



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Satu Järvinen
Katariina Virta

Isokineettisen dynamometrin hyödyntäminen jalkaterapiassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Jalkaterapia

Opinnäytetyö

12.11.2020

Tekijä(t) Otsikko	Satu Järvinen Katariina Virta Isokineettisen dynamometrin hyödyntäminen jalkaterapiassa
Sivumäärä Aika	23 sivua 12.11.2020
Tutkinto	Jalkaterapeutti
Tutkinto-ohjelma	Jalkaterapia
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Anu Valtonen Jalkaterapian Lehtori Pekka Anttila Jalkaterapian Lehtori Matti Kantola
<p>Lihassoimia mitataan jalkaterapiassa manuaalisesti, jolla pyritään arvioimaan lihaksen aktiivisuutta, toimintaa sekä lihastasapainoa ja tämän perusteella teetetään asiakkaalle toiminnallinen harjoitusohjelma. Lihassoima testien tulokset eivät kuitenkaan korreloi keskenään, vaan tuloksiin vaikuttavat helposti positiivisesti tai negatiivisesti esimerkiksi terapeutin kokemus, tutkijan asettama vastus testauksessa vaihtelee tutkijasta riippuen sekä testin yhtäläinen toistettavuus.</p> <p>Isokineettinen dynamometri on laite, jolla voi tutkia lihassoimien maksimivoiman tuottoa avoimessa isokineettisessä ketjussa. Laite on luotettava, koska sillä pystytään luomaan täysin samat olosuhteet mittaamista varten. Ainoat tekijät testitulosten vaihteluun on tutkijan osaaminen operoida laitetta tai tutkittavan ymmärrys testin kulusta.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää systemoidun kirjallisuuskatsauksen keinoin, miten isokineettistä lihassoimamittaria on hyödynnetty alaraajojen lihassoimien mittauksessa. Tavoitteena on lisätä tietoa isokineettisen dynamometrin käytettävyyttä alaraajojen tutkimisessa jalkaterapiassa.</p> <p>Haun jälkeiseen tarkempaan tarkasteluun valittiin tutkimukset, joissa tutkittiin joko polveen tai nilkkaan liittyviä mittauksia. Tutkimuksista tarkasteltiin, vain mitä ja miten dynamometriä on käytetty ottamatta kantaa itse tutkimuksien tuloksiin. Useimmissa tutkimuksissa dynamometriä käytettiin luotettavana mittarina lihassoimien, kuntoutumisen, palautumisen tai jäykkyyden määrittämiseen.</p> <p>Kaikissa löytämässämme tutkimuksissa korostui isokineettisen dynamometrin mittausten toistettavuus, luotettavuus ja avustaja lihasten lihastyön minimointi.</p> <p>Näiden tulosten pohjalta pyrittiin pohtia keinoja hyödyntää isokineettistä lihassoiman mittaria jalkaterapian opinnoissa ja näin pohjustaa työtä seuraavalle opinnäytetyölle, jossa esimerkiksi teetetäisiin laitteen käyttöohjeita opiskelijoille.</p>	
Avainsanat	Isokineettinen, dynamometri, jalkaterapia, lihassoima, toiminnallinen harjoittelu, kuntoutus

Author(s) Title	Satu Järvinen Katariina Virta Utilizing Isokinetic Dynamometer into Podiatry
Number of Pages Date	23 pages 12.11.2020
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Podiatry
Instructor(s)	Anu Valtonen, Principal Lecturer Pekka Anttila, Senior Lecturer Matti Kantola, Senior Lecturer
<p>Muscle strengths in podiatry are measured manually to determine muscle activity, function, and muscle balance. Based on this information, a podiatrist can create an individual functional training program. The results of the muscle strength tests may vary due to a range of factors, such as the podiatrist's experience, the podiatrist's muscle strength compared to the client and the repeatability of measurements.</p> <p>The isokinetic dynamometer is a machine to measure the maximal muscle strength in an open kinetic chain. The machine is stated to be reliable for its ability to create a similar environment repeatedly for the test, and minimize any outside factor to affect the measurement. The only factors affecting test results are the researcher's ability to use the device and the clients understanding how the test is taken.</p> <p>The purpose of our thesis was to find out with the systematic literature review, how the Isokinetic dynamometer has been utilized in the measurements of the lower limb muscle forces. The aim of this thesis is to increase knowledge about the usability of an isokinetic dynamometer in podiatry.</p> <p>Studies examining either knee or ankle-related measurements were selected for a more detailed examination after a systematic search. The focus was aimed only at how the dynamometer has been used in the studies, without commenting on the results of the studies themselves. In most studies, the dynamometer was used as a reliable measuring instrument of the progression of muscle strength, rehabilitation, recovery, or stiffness.</p> <p>In all of the studies we found, was emphasized the reproducibility, reliability, and assistant muscle minimization in isokinetic dynamometer measurements.</p> <p>Based these findings, an attempt was made to consider ways to utilize isokinetic dynamometer in podiatry studies and thus pave the way for the next thesis, which could provide instructions for the students how to use the device by themself.</p>	
Keywords	Isokinetic, dynamometer, podiatry, functional training, rehabilitation, muscle strength

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lihaskudokset	2
2.1	Lihaskudos	2
2.2	Lihastyötavat	3
2.2.1	Lihastyön eri vaiheet	3
2.2.2	Lihaksen hermotus	3
2.2.3	Lihaksen supistuminen	4
2.3	Lihaskudosten mittaus jalkaterapiassa	4
3	Isokineettinen dynamometri	7
3.1	Isokineettinen lihasvoimamittauslaite	7
3.2	Dynaaminen mittaus	10
3.3	Isokineettisen mittaus Newtonmetreinä	11
3.4	Kineettinen ketju	11
4	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	11
5	Systemoitu kirjallisuuskatsaus	12
5.1	Kirjallisuuskatsaus	12
5.2	Systemoitu kirjallisuuskatsaus	12
5.3	Tiedonhaku	13
6	Tutkimusten tulokset	14
6.1	Tutkimusten yhteneväiset tulokset	17
7	Pohdinta	18
	Lähteet	22

1 Johdanto

Idea opinnäytetyömme aiheeksi valikoitui koulun uusi isokineettinen dynamometri. Valintaan juuri isokineettistä dynamometristä tuli omasta kiinnostuksesta uutta laitteistoa kohtaan, jollaista koulullamme ei ennen ole ollut. Olemme molemmat työskennelleet valinnaisissa aineissa liikelaboratoriossa ja liikelaboratorion laitteistojen hyödyntäminen jalkaterapian puolella on aiemmin ollut hyvin minimaalista. Oma kiinnostuksemme kuntoutusta ja toiminnallista harjoittelua kohtaan tulee mm. omien harrastuksiemme kautta sekä siitä, että haluaisimme jalkaterapian opintoihin sisällyttää enemmän myös näitä laitteistoilla hyödynnettäviä kuntoutusmuotoja.

