny 2016a.)

Lihaskohtainen harjoittelua isokineettisellä dynamometrillä on pidetty turvallisena harjoittelu-
muotona, sillä muuttuvan vastuksen johdosta vammojen ja ylläpidon riski on vähäinen. Lisäksi vastus on mahdollista määrittää tarkasti ja yksilöllisesti, minkä on osaltaan katsottu tehostavan harjoittelun vaikutuksia. Toisaalta isokineettistä lihasvoimaharjoittelua on kritisoitu sen keinotekoisuudesta ja vaikutusten huonosta siirtyvyydestä luonnolliseen liikkumiseen. Laitteet ovat myös kalliita ja siten vain harvojen käytettävissä. (Kauranen 2014: 448; Potach & Grindstaff 2008: 531.)

3 Kirjallisuuskatsauksen tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Metropolia ammattikorkeakoulun Myllypuron kampuksen liikelaboratorioon on keväällä 2020 hankittu isokineettinen dynamometri CON-TREX MJ. Dynamometriä on toistaiseksi käytetty opetustoiminnassa lihasvoiman ja lihastasapainon mittaamisessa. Lisää tietoa dynamometrin käytöstä lihasvoimaharjoittelussa tarvitaan, jotta laitteen ominaisuuksia pystytään hyödyntämään mahdollisimman monipuolisesti ja tehokkaasti.

Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on tuottaa tietoa isokineettisen dynamometrin käytettävyydestä lihasvoimaharjoittelussa. Tavoitteena on selvittää, minkälaisilla

asiakasryhmillä isokinneettistä harjoittelua on tutkittu, minkälaisia harjoitusohjelmia tutkimuksissa on käytetty sekä minkälaisia vaikutuksia isokineettisellä harjoittelulla on ollut eri kohderyhmillä sovellettuna.

Kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymykset ovat:

- 1) Minkälaisilla asiakasryhmillä isokineettisellä dynamometrillä toteutettua harjoittelua on tutkittu?
- 2) Minkälaisia ovat isokineettisellä dynamometrillä toteutetut harjoitusohjelmat?
- 3) Minkälaisia tuloksia isokineettisellä dynamometrillä toteutetulla harjoittelulla on saatu?

4 Kirjallisuuskatsauksen toteutus

4.1 Aineiston kerääminen

Kirjallisuuskatsauksen aineisto on kerätty kahdesta keskeisestä lääke-, hoito- ja terveystieteiden tietokannasta, Cinahlista ja Pubmedistä. Haku suoritettiin aikavälillä 27.-29.4.2020. Hakusanoina käytettiin isokinetic AND exercise ja isokinetic AND training. Laitteeseen viittaavaa hakusanaa ei ollut tarpeen käyttää, sillä isokineettinen harjoittelu toteutetaan pääsääntöisesti dynamometrillä. Muut hakukriteerit olivat artikkelin englanninkielisyys sekä julkaisuajankohta vuosina 2015-2020. Lisäksi haku rajattiin koskemaan ainoastaan satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia luotettavan ja vertailukelpoisen tiedon saamiseksi. Hakutuloksia tuli yhteensä 341 Cinahlista ja 543 Pubmedistä. Hakusanat ja hakutulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Hakusanat ja hakutulokset tietokannoittain

Hakusanat	Cinahl	Pubmed
Isokinetic AND exercise	202	207
Isokinetic AND training	139	172
Yhteensä	341	543

Otsikon ja tiivistelmän perusteella tehdyn poissulkemisen sekä duplikaatioiden karsimisen jälkeen jäljelle jäi 22 tutkimusartikkelia, jotka etenivät sisällöntarkasteluun. Tässä vaiheessa poissuljettiin tutkimusartikkelit, joiden kokotekstiä ei ollut saatavilla. Lisäksi katsauksen ulkopuolelle jätettiin kaksi tutkimusta, joissa isokineettinen harjoittelu oli toteutettu muilla tavoin, kuin isokineettistä dynamometriä apuna käyttäen. Tarkat sisäänotto- ja poissulkukriteerit on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen tutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Englanninkielinen artikkeli	Muu kuin englanninkielinen artikkeli
Julkaistu 2015-2020	Julkaistu ennen vuotta 2015
Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	Muu kuin satunnaistettu kontrolloitu tutkimus
Isokineettistä dynamometriä käytetty lihasvoimaharjoittelussa	Isokineettistä dynamometriä ei ole käytetty lihasvoimaharjoittelussa
Koko artikkeli on saatavilla	Artikkelia ei ole saatavilla tai se on maksullinen

Lopulta kirjallisuuskatsaukseen valikoitui yhteensä 10 vuosina 2015-2020 julkaistua tutkimusartikkelia.

4.2 Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset

Hakuprosessin läpäisseet 10 tutkimusartikkelia ovat kaikki satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia, joissa tarkastelun kohteena on isokineettisellä dynamometrillä toteutetun lihasvoimaharjoittelun vaikutukset erilaisilla asiakasryhmillä. Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimusartikkelit on esitelty tarkemmin taulukossa 3.