Tällä hetkellä jalkaterapiassa hyödynnetään manuaalista lihasvoimamittausta, jossa jalkaterapeutti arvioi asiakkaan lihasvoimia omaan tuntemukseensa perustuen. Tämän kaltaisen mittaus johtaa usein vaihtelevaan lopputulokseen, sillä mittaukseen vaikuttaa moni eri tekijä, kuten ympäristö, ajankohta, mittaajan oma ammattitaito ja tuntemus kyseisenä ajankohtana. Mittausvirheitä saadaan aikaan myös, kun mittaaja vaihtuu kesken kuntoutusprosessin, jolloin mittaajien väliset erot saattavat vaihdella paljonkin. Manuaalinen mittaus perustuu mittaajan omaan arvioon.

Isokineettisellä laitteella halutaan päästä mahdollisimman lähelle samoja mittaasetuksia, kuin aiemmalla kerralla. Tämä tuo luotettavuutta testituloksiin ja näin ollen päästään kuntoutumisessa tarkemmin kiinni edistykseen. Isokineettisellä dynamometrillä asetustietoja voidaan hyödyntää seuraavilla mittauskerroilla tarkasti ja koneellistetun työn avulla voimantuottoa saadaan mitattua manuaalista mittausta tarkemmin.

Jalkaterapian lihasvoimamittausta hyödynnetään mm. Harjoitusohjelmien laatimisessa. Mittauksella arvioidaan lihaksen toimintakyky, jota harjoitusohjelmassa on tarkoitus lähteä esim. kuntouttamaan. Säännöllisen harjoittelun jälkeen arvioidaan uudelleen lihasten toimintakyky, jolloin täyttä varmuutta manuaalisella mittauksella ei välttämättä pystytä niin helposti erottamaan kuin isokineettisellä dynamometrillä.

2 Lihasvoimat

Lihasvoima voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: maksimivoima, nopeusvoima sekä kesto-voima, joilla tarkoitetaan maksimaalista voimaa tai vääntöä staattisen tai dynaamisen lihasjännityksen aikana, jonka lihaskudos pystyy tuottamaan. Päivittäisessä liikkumisessa lihasvoimia voi olla vaikea erottaa, mutta tietyissä urheilulajeissa yhden voiman käyttö korostuu ja harjoittelu keskittyy pääosin tämän lihasvoiman kehittämiseen. (Kauranen - Nurkka, 2010: 144–145.)

Maksimivoimaa voidaan mitata yksittäisen lihaksen tai lihasryhmän suurinta voimantuottoa yhden maksimaalisen tahdonalaisen supistuksen eli yhden maksimi toiston aikana. Tähän kuluu lihakselta aikaan n. 1,5–2 sekuntia, joten näin korkean tason suorituksen ovat lyhyitä max. 5 s., esimerkiksi painonnostossa. (Kauranen - Nurkka 2010: 144-145.)

Nopeusvoimalla tarkoitetaan lihaksen voimantuottonopeutta, eli kuinka lyhyessä ajassa lihas pystyy tuottamaan räjähtävästi mahdollisimman suuren voimatason. Hyvä nopeusvoima viestii hermoston motoristen yksiköiden aktivointikyvystä, jota vaaditaan erityisesti heitto- ja ponnistussuorituksissa. (Kauranen - Nurkka, 2010: 145.)

Kestovoimalla mitataan lihaksen kykyä ylläpitää tiettyä submaksimaalista jännite- ja voimatasoa mahdollisimman pitkään tai tekemällä mahdollisimman monta toistoa lyhyellä palautuksella tietyllä voimatasolla. Kestovoimalla on eniten merkitystä yksilön päivittäisessä jaksamisessa, varsinkin vanhetessa, mutta vaaditaan erityisesti kestävyysominaisuutta vaativissa lajeissa, kuten pyöräilyssä. (Kauranen – Nurkka, 2010: 145.)

2.1 Lihaskudos

Lihaskudos koostuu supistuskykyisistä lihassyistäkimpuista, joista yksittäinen syy koostuu lihassäikeistä, jotka koostuvat lihasfilamenteista muodostuvista sarkomeereista. Lihaskudoksen lihassolut ovat poikkijuovaisia ja yhdellä lihassolulla voi olla satoja tumia. Lihassolut voidaan jakaa kahteen tyyppiin: hitaisiin ja nopeisiin soluihin. I-typin hitaat lihassolut supistuvat pisimmillään 140 millisekunnissa ja toimivat asentoa ylläpitävissä ja painovoimaa vastustavissa lihaksissa, toisin kuin tyypin-II nopeat lihassolut, jotka supistuvat 20millisekunnissa ja toimivat motorista toimintaa ja asentoa muuttavissa lihaksissa. (Kauranen - Nurkka, 2010: 118-120.)

2.2 Lihastyötavat

Lihaksen työtavat voidaan jaotella isometriseen eli staattiseen lihastyöhön työhön, jonka aikana lihaksen ulkoinen pituus ei muutu eli raaja pysyy ulkoisesti katsottuna paikallaan, vaikka lihasjännitys muuttuisi. Dynaamisessa lihastyössä taas on kaksi vaihetta – lihas joko lyhenee tai pitenee. Lihaksen lyhenemistä eli supistumista kutsutaan konsentriseksi työvaiheeksi ja, kun lihas venyy takaisin lepopituuteen, kutsutaan sitä eksentriseksi työvaiheeksi. Lihastyö on isokineettistä silloin, kun niveltä liikuttavien lihasten muutosnopeus ja kulmanopeus pysyvät vakiona. (Kauranen - Nurkka, 2010:139.)

Vaikuttaja lihas eli agonisti tekee yleensä konsentrista eli supistavaa lihastyötä kantaen päävastuun liikkeen suorittamisesta. Vastavaikuttajalihas eli antagonisti työskentelee eksentrisesti eli venyen raajan vastakkaisella puolella agonistin supistuessa ja näin säätelee liikkeen nopeutta ja pehmeyttä. Muita lihasten toimintarooleja ovat synergisti eli avustaja, neutralisoija eli tasaaja sekä fiksaattori eli paikallaanpitäjä. (Kauranen - Nurkka, 2010: 138.)

2.2.1 Lihastyön eri vaiheet

Lihassoiman tuotto on suurimmillaan eksentrisessä eli venyttävässä lihastyössä ja pienimmillään konsentrisessä eli supistavassa lihastyössä, staattisen isometrisen lihastyön voimantuotto on näiden kahden välissä. Lihaksen maksimaaliseen voimantuottoon vaikuttavat lihaksen viskositeetti ja kitka, jotka korreloivat lihaksen supistumis- ja venymisnopeuteen. Lihaksen supistuessa osa voimasta menee kitkan voittamiseen, kun taas venyttäessä kitka jarruttaa ulkoisen kuorman aiheuttamaa liikettä. (Kauranen - Nurkka, 2010: 143-144.)

2.2.2 Lihaksen hermotus

Lihassoiman muodostumiseen vaikuttavat mm. Lihaksen anatomia, ikä, sukupuoli, lihaksen pituus, mutta oleellimmat ovat lihaksen hermotus ja lihaksen poikkipinta-ala ja paksuus eli lihassolujen koko/määrä. Saatava maksimaalinen voimantuotto käytettävässä lihaksessa riippuu aktivoivien lihassolujen määrästä, jota hermosto säätelee. Yksittäistä lihassolua hermottaa motorinen hermosolu ja tätä yhtälöä kutsutaan motoriseksi yksiköksi, joita saapuu yhteen lihakseen satoja hermottaen satoja lihassoluja kerrallaan. Käytännössä tämä tarkoittaa, että matalalla ja tasaisesti kasvavalla lihasjännityksellä

työskenneltäessä motoriset yksiköt aktivoituvat tyyppin I hitaissa solutyypeissä, kun taas maksimaalista voimaa vaativissa suorituksissa aktivoituvat II-tyypin nopeat lihassolut. (Kauranen – Nurkka, 2010: 123-124.)

Naisen ja miehen luurankolihaskudos tuottaa keskimäärin 30N/cm² lihaksen poikkileikkauspinta-alaa kohden, mutta miehillä on geneettisesti suurempi lihasmassan määrä ja täten suuremmat lihasvoimat. Eli mitä suurempi lihaksen poikkipinta-ala on, sitä suurempi on lihaksen voimatuottokyky, tähän vaikuttaa myös lihassyiden suuntaa voimaa välittävän jänteeseen. Lihaksen suuruuteen voidaan vaikuttaa progressiivisella lihasvoimahaarjoittelun avulla. (Kauranen - Nurkka, 2010: 147-148.)

2.2.3 Lihaksen supistuminen

Lihassoimien mittaamisessa isokineettisellä lihasvoimamittarilla keskitytään pääasiassa, joko maksimivoiman tai kestoivoiman mittaamiseen eli käytännössä lihaksen dynaamiseen kykyyn supistua konsentrisesti, eksentrisesti tai isometrisesti. Lihassolu supistuu lihassolukalvolla tapahtuva varautuneiden ionien vaihdon aikana. Tässä ionikanavan kautta lihassolun sisään pääsee natriumia eli Na⁺ ja ulos kaliumia eli K⁺, aiheuttaen aktiopotentialin lihassolukalvolla. Lihas relaksoituu, kun solulimakalvoston kalsiumpumput pumppaavat kalsiumioneja pois solulimasta palauttaen lepopotentiaalinsa lihassolukalvolle. Lihaksia hermottavat motoriset yksiköt ärsyyntyvät aivojen tuomasta käskystä supistua, syttyvät ja kehittävät aktiopotentialin lihassoluun, aiheuttaen lihassolun supistumisen. (Kauranen - Nurkka, 2010: 125, 128.)

2.3 Lihassoimien mittaus jalkaterapiassa

Jalkaterapiassa arvioidaan lihasvoimia manuaalisesti hyödyntäen Robert W. Lovettin kehittämää arviointi taulukkoa, joka oheisessa taulukossa on suomennettu yksinkertaisempaan muotoon, jota käytetään myös jalkaterapian opetuksessa. Arviointi tapahtuu asteikoilla 0-5 arvon 3 ollen vasta nivelen koko liikelaajuuden suorittaminen painovoimaa vastaan, esimerkiksi reiden ojennus istuen ilman vastusta. Asteikon avulla pyritään arvioimaan lihaksen aktivoitumista, toimintaa ja lihastasapainoa. Oleellisinta lihasvoimiamestien suorittamisessa on tutkittavan asettaminen mukavasti tutkimuspöydälle, jotta liike pystyttäisiin suorittamaan mahdollisimman tukevasti. Yleensä testit suoritetaan yksi nivel kerrallaan. Oleellista on myös asettaa tutkittava siten, että tutkittavaa lihasta pystyy lii-

kuttamaan painovoimaa vastaan, esimerkiksi istuma-asento pöydän reunalla, jolloin reiden ojentaja lihakset nostavat jalkaa painovoimaa vastaan. Joissakin tapauksissa tutkija fiksoi raajan proksimaalisen osan siten, että testi pystytään suorittamaan helpoiten. Tutkijan tulee ohjeistaa tutkittava suorittamaan (tässä esimerkissä), polven ojennus täydellisesti ennen arviointia, jos potilaalla ei ole vaikeuksia lihaksen aktivoimisessa. Tämän jälkeen tutkija luo vastusta oman kehon painolla ja ohjeistaen tutkittavaa työskentelemään täydellä lihassupistuksella sitä vastaan. (Kendall, McCreary, Provance, Rodgers, Romani. 2005 14-23.)