Taulukko 3. Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset, joissa isokineettistä dynamometriä on käytetty lihasvoimaharjoittelussa. Taulukossa on esitetty tutkimuksen tekijät, julkaisuvuosi ja -maa, tutkimuksen tarkoitus, tutkimusmenetelmä ja otanta sekä tutkimuksen keskeiset tulokset.

Tekijät	Tutkimusartikkelin nimi	Tutkimuksen tarkoitus	Menetelmä ja otanta	Tutkimuksen tulokset
Cinone ym. 2019 Italia	Combined Effects of Isokinetic Training and Botulinum Toxin Type A on Spastic Equinus Foot in patients with Chronic Stroke: A Pilot, Single-blind Randomized Controlled Trial	Tutkia nilkan isokineettisen harjoittelun ja botuliinitoksiini tyyppi A:n yhteisvaikutusta spastisen equinuskontraktuurin hoidossa.	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus n=25, aikuisia, joilla aivoverenkiertohäiriön aiheuttama spastinen equinuskontraktuura	Isokineettinen harjoittelu yhdessä botuliinitoksiini tyyppi A:n kanssa johti suurempaan spastisuuden lieventymiseen ja kävelykyvyn paranemiseen verrattuna pelkästään botuliinitoksiini tyyppi A:lla toteutettuun hoitoon.
Coratella, Milanese & Schena 2015 Italia	Unilateral eccentric resistance training: A direct comparison between isokinetic and dynamic constant external resistance modalities	Verrata isokineettisen ja tasaisella vastuksella toteutetun unilateraalisen eksentrisen lihasvoimaharjoittelun vaikutuksia nelipäisen reisilihaksen voimaan, massaan ja rakenteeseen.	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus n=49, terveitä aikuisia liikuntatieteen opiskelijoita	Isokineettinen ja tasaisella vastuksella toteutettu unilateraalinen eksentrisen harjoittelu tuottivat samankaltaisia muutoksia nelipäisen reisilihaksen voimassa ja rakenteessa.
Coroian ym. 2017 Ranska	Upper Limb Isokinetic Strengthening Versus Passive Mobilization in patients With Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial	Tutkia isokineettisen harjoittelun hyötyjä verrattuna passiiviseen mobilisaatioon aivoverenkiertohäiriöstä toipuvien potilaiden yläraajan kuntoutuksessa.	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus n=20, miehiä, joilla aivoverenkiertohäiriön aiheuttama toispuolihalvaus	Isokineettisen harjoittelun ja passiivisen mobilisaation välillä ei havaittu merkittäviä eroja yläraajan kuntoutuksessa. Isokineettinen harjoittelu aiheutti voimakasta uupumusta ja saattoi siten olla kuntoutumisen kannalta haitallista.

Tekijät	Tutkimusartikkelin nimi	Tutkimuksen tarkoitus	Menetelmä ja otanta	Tutkimuksen tulokset
Ebid, El-Shamy & Amer 2016 Egypti / Saudi-Arabia	Effect of vitamin D supplementation and isokinetic training on muscle strength, explosive strength, lean body mass and gait in severely burned children: A randomized controlled trial	Tutkia D-vitamiinilisän ja isokineettisen harjoittelun vaikutuksia lihasvoimaan, nopeusvoimaan, kehon rasvattoman massan määrään ja kävelyn parametreihin vaikeita alaraajojen palovammoja saaneilla lapsilla.	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus n=48, 10-16-vuotiaita lapsia, joilla parantuneita vakavia palovammoja alaraajoissa	D-vitamiinilisä ja isokineettinen harjoittelu yhdessä tuottivat parempia tuloksia lihasvoimassa, nopeusvoimassa, kehon rasvattoman massan määrässä ja kävelyn parametreissa verrattuna tavanomaiseen hoitoon tai pelkkään D-vitamiinilisään.
Eid, Aly, Huneif & Ismail 2017 Egypti / Saudi-Arabia	Effect of isokinetic training on muscle strength and postural balance in children with Down's syndrome	Tutkia isokineettisen harjoittelun vaikutusta lihasvoimaan ja asennon hallintaan lapsilla, joilla on Downin syndrooma.	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus n=31, 9-12-vuotiaita lapsia, joilla Downin syndrooma	Isokineettinen lihasvoimaharjoittelu yhdistettynä tavanomaiseen fysioterapiaan paransi lihasvoimaa ja asennon hallintaa merkittävästi verrattuna pelkkään tavanomaiseen fysioterapiaan.
Ghroubi ym. 2016 Tunisia / Qatar	Contribution of isokinetic muscle strengthening in the rehabilitation of obese subjects	Tutkia isokineettisen lihasvoimaharjoittelun ja aerobisen harjoittelun vaikutuksia ylipainoisten kuntoutuksessa.	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus n=40, 20-60-vuotiaita aikuisia, joiden painoindeksi >30	Isokineettinen lihasvoimaharjoittelu ja aerobinen harjoittelu parantaa lihasvoimaa, lisää kehon rasvattoman massan määrää ja vähentää kehon rasvan määrää tehokkaammin, kuin pelkkä aerobinen harjoittelu.
Matta ym. 2015 Brasilia / USA / Australia	Selective hypertrophy of the quadriceps musculature after 14 weeks of isokinetic and conventional resistance training	Verrata isokineettisen ja tavanomaisen vastusharjoittelun vaikutuksia nelipäisen reisilihaksen selektiiviseen hypertrofiaan ja polven ekstensoreiden maksimaaliseen isokineettiseen voimantuottoon.	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus n=35, miehiä, joilla ei voimaharjoittelutausta	Sekä isokineettinen että tavanomainen harjoittelu johtivat suoran reisilihaksen suurempaan hypertrofiaan verrattuna muihin nelipäisen reisilihaksen lihaksiin. Harjoittelumenetelmien välillä ei havaittu eroa maksimaalisessa voimantuotossa.

Tekijät	Tutkimusartikkelin nimi	Tutkimuksen tarkoitus	Menetelmä ja otanta	Tutkimuksen tulokset
Ruas, Brown, Lima, Costa & Pinto 2016 Brasilia / USA / Kanada	Effect of Three Different Muscle Action Training Protocols on Knee Strength Ratios and Performance	Verrata kolmen erilaiseen lihastyömuotoon perustuvan harjoitteluohjelman vaikutuksia nelipäisen reisilihaksen ja hamstring-lihasten väliseen voimatasapainoon ja toiminnalliseen suoriutumiseen.	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus n=40, miehiä, joilla ei aktiivista lihasvoimaharjoittelua taustalla	Eksentrisen harjoittelu kehitti parhaiten nelipäisen reisilihaksen ja hamstring-lihasten toiminnallista suoriutumista. Konsentrisen harjoittelu osoittautui tehokkaimmaksi tavaksi parantaa lihasten nopeusvoimaa.
Santamato ym. 2016 Italia / UK	Is Extracorporeal Shockwave Therapy Combined with Isokinetic Exercise More Effective Than Extracorporeal Shockwave Therapy Alone for Subacromial Impingement Syndrome? A Randomized Clinical Trial	Tutkia Shockwave-paineaaltohoidon ja isokineettisen harjoittelun yhdistelmää subaakromiaalisen pinneoireyhtymän hoidossa verrattuna pelkkään Shockwave-paineaaltohoitoon.	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus n=30, aikuisia, joilla diagnosoitu subakromiaalinen pinneoireyhtymä	Shokwave-paineaaltohoidon ja isokineettisen harjoittelun yhdistelmä johti suurempaan kivun lieventymiseen, toiminnallisuuden palautumiseen ja lihaskesävyyden paranemiseen verrattuna pelkkään Shockwave-paineaaltohoitoon.
Vidmar ym. 2019 Brasilia	Isokinetic eccentric training is more effective than constant load eccentric training on the quadriceps rehabilitation following partial meniscectomy: A randomized clinical trial	Verrata vakioidulla vastuksella suoritettua eksentrisen harjoittelun ja isokineettisen eksentrisen harjoittelun vaikutuksia nelipäisen reisilihaksen lihassmassaan, voimaan ja toimintaan polven nivelkierukkarepeämän leikkauksesta toipuvilla urheilun harrastajilla.	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus n=32, miehiä, joilla polven nivelkierukkarepeämä on hoidettu leikkauksella	Isokineettinen eksentrisen harjoittelu johti suurempaan nelipäisen reisilihaksen lihasmassan ja lihasvoiman kasvuun sekä lihaksen toiminnallisuuden lisääntymiseen verrattuna vakioidulla vastuksella suoritettuun eksentriseen harjoitteluun.

5 Tulokset

5.1 Tutkimusten kohderyhmät

Kirjallisuuskatsaukseen valikoitujen tutkimusten kohdejoukot edustivat seuraavia potilasryhmiä: Aivoverenkiertohäiriöön sairastuneita käsitteli kaksi (2) tutkimusta (Cinone ym. 2019; Coroian ym. 2018), vakavia palovammoja saaneita yksi (1) tutkimus (Ebid ym. 2017), Downin syndrooman omaavia yksi (1) tutkimus (Eid ym. 2017), ylipainoisia yksi (1) tutkimus (Ghroubi ym. 2016), subakromiaalisesta pinneoireyhtymästä kärsiviä yksi (1) tutkimus (Santamato ym. 2016) ja polven nivelkierukan leikkauksesta toipuvia kuntoutujia yksi (1) tutkimus (Vidmar ym. 2019). Näissä tutkimuksissa kohderyhmät tekivät harjoittelua isokineettisellä dynamometrillä osana lääkinnällistä hoitoa tai kuntoutusta. Lisäksi terveiksi katsottuja henkilöitä käsitteli yhteensä kolme (3) tutkimusta (Coratella ym. 2015; Matta ym. 2015; Ruas ym. 2018). Näissä tutkimuksissa tarkasteltiin isokineettisellä dynamometrillä toteutetun harjoittelun vaikutuksia terveyttä tai fyysistä suorituskyykyä edistäviin tekijöihin, erityisesti lihasvoiman ja lihasmassan kasvuun.