Taulukko

Taso	Arvo	Liike
5	Normaali	Nivelen koko liikelaajuus voimakasta vastusta vastaan
4	Hyvä	Nivelen koko liikelaajuus kohtalaista vastusta vastaan
3+	Kohtalainen+	Nivelen koko liikelaajuus heikkoa vastusta vastaan
3	Kohtalainen	Nivelen koko liikelaajuus painovoimaa vastaan
3-	Kohtalainen-	Nivelen osittainen liikelaajuus painovoimaa vastaan
2+	Heikko+	Nivelen liike käynnistyy painovoimaa vastaan
2	Heikko	Nivelen täysi liikelaajuus, mikäli painovoiman vaikutus poistettu
2-	Heikko-	Nivelen liike käynnistyy, mikäli painovoiman vaikutus poistettu
1	Vähäinen	Supistuminen vähäistä, mutta ei nivelen liikettä
0	Olematon	Lihaksen supistuminen ei ole palpoitavissa

Taulukko 1 Robert W. Lovett kehittämä lihasvoimien arviointitaulukko.

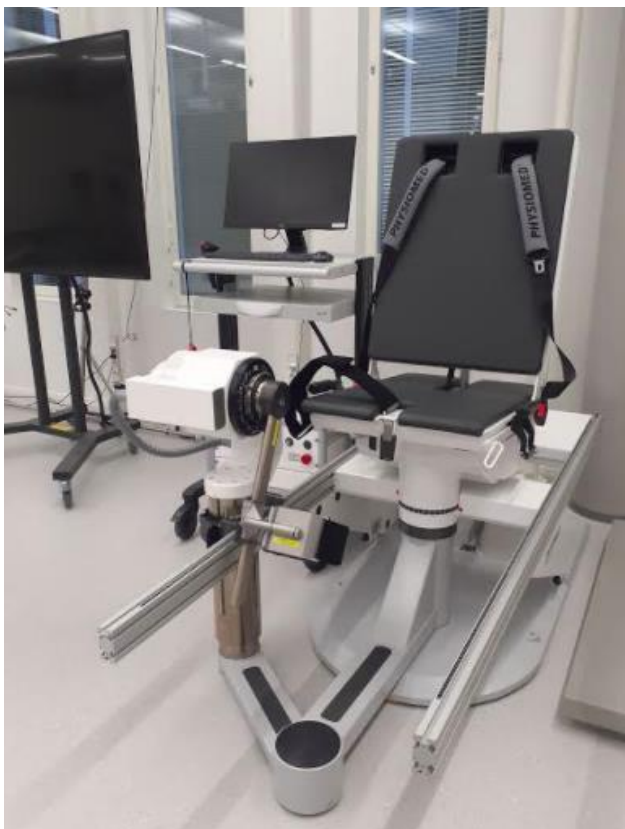
Manuaalisen lihasvoimien testauksen heikkoutena on sen luotettavuuden vaihtelu. Testitulokset varioivat tutkijan arviointi kyvystä sekä voimasta vastustaa tutkittavan liikettä tai huonosta mittausasennosta. Myös avustajalihasten osallistuminen liikkeeseen, nivelen kierto tai kulman vaihtelu testauksen aikana vääristävät tuloksia. Tässä käytetyssä esimerkissä mahdollisimman luotettavaan tulokseen päästään siten, että tutkittava istuu vakaalla alustalla ja pitää käsillä kiinni tuolin reunasta ojentaen jalkaa suorassa linjassa ylöspäin. (Kendall, McCreary, Provance, Rodgers, Romani. 2005 14-23.)

3 Isokineettinen dynamometri

3.1 Isokineettinen lihasvoimamittauslaite

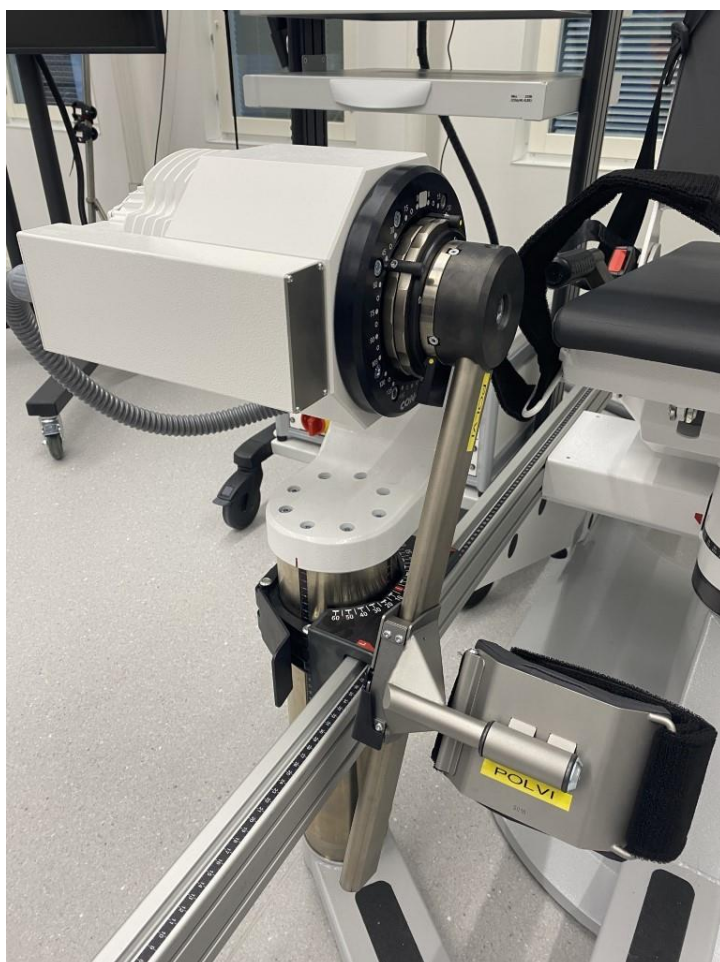
Avoimen isokineettisen ketjun mittaamiseksi on kehitetty erialaisia dynamometrisiä laitteita (moduuleja), joiden avulla voidaan mitata yksittäistä niveltä liikuttavaa lihasta-/ lihasryhmää. Yleisimpiä laitetoimittajia ovat Contrex, Biodex ja Humac Norm, mutta laitteiden käyttötarkoitukset ovat samat yksittäisten ominaisuuksien vaihdellessa. (Physio-med, Technology for therapy. 2018.)