Kohderyhmät koostuivat yhdeksässä (9) tutkimuksessa aikuisista (Cinone ym. 2019; Coratella ym. 2015; Coroian ym. 2018; Ghroubi ym. 2016; Matta ym. 2015; Ruas ym. 2018; Santamato ym. 2016; Vidmar ym. 2019) ja kahdessa (2) tutkimuksessa lapsista (Ebid ym. 2017; Eid 2017). Kuudessa (6) tutkimuksessa kohderyhmä muodostui sekä miehistä että naisista (Cinone ym. 2019; Coroian ym. 2018; Ebid ym. 2017; Eid ym. 2017; Ghroubi ym. 2016; Santamato ym. 2016), neljässä (4) tutkimuksessa ainoastaan miehistä (Coratella ym. 2015; Matta ym. 2015; Ruas ym. 2018; Vidmar ym. 2019). Yhdessäkään tutkimuksessa sukupuoli ei esiintynyt kysymyksenasettelussa eikä sukupuolta määritelty merkitseväksi tekijäksi tutkimustulosten yleistettävyyden näkökulmasta.

Yhtä lukuun ottamatta kaikissa tutkimuksissa, joissa isokineettinen harjoittelu oli osa tutkittavien lääkinnällistä hoitoa tai kuntoutusta, harjoittelu toteutettiin samanaikaisesti jonkin toisen hoitomuodon kanssa. Tällaisia hoito- ja kuntoutusmuotoja olivat botuliinitoksiini tyyppi A-injektiot aivoverenkiertohäiriön aiheuttaman equinuskontraktuuran hoidossa (Cinone ym. 2019), fysioterapia ja toimintaterapia aivoverenkiertohäiriön aiheuttaman yläraajahalvauksen kuntoutuksessa (Coroian ym. 2018), D-vitamiinilisä vaikeiden palovammojen hoidossa (Ebid ym. 2017), fysioterapia Down-lasten kuntoutuksessa (Eid ym. 2017), aerobinen harjoittelu ylipainoisten liikunnallisessa kuntoutuksessa (Ghroubi ym. 2016) ja Shockwave-paineaaltohoito subakromiaalisen pinneoireyhtymän hoidossa

(Santamato ym. 2016). Tutkimuksessa, jossa tarkasteltiin isokineettisen harjoittelun vaikutuksia polven kierukkavaurion leikkaushoidon jälkeen, tutkittavat olivat saaneet tavanomaista fysioterapiaa ennen tutkimuksen alkamista (Vidmar ym. 2019). Terveillä tutkitavilla tehdyissä tutkimuksissa lihasvoimaharjoittelu oli ainoa interventiomuoto.

5.2 Harjoitusohjelmat

Kaikissa kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa harjoittelu oli toteutettu isokineettiseen testaukseen ja harjoitteluun suunnitelluilla dynamometreillä. Laitteita oli kolmelta alan johtavalta valmistajalta; viidessä (5) tutkimuksessa käytössä oli Humac Norm (Cinone ym. 2019; Coratella ym. 2015; Ghroubi ym. 2016; Matta ym. 2015; Santamato ym. 2016), neljässä (4) tutkimuksessa Biodex (Ebid ym. 2017; Eid ym. 2017; Ruas ym. 2018; Vidmar ym. 2019) ja yhdessä (1) tutkimuksessa CON-TREX (Coroian ym. 2018). Kaikkien valmistajien laitteet noudattavat sama toimintaperiaatetta (Wimpenny 2016b).

Kuudessa (6) tutkimuksessa harjoittelun kohteena oli polven fleksio ja/tai ekstensio (Coratella ym. 2015; Ebid ym. 2017; Eid ym. 2017; Matta ym. 2015; Ruas ym. 2018; Vidmar ym. 2019). Yhdessä (1) tutkimuksessa harjoitteluliikkeinä olivat sekä polven että vartalon fleksio ja ekstensio (Ghroubi ym. 2016). Lisäksi yhdessä (1) tutkimuksena harjoitettiin nilkan dorsifleksiota (Cinone ym. 2019), yhdessä (1) kyynär- ja rannenivelen fleksiota ja ekstensiota (Coroian ym. 2018) ja yhdessä olkanivelen sisä- ja ulkorotaatiota (Santamato ym. 2016). Harjoittelu toteutettiin konsentrisena lihastyönä viidessä (5) tutkimuksessa (Cinone ym. 2019; Coroian ym. 2018; Ebid ym. 2017; Eid ym. 2017; Ghroubi ym. 2016), eksentrisenä lihastyönä kahdessa (2) tutkimuksessa (Coratella ym. 2015; Vidmar ym. 2019) ja näiden yhdistelmänä kahdessa (2) tutkimuksessa (Matta ym. 2015; Santamato ym. 2016). Lisäksi yhdessä (1) tutkimuksessa verrattiin konsentrisen ja eksentrisen lihastyömuodon vaikutuksia toisiinsa (Ruas ym. 2018).