Isokineettisen laitteen käyttöä voidaan toteuttaa monessa eri osa-alueessa. Laitetta voidaan ennaltaehkäisevästi hyödyntää tuki- ja liikuntaelin vaivoissa, suorituskyvyn optimoinnissa, kehittää lihaksen voimaa ja kestävyyttä sekä parantaa lihaksen toimintakykyä ja sensorisia taitoja. Isokineettistä laitetta voidaan hyödyntää myös tieteellisissä tutkimuksissa. (Physio-med, Therapy informatio. 2018.)



Kuva 1 Isokineettinen dynamometri

Kuvassa 1. Metropolian Myllypuron kampuksella sijaitseva isokineettiseen mittaukseen tarkoitettu dynamometri. Laitteen vieressä olevalla pöydällä tietokoneessa on asennettu laitteen ohjelmisto ja hallintapaneeli. Isokineettinen moninivelinen istuttava moduuli on monipuolinen ylä- ja alaraajojen isojen nivelten terapeuttiseen testaukseen ja harjoitteluun tarkoitettu käyttäjäystävällinen laite, mikä mahdollistaa isometrisen, eksentrisen ja konsentrisen lihasvoimien mittauksen sekä liikelaajuuksien hahmottamisen. Toimittajasta riippuen laite sisältää adaptereita eri nivelille ja tuolin tarkat säätömahdollisuudet sekä mekaaniset rajoittimet sallivat turvallisen ja stabiilin käytön. Laitteen keräämää aineiston tulkintaa helpottaa tietokoneohjelma, joka esittää kerätyn aineiston kaavioiden ja taulukoiden avulla tulokinnan selkeyttämiseksi. (Winnedy, How do isokinetic work. 2016.)



Kuva 2 Varsinainen dynamometri polven mittaukseen tarkoitetulla adapterilla

Kuvassa 2. varsinainen dynamometri, jossa kiinnitettyinä polven adapteri, on laitteen kalkein ja eniten työskentelevä osa. Mountiksi kutsuttu osa on liikuteltavissa istuimen osan kanssa haluttavan liikeradan asettamiseksi ja se sisältää adapteriin, (johon mitattava

raaja kiinnitetään) liikettä muodostavan ja vastustavan moottorin. Sensorit tulkitsevat tutkittavan tuottamaa liikettä ja säätelevät moottorin liikettä. Mount myös stabilisoi dynamometrin ja sallii siten turvallisen testaamisen, kun oikea liikerata on määritetty. Dynamometrin pyörivässä osassa, johon adapteri kiinnitetään, on rajoittimet, jotka asetetaan tutkittavan liikelaajuuden mukaisesti nivelen yliojentumisen estämiseksi. (Winnedy, How do iskinetic work. 2016.)



Kuva 3 Nilkan mittaukseen tarkoitettu adapteri

Eri nivelille tarkoitetut adapterit kiinnitetään ns. perusadapteriin, esimerkiksi kampi, johon kuvan vasemmanpuoleinen osa kiinnitetään. Adaptereita on monenlaisia ja oleellista on myös niiden oikeaoppinen kiinnitys kampeen tai perusadapteriin. Laitteen tuoliosan suuruus, stabiliteetti ja tutkittavan hyvä kiinnitys remmien avulla ehkäisevät testin aikana häiritsevää ylimääräistä liikettä. Dynamometrin käyttöön tarkoitettu ohjelmistoa tulee

ajaa tietokoneen kautta, sillä dynamometrin tuottama liike on liian voimakasta manuaaliseen hallintaan. Lisäksi tuloksia ja dataa on helpompi kerätä ja tulkita tietokoneella. (Winnedy, How do iskinetic work. 2016.)

Isokineettinen dynamometri on luotettava mittari, sillä tuloksiin vaikuttavat tekijät johtuvat lähinnä tutkijan ymmärryksestä laitteen toiminnasta, kyvystä ohjeistaa tutkittavaa, tutkittavan kyvystä ymmärtää ohjeistusta ja testin kulusta. (Winnedy, How do iskinetic work. 2016.)

3.2 Dynaaminen mittaus

Dynaamisten lihasvoimien mittaukseen tarkoitettulla dynamometrillä mitataan lihaksen supistumisvoimaa ja vääntömomenttia. Mittaukset keskittyvä pääasiassa maksimivoiman ja voimantuottonopeuteen, joten mittaus alkaa lihasten lämmittelyllä lihasrevähdyksien välttämiseksi. Mittausasento ja laitteen asento määritellään tutkittavan nivelen ja sen liikelaajuuden mukaisesti. Tutkittava kiinnitetään laitteeseen ja tietokoneeseen syötetään tutkittavan pituus ja paino. Tämän jälkeen laite käy kerran koko liikeradan läpi, punnitsee raajan painoa liikkeen eri aikana. Tuloksista poistetaan kehon ja laitteen paino, jotta voidaan tulkita vain lihasvoimia. Ennen testausta tutkittavalle tulee kertoa testin kulku ja suoritettavien toistojen määrä. Testin aikana tutkijan tulee kannustaa ja ohjeistaa tutkittavaa yhtäläisen suorituksen takaamiseksi. Tutkittavan tulee suorittaa toistot täydellisesti sekä maksimaalisella lihastyöllä mahdollisimman nopealla liikesuunnan vaihdolla liikeradan päässä. Testejä voidaan tehdä useampi eri nivelkulmilla huomioiden suorituksen rasittavuus ja tarpeeksi pitkä palautumisjakso. Esimerkiksi maksimivoimaa mitattaessa toistoja voi olla max. 5 ja suorituskertoja max. 2 lihasten väsymisen takia, kestovoimaa mitattaessa toistoja voi olla 20-30 ja suorituskertoja tutkittavan kunnan mukaisesti. Saatuja tuloksia voidaan ottaa tarkempaan tarkasteluun, kun mitattava on suorittanut toistot täydellä liikeradalla ja mahdollisimman tasaisella nopeudella. Tuloksia analysoidessa tulee ottaa huomioon mitattava raaja, nivelkulma ja liikenopeus. Vääntömomentista katsotaan liikkeiden keskiarvo (Nm) ja huippuvääntö (Nm), sekä halutessa, työmäärä, lihastasapaino agonisti-antagonisti periaatteella. (Kauranen - Nurkka, 2010: 284-288.)

3.3 Isokineettisen mittaus Newtonmetreinä

Isokineettisen dynamometrin tuloksia mitataan Newtonmetreissä (Nm). Newtonmetri mitataan Newtonin III peruslain mukaan eli voiman ja vastavoiman lakia käyttäen. Tässä tavassa kaksi kappaletta synnyttää vuorovaikutuksen voiman ja vastavoiman välillä, joka tuottaa oman voiman näiden kahden kappaleen välille. (Kurki-Suonio 2000: 80, 88.)

3.4 Kineettinen ketju

Harjoittelua voidaan suorittaa avoimessa tai suljetussa kineettisessä ketjussa. Kineettisellä ketjulla tarkoitetaan liikeketjua ja ihmisillä se merkitsee peräkkäisten nivelten toimintaa sekä niiden vuorovaikutusta toisiinsa. Avoimessa kineettisessä ketjussa raajan distaalisin osa on kuormittamattomana, kuten reisiuojennusta tehdessä istuen laitteessa, kun taas suljetussa kineettisessä ketjussa raajan distaalisin osa on kuormitettuna. (Ahonen, 2004: 108.)

Suljetussa kineettisessä ketjussa harjoitetaan useita lihasryhmiä samanaikaisesti eri liikeakseleissa ja tasoissa, jolloin pystytään tekemään eksentristä ja konsentrista lihas-työtä tasapainoisesti esimerkiksi kyykkyä tehdessä. Harjoittelun tavoitteena on kehittää alaraajojen lihasten yhtenäistä työskentelyä, oikean linjauksen suorittaminen sekä pystyasennon tasapainon parantaminen (Saarikoski, 2004: 481–482.)

Avoimen kineettisen ketjun harjoittamisen ominaisuutena on yksittäisen lihasryhmän työskentely yhdessä liikeakselissa ja –tasossa, jolloin konsentrisen lihastyö korostuu. Harjoittelun suurin hyöty saadaan parhaiten hoidon alussa, esimerkiksi polven nivelsidevammasta jälkeen, jolloin halutaan kuormittaa niveltä vähemmän ja saada asiakasta aktiivoimaan polven ojentaja- sekä koukistajalihaksia kontrolloidusti oikeassa liikeakselissa raaja kuormittamattomana. (Saarikoski, 2004: 481-482.)

4 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää systemoidun kirjallisuuskatsauksen keinoin, miten isokineettistä lihasvoimamittaria voisi hyödyntää alaraajojen lihasvoimien mittauksessa tai asiakkaiden kuntoutuksessa jalkaterapian saralla. Tavoitteena on lisätä

tietoa isokineettisen dynamometrin käytettävyyttä alaraajojen tutkimisessa jalkaterapiassa. Tässä työssä lähestytään laitteen hyötyjen pohdinnassa lähinnä polven ja nilkan alueen lihaksien harjoituksessa ja kuntoutuksessa. Asiaa lähestytään siksi, että nykyiset manuaaliset mittausten menetelmät jalkaterapiassa ja tulokset saattavat vaihdella paljonkin tutkijasta ja tutkivasta riippuen.

5 Systemoitu kirjallisuuskatsaus

5.1 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksella tutkitaan aiempia tutkimuksia tutkittavasta aiheesta. Katsauksen tulee olla toistettavissa ja aihealue tulee olla kattava. Mm. Terveystieteiden alalla kirjallisuuskatsauksia pidetään teoreettisena pohjana toiminnanohjauksessa, jonka tarkoituksena on lisätä ymmärrystä ja käsitteistöä alalla. Tärkeäksi on myös koettu kehittää uutta teoriaa sekä olemassa olevan teorian arviointia. (Stolt – Axelin – Suhonen 2015: 7.)

Kirjallisuuskatsauksen sisältö voi vaihdella tutkittavan asian laajuuden ja aihepiirin sisällä. Katsausta voidaan tutkia yhdestä aihealueesta tai –kokonaisuudesta, tutkittava aihe voi myös olla ristiriitaisuuksien selvittäminen tai ongelmien tunnistamista. Usein kirjallisuuskatsauksia tutkitaan tietyn tieteenalan mukaan, mutta mahdollisuuksia on toteuttaa myös poikkitieteellisesti tutkimusta, jolloin mukana on muitakin tieteenalojen näkökulmia ja tulos on kattavampi. (Stolt – Axelin – Suhonen 2015: 7.)

5.2 Systemoitu kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksia luokitellaan omiin tyypeihin. Pääpiirteittäin kirjallisuuskatsauksia on kolme: narratiivinen kirjallisuuskatsaus, joka on kuvaileva, systemaattinen kirjallisuuskatsaus sekä meta-analyysinen kirjallisuuskatsaus, joka pohjautuu määrällisiin ja laadullisiin tutkimuksiin. (Stolt – Axelin – Suhonen 2015: 8.)

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on näyttöön perustuva ja koostettu korkealaatuisista tutkimuksista. Tutkimusaineisto on tarkoin rajattu ja valikoitu, jolloin se toimii sekundaarisena tutkimuksena. Katsaus tulee olla ajankohtaan relevantti ja sitä on syytä aika ajoin

päivittää. Tämän kaltaisen kirjallisuuskatsauksen vaiheet ovat määritelty ja kirjattu tarkasti, jotta virheiden syntymiseltä vältytään ja tutkimuksen toistettavuus mahdollistetaan. (Johansson – Axelin – Stolt - Ääri 2007: 4-5.)

Tämän opinnäytetyön kirjallisuuskatsaus on tehty systemoituna kirjallisuuskatsauksena, jossa on käytetty vain yhtä tietokantaa. Periaate systemaattisen kirjallisuuskatsaukseen on muutoin sama.