Interventioiden kestot vaihtelivat kolmesta viikosta kolmeen ja puoleen kuukauteen. Tyyppillinen harjoituskertojen määrä viikossa oli kaksi tai kolme, ainoastaan yhdessä tutkimuksessa harjoittelua toteutettiin viidesti viikossa. Toistomäärät ja harjoitteluteho noudattelivat pääsääntöisesti lihasvoimaharjoittelun periaatteita; liikkeitä tehtiin maksimivoimalla 1-6 settiä, joista jokaisessa oli 8-10 toistoa. Kahdessa tutkimuksessa toistomäärät olivat huomattavasti suuremmat ja vastaavasti harjoittelun teho oli selkeästi matalampi.

Harjoitteluohjelmat on esitetty pääpiirtessään taulukossa 4.

Taulukko 4. Tutkimuksissa toteutetut harjoitusohjelmat

	Kesto (vko)	Kerrat/vko	Liikkeet	Lihastyömuoto	Kulmanopeus	Toistot	Teho
Cinone ym. 2019	4	5	Nilkan dorsifleksio	Konsentrinen	45-60-30-45-60-90-45°/s	7 x 10-30 toistoa eri kulmanopeuksilla	-
Coratella ym. 2015	6	2	Polven ekstensio	Eksentrinen	60°/s	5 x 8	Max.
Coroian ym. 2018	6	3	Kyynärnivelen ja ylemmän rannenivelen fleksio ja ekstensio	Konsentrinen	15-45°/s	6 x 8	40-70%
Ebid ym. 2017	12	3	Polven ekstensio	Konsentrinen	150°/s	Kerrat 1-5: 1-5 x 10 Kerrat 6-24: 6 x 10 Kerrat 25-36: 10 x 10	50%
Eid ym. 2017	12	3	Polven fleksio ja ekstensio	Konsentrinen	90° / s 120° / s	3 x 10 (90°/s) 3 x 10 (120°/s)	Max.
Ghroubi ym. 2016	8	3	Polven fleksio ja ekstensio Vartalon fleksio ja ekstensio	Konsentrinen	60-120-180°/s (polvi) 60-90-120°/s (vartalo)	5 min / alaraaja 5 min / vartalo	70%
Matta ym. 2015	14	2	Polven ekstensio	Konsentrinen ja eksentrinen	60°/s	3 x 10	Max.
Ruas ym. 2016	6	2	Polven fleksio ja ekstensio	Konsentrinen ja eksentrinen	Konsentrinen: 210°/s, joka viikko vähennys 30°/s Eksentrinen: 60°/s, joka viikko lisäys 30°/s	10, joka viikko yksi setti lisää	Max.
Santamato ym. 2016	3	3	Olganivelen sisä- ja ulkorotaatio	Konsentrinen ja eksentrinen	Viikot 1-2: Konsentrinen 240°/s, eksentrinen 180°/s Viikko 3: Konsentrinen 120°/s, eksentrinen 90°/s	Viikko 1: 3 x 10 Viikko 2: 4 x 10 Viikko 3: 4 x 10 + isometrinen ulkorotaatio	Max.
Vidmar ym. 2019	6	2	Polven ekstensio	Eksentrinen	60°/s	Viikot 1-3: 3 x 10 Viikot 4-6: 4 x 10	Max.

Suurimmassa osassa tutkimuksista harjoitusohjelma alkoi alkuverryttelyllä. Viidessä (5) tutkimuksessa lämmittelyyn käytettiin isokineettistä dynamometriä siten, että toistoja suoritettiin varsinaisia treenisarjoja pienemmällä teholla (Coroian ym. 2018; Eid ym. 2017; Matta ym. 2015; Ruas ym. 2016; Vidmar ym. 2019). Kolmessa tutkimuksessa lämmittely sen sijaan koostui kehonpainoharjoitteista, venyttelyistä ja aerobisesta harjoittelusta (Coratella ym. 2015; Ebid ym. 2017; Ghroubi ym. 2016). Suurimmassa osassa tutkimuksista harjoitusohjelma ei sisältänyt loppuverryttelyä; ainoastaan kahdessa (2) tutkimuksessa harjoittelun päätteeksi suoritettiin kevyitä alaraajojen venytyksiä (Cinone ym. 2019; Ghroubi ym. 2016).

5.3 Isokineettisen harjoittelun vaikutukset

Kaikissa kirjallisuuskatsaukseen valikoituneissa tutkimuksissa lihasvoimaharjoittelun vaikutuksia mitattiin samalla isokineettisellä dynamometrillä, jolla myös harjoittelu toteutettiin. Muita arviointiin käytettyjä menetelmiä olivat erilaiset toiminnalliset testit, antropomorfiset mittaukset, kehon koostumuksen mittaukset, spesifiset toimintakykytestit, sydämen ja verenkiertoelimistön tutkimukset, isometrisen voimantuoton mittaus, magneettikuvaus, ultraäänitutkimus ja kävelyn analysointi. Kaikissa tutkimuksissa käytettiin isokineettisen maksimallisen lihasvoimamittauksen lisäksi yhtä tai useampaa muuta arviointimenetelmää.