5.3 Tiedonhaku

Tiedonhakuun käytimme Pubmedin-hakua. Haku suoritettiin sanoin ("isokinetic dynamometer" or "isokineettinen") and ("rehabilitation" or "training" or "kuntoutus" or "harjoittelu") and ("knee" or "ankle" or "polvi" or "nilkka"), jonka hakutuloksia löytyi yht. 465 tulosta. Lisäsimme rajaukseen Randomized Controlled Trial (RCT) –ehdon sekä tutkimukset tehty 10 vuoden sisällä. Lopulta haku rajautui 44 tulokseen, josta tähän työhön valikoitui 7, osa tutkimuksista ei ollut saatavilla ja osa eivät liittyneet työmme aiheeseen riittävän kattavasti.

Taulukko 2 Tietokanta ja hakulausekkeet

Tietokanta	Hakulauseke	Osumien kpl määrä	Valitut tutkimukset kpl määrä
PubMed	("isokinetic dynamometer" or "isokineettinen") and ("rehabilitation" or "training" or "kuntoutus" or "harjoittelu") and ("knee" or "ankle" or "polvi" or "nilkka")	44	7

6 Tutkimusten tulokset

Taulukko 3 Tutkimusten tulokset

Tutkimus	Mitä tutkittiin	Mitä ja miten isokineettistä laitetta käytettiin tutkimuksessa
Contribution of Hip Abductor Strength to Physical Function in Patients With Total Knee Arthroplasty	Nelipäisen reisilihaksen (m. Quadriceps femoris) ja lonkan loitontajien lihasvoiman tasapainoa polvileikkauksen jälkeen.	Isokineettisellä dynamometrillä tutkittiin kuntoutuksen vaikutusta nelipäiseen reisilihakseen sekä lonkan loitontajalihaksiin.
Knee extensor strength gains mediate symptom improvement in knee osteoarthritis: secondary analysis of a randomised controlled trial	Toissijainen analyysi RCT datasta, jossa verrattiin tuloksia kahden nivelrikosta kärsivän tutkimusryhmän välillä. Kontrolli ryhmälle teetettiin kuntoutusohjelma polven ojentajalihasten vahvistamiselle.	Maksimaalinen isometrinen polven ekstensorin vahvuus arvioitiin ennen ja 12 viikon kuntoutusohjelman jälkeen, käyttämällä KinCom 125-AP-isokineettistä dynamometriä polvi 60° flexiossa.
Biomechanical Properties of the Plantar Flexor Muscle-Tendon Complex 6 Months Post-Rupture of the Achilles Tendon	Akillesjänteen repeämän jälkeisen plantaarisen koukistajajänteen aktiivisuutta kuntoutuksen aikana kuormitustussa ja kuormittamattomassa jalassa.	Mittaamaan lihasvoimaa kuormitetussa ja kuormittamattomassa jalassa.
Effects of Localised Vibration on Knee Joint Position Sense in Individual with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction	Polven korjatun eturistisidevamman ja terveen polven puolieroja tärinän avulla.	Isokineettisen laitteen avulla voitiin määrittää mm. tietty nivelkulma ja minimoitiin muiden lihasten aktiivisuus.
Recovery Kinetics of Knee Flexor and Extensor Strength after a Football Match	Reiden koukistajan ja ojentaja lihasten palautumiskykyä jalkapallo-ottelun jälkeen	Isokineettisellä dynamometrillä tutkittiin reisilihasten aktiivisuutta 12, 36 ja 60 tunnin jälkeen ottelusta
Acute Effects of Different Stretching Durations on Passive Torque, Mobility, and Isometric Muscle Force	Staattisen venytyksen optimaalisesta kestosta.	Laitteen avulla mitattiin staattista passiivista vääntömomenttia.
Architectural Changes of the Biceps Femoris Long Head after Concentric or Eccentric Training	Kaksipäisen reisilihaksen pitkän pään konsentrista ja eksentristä työskentelyä lihaskunto treenin aikana ja sen jälkeen	Laitteen avulla mitattiin hamstring lihasten aktiivisuutta.

Tutkimuksia lähdettiin analysoimaan karkeasti isokineettisen dynamometrin hyödyntämisestä erilaisissa tutkimuksissa. Itse tutkimuksissa ei oteta kantaa muihin, kuin isokineettisen dynamometrin käyttöön. Osassa tutkimuksissa käytettiin muitakin menetelmiä tulosten saamiseksi, kuten esim. verinäytteitä. Löytämistä tutkimuksissa suurin osa tutkittavista kehon osista oli polvea ympäröivillä lihaksilla.

Lihassoiman mittaus polvileikkauksen jälkeen

Contribution of Hip Abductor Strength to Physical Function in Patients With Total Knee Arthroplasty - Tässä tutkimuksessa oli tarkoitus selvittää, mikä oli lihasaktiivisuus neli-päisellä reisilihaksella verrattuna lonkan loitontajalihaksiin polvileikkauksen jälkeen. Aiemmissa tutkimuksissa ei ole löydetty reiden loitontajien lihasvoiman merkitystä polven kuntoutuksessa, jota tällä tutkimuksella haluttiin tutkia tarkemmin. (Piva ym. 2011.)

Lihassoiman mittariksi valikoitui tässä tutkimuksessa isokineettinen dynamometri, jonka avulla pystyttiin minimoimaan muiden lihasten aktiivisuus lihasvoiman mittauksessa kiinnittämällä testattava penkkiin tukinauhoilla. Lisäksi isokineettisen dynamometriin tallennettujen tietojen hyödyntäminen uusittavassa tutkimuksessa lisäsi tutkimuksen luotettavuutta, jonka luotettavuuden keskiarvoksi laskettiin 95 %. (Piva ym. 2011.)

Polven ojentajalihasten voimantuotto nivelrikko potilailla

Knee extensor strength gains mediate symptom improvement in knee osteoarthritis: secondary analysis of a randomised controlled trial - Tässä tutkimuksessa oli tarkoitus analysoida RCT (randomized controlled trial) aineiston avulla 12 viikon kuntoutusohjelman vaikutusta polven ekstensorilihasten kuntoon nivelrikko potilailla kontrolli ryhmään verrattuna. Isokineettista dynamometriä käytettiin mittaamaan tutkittavien polven ekstensorin maksimaalinen isometrinen tuottama lihasvoima ennen ja jälkeen kuntoutusohjelman suorittamista. Isokineettisen lihasvoimanmittarilla haluttiin saada luotettava ja tarkka mittari kuntoutusohjelman tuloksista. (Hall, M. - ym. 2018.)