Kaikissa tutkimuksissa isokineettisen harjoittelun todettiin parantavan harjoitetun lihasryhmän maksimaalista voimantuottoa. Tutkimuksissa, joissa isokineettinen harjoittelu yhdistettiin toiseen hoitomuotoon, kuten botuliinitoksiiniin spastisuuden hoidossa (Cinone ym. 2019), D-vitamiinilisään palovammoja saaneiden kuntoutuksessa (Ebid ym. 2017), tavanomaiseen fysioterapiaan Down-lasten kuntoutuksessa (Eid ym. 2017), aerobiseen harjoitteluun lihavuuden hoidossa (Ghroubi ym. 2016) ja Shockwave-paineaaltohoitoon subakromiaalisen pinneoireyhtymän hoidossa (Santamato ym. 2016) isokineettisen harjoittelun todettiin tehostavan merkittävästi tavoiteltuja vaikutuksia kontrolliryhmään verrattuna. Kahdessa tutkimuksessa, joissa verrattiin isokineettisen harjoittelun ja tavanomaisen vastusharjoittelun vaikutuksia toisiinsa terveillä tutkittavilla, ei ryhmien kesken havaittu merkittäviä eroja maksimivoiman ja lihasmassan kasvussa. (Coratella ym. 2015; Matta ym. 2015). Sen sijaan polven nivelkierukkaleikkauksen kuntoutuksessa isokineettisen harjoittelun todettiin tuottavan parempia tuloksia lihasvoiman ja lihasmassan kasvun suhteen, kuin tavanomaisen vastusharjoittelun (Vidmar ym. 2019). Tutki-

muksessa, jossa verrattiin toisiinsa isokineettisellä dynamometrillä toteutetun konsentrisen ja eksentrisen harjoittelun vaikutuksia, todettiin eksentrisen lihastyömuodon tuottavan parempia harjoitustuloksia lihastasapainossa, maksimaalisessa eksentrisessä voimantuotossa, isometrisessä voimantuotossa ja toiminnallisuudessa (Ruas ym. 2018).

Maksimaalisen voimantuottokyvyn paranemisen ja lihassmassan kasvun lisäksi muita isokineettisen harjoittelun vaikutuksia olivat spastisuuden väheneminen, kivun lieventyminen, toiminnallisuuden paraneminen, kävelykyvyn paraneminen, asentokontrollin kehittyminen sekä muutokset kehon koostumuksessa. Ainoastaan yhdessä tutkimuksessa isokineettisellä harjoittelulla todettiin mahdollisesti olleen haitallisia vaikutuksia tutkittavien kuntoutumiselle; aivoverenkiertohäiriöstä toipuvilla potilailla yläraajan isokineettinen voimaharjoittelu aiheutti merkittävää uupumusta, eikä harjoittelu tutkimuksen mukaan tuottanut passiivista mobilisaatiota parempia hoitotuloksia (Coroian ym. 2018).

6 Pohdinta

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on ollut selvittää, millä tavoin isokineettistä dynamometriä on käytetty lihasvoimaharjoittelussa. Tiedonhakuprosessissa katsaukseen valikoitui 10 tutkimusta viimeisen viiden vuoden ajalta. Tutkimukset ovat kaikki satunnaisesti ja kontrolloituja tutkimuksia, joissa on selvitetty isokineettisen harjoittelun vaikutuksia sekä erilaisten potilasryhmien kuntoutuksessa että terveillä ihmisillä. Kirjallisuuskatsauksessa on pyritty vastaamaan kysymyksiin, minkälaisilla asiakasryhmillä isokineettistä harjoittelua on tutkittu, minkälaisia harjoitusohjelmia tutkimuksissa on käytetty sekä minkälaisia tuloksia harjoittelu on tuottanut.

Tutkimusten kohderyhmät koostuivat hyvin erilaisista potilasryhmistä sekä myös terveistä henkilöistä. Kuntoutusmenetelmänä isokineettistä harjoittelua oli käytetty neurologisessa kuntoutuksessa, tuki- ja liikuntaelinsairauksen hoidossa, palovammapotilaiden kuntoutuksessa, Down-lasten kuntoutuksessa sekä ylipainon hoidossa. Isokineettisen harjoittelun katsotaan soveltuvan hyvin kuntouttavaksi lihasvoimaharjoitteluksi, sillä vakioidun kulmanopeuden ja liikeradan sekä muuttuvan vastuksen johdosta vammojen ja liiallisen voimankäytön riski on vähäinen (Jee 2015: 65-66). Kolmessa tutkimuksessa isokineettisen lihasvoimaharjoittelun turvallisuus olikin mainittu yhtenä syynä kuntoutusmenetelmän valintaan (Ebid ym. 2017; Eid ym. 2017; Vidmar ym. 2019). Yksi tutkimus kuitenkin asetti isokineettisen harjoittelun turvallisuuden osittain kyseenalaiseksi; aivo-

verenkiertohäiriöstä toipuvilla parettisen yläraajan isokineettinen harjoittelu aiheutti voimakasta uupumista, mikä on saattanut heikentää heidän suoriutumiskykyään muissa kuntouttavissa toimissa (Coroian ym. 2018). Kuitenkin kyseistä tutkimusta lukuun ottamatta kaikissa kirjallisuuskatsaukseen valikoituneissa tutkimuksissa isokineettisellä dynamometrillä toteutetun lihasvoimaharjoittelun havaittiin tuottavan yksinomaan hyödyllisiä vaikutuksia ja näin ollen menetelmän voidaan arvioida soveltuvan hyvin suurimmalle osalle kuntoutujista ja kuntoilijoista.

Suurimmassa osassa tutkimuksista harjoittelun kohteena olivat alaraajojen lihakset, erityisesti polven fleksorit ja ekstensorit. Katsaukseen kuitenkin sisältyi myös yläraajojen ja vartalon lihasten harjoittamista käsitteleviä tutkimuksia, joissa tulokset yhtä tutkimusta lukuun ottamatta olivat saman suuntaisia alaraajojen harjoittamista tarkastelevien tutkimusten kanssa. Tutkimusten perusteella voidaankin arvella isokineettisen dynamometrin soveltuvan hyvin koko vartalon lihasvoimaharjoitteluun. Harjoitteluohjelmissa noudatettiin pääsääntöisesti lihasvoimaharjoittelun peruseriaatteita niin harjoittelukertojen kuin toistomäärienkin suhteen. Lähes kaikissa myös tehtiin kevyt alkuverryttely ennen varsinaisen harjoitusohjelman suorittamista. Sekä konsentrisella että eksentrisellä lihas työmuodolla saatiin hyviä tuloksia, joskin eksentrisessä työskentelyssä vaikuttaisi olevan joitakin hyötyjä konsentriseen verrattuna. Kulmanopeuksien suhteen ei ollut löydettävissä yhteneväistä linjaa; kirjallisuuskatsaukseen valikoitujen tutkimusten perusteella ei voida sanoa, mikä kulmanopeus soveltuu parhaiten mihinkin tarkoitukseen.

Kaikissa tutkimuksissa isokineettisellä dynamometrillä toteutetun lihasvoimaharjoittelun todettiin parantavan maksimaalista voimantuottoa ja lisäävän lihasmassan määrää. Isokineettisen harjoittelun havaittiin tehostavan muiden samanaikaisten hoitomuotojen vaikutuksia ja edistävän fyysistä toimintakykyä ja terveydelle edullista kehon koostumusta. Kuten monissa tutkimuksissa todetaan, isokineettistä harjoittelua voidaan kuitenkin tehdä vain kalliiden laitteiden avulla ja siten harjoittelumuoto on vain harvojen saatavilla. Perinteisillä kuntosalilaitteilla, vapailla painoilla tai kehonpainoa apuna käyttäen lihasvoimaharjoittelu sen sijaan on huomattavasti edullisempaa ja helpommin toteutettavissa. Tutkimuksissa, joissa verrattiin isokineettistä harjoittelua ja tavanomaista vastusharjoittelua toisiinsa, ei havaittu suuria eroja eri menetelmien tuottamissa vaikutuksissa. Näin ollen puhtaasti tehokkuuden perusteella ei ole painavaa syytä suosittaa isokineettistä harjoittelua tavanomaiseen vastusharjoitteluun nähden ylivertaisena harjoittelumuotona. Kuten edellä on todettu, isokineettinen harjoittelu voi kuitenkin turvallisuutensa takia olla paras vastusharjoittelumuoto joidenkin potilasryhmien kuntoutuksessa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että lihasvoimaharjoittelu isokineettisellä dynamometrillä on turvallinen ja vaikuttava hoito- ja kuntoutusmenetelmä monille erilaisille potilasryhmille. Isokineettinen harjoittelu on myös toimiva vastusharjoittelumenetelmä lihasvoiman ja lihasmassan kasvattamista tavoitteleville kuntoilijoille. Tehokas harjoitusohjelma voidaan laatia lihasvoimaharjoittelun peruseriaatteita noudattaen. Toivottuja tuloksia voidaan saavuttaa sekä konsentrisella että eksentrisellä lihastyötavalla ja monilla eri kulmanopeuksilla. Vastaavia vaikutuksia voidaan kuitenkin saavuttaa myös perinteisellä, vakiona pysyvän vastuksen avulla toteutetulla lihasvoimaharjoittelulla, jota voidaankin pitää hyvänä vaihtoehtona, mikäli isokineettistä dynamometriä ei ole käytettävissä.

Lähteet

Bohannon, Richard W. 2019: Considerations and Practical Options for Measuring Muscle Strength: A Narrative Review. *Hindawi BioMed Research International*. 1-11. Saatavana osoitteessa: <<http://downloads.hindawi.com/journals/bmri/2019/8194537.pdf>>. Luettu 12.5.2020.

Cinone, Nicoletta, Letizia, Sara, Santoro, Luigi, Facciorusso, Salvatore, Armiento, Raffaella, Picelli, Alessandro, Ranieri, Maurizio & Santamato, Andrea 2019. Combined Effects of Isokinetic Training and Botulinum Toxin Type A on Spastic Equinus Foot in Patients with Chronic Stroke: A Pilot, Single-blind Randomized Controlled Trial. *Toxins* 11 (4). 210.

Coratella, Giuseppe, Milanese, Chiara & Schena, Federico 2015. Unilateral eccentric resistance training: A direct comparison between isokinetic and dynamic constant external resistance modalities. *European Journal of Sport Science* 15 (8). 720-726.

Coroian, Flavia, Jourdan, Claire, Bakhti, Karima, Palayer, Claire, Jaussent, Audrey, Picot, Marie-Christine, Mottet, Denis, Julia, Marc, Bonnin Huey-Yune & Laffont, Isabelle 2018. Upper Limb Isokinetic Strenghtening Versus Passive Mobilization in Patients with Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 99 (2). 321-328.

Dvir, Zeevi 2000: Isokinetic Muscle testing: Reflections on future Venues. *Hong Kong Physiotherapy Journal* 18 (2). 41-46.

Ebid, Anwar Abdelgayed, El-Shamy, Shamekh Mohamed & Amer, Maysa Abbas 2017: Effect of vitamin D supplementation and isokinetic training on muscle strenght, explosive strenght, lean body mass and gait in severely burned children: A randomized controlled trial. *Burns* 43 (2). 357-365.

Eid, Mohamed A., Aly, Sobhy M., Huneif, Mohamed A. & Ismail, Dina K. 2017. Effect of isokinetic training on muscle strength and postural balance in children with Down's syndrome. *International Journal of Rehabilitation Research*. 40 (2). 127-133.

Fleck, Steven J. & Kraemer, William J. 2014. *Designing Resistance Training Programs*. Champaign: Human Kinetics.

Ghroubi, Sameh, Kossemtini, Wassia, Mahersi, Sawssan, Elleuch, Wafa, Chaabebe, Mokhtar & Elleuch, Mahamed Habib 2016. Contribution of isokinetic muscle strengthening in the rehabilitation of obese subjects. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 59 (2). 87-93.

Harman, Everett 2008. *Biomechanics of resistance exercise*. Teoksessa Baechle, Thomas R. & Earle, Roger W. (toim.). *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign: Human Kinetics. 65-91.

Hulmi, Juha 2016. *Lihastohtori*. Lahti: Fitra.

Jee, Yong-Seok 2015: Usefulness of measuring isokinetic torque and balance ability for exercise rehabilitation. *Journal of Exercise Rehabilitation* 11 (2). 65-66.

Kauranen, Kari 2014. *Lihaskäyttö – rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu*. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Matta, Thiago Torres, Nascimento, Francisco Xavier, Trajano, Gabriel S., Sima, Roberto, Willardson, Jeffrey Michael & Oliveira, Liliam Fernandes 2015. Selective hypertrophy of the quadriceps musculature after 14 weeks of isokinetic and conventional resistance training. *Clinical Physiology and Functional Imaging* 37 (2). 137-142.

Männenä, Jukka (toim.) 2019. *Voimaharjoittelu – Teoriasta parhaisiin käytäntöihin*. Lahti: VK-Kustannus Oy.

Potach, David H. & Grindstaff, Terry L. 2008. *Rehabilitation and Reconditioning*. Teoksessa Baechle, Thomas R. & Earle, Roger W. (toim.). *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign: Human Kinetics. 523-539.

Ruas, Cassio V., Brown, Lee E., Lima, Camila D., Costa, Pablo B. & Pinto, Ronei S. 2018. Effect of Three Different Muscle Action Training Protocols on Knee Strength Ratios and Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 32 (8). 2154-2165.

Santamato, Andrea, Panza, Francesco, Notarnicola, Angela, Cassatella, Gennaro, Fortunato, Francesca, DeSanctis, Julia Laura, Valeno, Giovanni, Kehoe, Patrick G., Seripa, Davide, Logroscino, Giancarlo, Fiore, Pietro & Ranieri, Maurizio 2016. Is Extracorporeal Shockwave Therapy Combined with Isokinetic Exercise More Effective Than Extracorporeal Shockwave Therapy Alone for Subacromial Impingement Syndrome? A Randomized Controlled Trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 46 (9). 714-725.

Terveystieteiden tutkimuskeskus 2020: Liikuntasuosituksien saatavuus. Saatavana osoitteessa: <<https://thl.fi/fi/web/elintavat-ja-ravitsemus/liikunta/liikuntasuosituksien-saatavuus>>. Luettu 12.5.2020.

Vidmar, Marlon Francys, Baroni, Bruno Manfredini, Michelin, Alexandre Fróes, Mezzomo, Márcio, Lugokenski, Ricardo, Pimentel, Gilnei Lopes & Silva, Marcelo Faria 2019. Isokinetic eccentric training is more effective than constant load training on the quadriceps rehabilitation following partial meniscectomy: A randomized clinical trial. *Physical Therapy in Sport* 39. 120-125.

Wimpenny, Paul 2016a. History of isokinetic(s). Saatavana osoitteessa: <<https://isokinetics.net/index.php/2016-04-05-17-04-58/history-of-isokinetic-s>>. Luettu 13.5.2020.

Wimpenny, Paul 2016b. Isokinetics explained. Theory: Machines. Saatavana osoitteessa: <<https://isokinetics.net/index.php/2016-04-05-17-04-58/machines>>. Luettu 4.5.2020.