Akillesrepeämän jälkeinen kuntoutus tuettuna ja ilman

Biomechanical Properties of the Plantar Flexor Muscle–Tendon Complex 6 Months Post-Rupture of the Achilles Tendon – Tutkimuksessa selvitettiin akillesrepeämän jälkeiseen

lihaskivertämisen, jäykkyyden ja iskunvaimennuksen vaikutusta plantaarisessa koukistajajänteeseen. Akillesjännettä ei operoitu kirurgisesti vaan hoitomenetelmänä käytettiin "Bohlerin rautaa" ja vertaisryhmässä jalka oli kuormitettu. (McNair - Nordez – Olds - Young - Cornu 2013.)

Tutkimuksen mittarina käytettiin isokineettistä dynamometriä, jolla mitattiin nilkan passiivista vääntömomenttia. Laitteen avulla pystyttiin varmuudella käyttämään samoja asetuksia koko tutkimuksen ajan, jolloin tutkimuksen luotettavuus oli korkea. Tämän tutkimuksen mittaussäädöissä nivelkulma ja kulmanopeus olivat vakioita ja näitä samoja asetuksia hyödynnettiin kuntoutuksen aikana. (McNair - Nordez – Olds - Young - Cornu 2013.)

Tärinän vaikutus leikatun ristisidevamman ja terveen polven välillä

Tutkimuksessa *Effects of Localized Vibration on Knee Joint Position Sense in Individuals with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction* verrattiin tärinän vaikutusta korjatun eturistisidevamman ja terveen polven välillä. Tutkimus toteutettiin isokineettistä dynamometriä hyödyntäen. Laitteen avulla voitiin minimoida muiden lihasten aktiivisuus nelipäisen reisilihaksen työskennellessä. Testauksessa testattavan reisi kiinnitettiin laitteeseen, jolloin päästiin vertaamaan puolieroja tärinän avulla terveen ja leikatun polven välillä. (Nagai – Bates – Hewett - Schilaty 2018.)

Suuria mittauseroja ei ollut havaittavissa, mutta laitteen avulla voitiin tarkoin määrittää mm. Tietyt nivelkulmat, jolloin vertauksessa oli helppo arvioida tarkoin tutkimustulokset. (Nagai – Bates – Hewett - Schilaty 2018.)

Polven ojennus ja koukistuslihasten palautuminen ottelun jälkeen

Recovery Kinetics of Knee Flexor and Extensor Strength after a Football Match tutkimuksessa tutkittiin polven ojentaja ja koukistaja lihasten voimantuottoa jalkapallo pelin jälkeen. Testaus tehtiin kolmessa erässä 12, 36 ja 60 tunnin jälkeen ottelusta. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää urheilijoiden lihasten palautuskyky jalkapallo-ottelun jälkeen ja näin välttää lihasten ylikuormitukselta ja optimoida palautuminen. (Draganidis ym. 2015.)

Venytykskeston merkitys lihas aktiivisuuteen

Tutkimuksessa Acute effects of different stretching duration on passive torque, mobility and isometric muscle force mitattiin isokineettisellä dynamometrillä lihaksen dynaamista passiivivääntömomenttia. Lihaksia venytettiin ajoilla 20, 60, 180 ja 300 sekuntia, jonka jälkeen testattavan lihasvoimia mitattiin isokineettisellä dynamometrillä. (Matsuo ym. 2013.)

Tällä tutkimuksella haluttiin selvittää venytysten akuutteja vaikutuksia fyysiseen aktiivisuuteen ja toiminnallisiin tuloksiin. (Matsuo ym. 2013.)

Lihasaktiivisuus ennen ja jälkeen urheilun

Tutkimuksessa Architectural Changes of the Biceps Femoris Long Head after Concentric or Eccentric Training tutkittiin kaksipäisen reisilihaksen aktiivisuutta urheilusuorituksen aikana ja sen jälkeen. Isokineettisellä dynamometrillä minimoitiin kiinnittämällä tutkittava laitteeseen niin, että muiden lihasten kompensointi hamstring lihaksen aktivoituessa minimoitiin. Tutkimuksen toistuesssa voitiin hyödyntää aiempia mittausasetuksia, jolloin tutkimustulosten luotettavuus korostui. (Timmings ym. 2016.)

6.1 Tutkimusten yhteneväiset tulokset

Yksinkertaisuudessaan isokineettisen dynamometrin käyttötarkoitus ei ole laaja, mutta sitäkin luotettavampi ja yksityiskohtaisempi kuin mikään ihmisen käsin tekemä mittausta. Luotettavuutta lisäsi aiemmin kirjattu mittausasetus, jota voitiin hyödyntää tutkimuskerrojen välillä. Mittaus oli helppo verrata aiempaan, kun aiemmat tutkimuksen mittarit olivat selkeästi haettavissa tutkimuksiin.

Yhdistettävyyttä löytämistämme tutkimuksissa oli isokineettisen dynamometrin käyttö lihasvoimien mittaamisessa. Monessa tutkimuksessa tuli myös ilmi laitteen avulla suoritettu lihastyön eristävyys kiinnittämällä tutkittava laitteeseen. Kolmantena tutkimuksessa käytetty luotettavuus tekijä oli nivelkulmien tarkka määrittäminen, joka voitiin toistaa samana koko tutkimusprosessin ajan

Suurimmassa osaa tutkimuksissa tutkittiin polven koukistaja ja ojentaja lihasten aktiivisuutta ja voimantuottoa. Ja vaikka tutkimuksia ei löytynyt kriteereillämme paljoa, niin sen

verran kattavasti, että saimme selville, millaisissa tarkoituksissa isokineettistä dynamometriä on hyödynnetty.

7 Pohdinta

Kirjallisuuskatsauksemme tarkoitus oli tarkastella isokineettisen dynamometrin käyttöä jo olemassa olevista tutkimuksista ja pohtia niistä, voisiko laitetta hyödyntää jalkaterapiassa. Idea pohdinnalle lähti, kun Myllypuron Metropoliaan uuteen liikelaboratorioon investoitiin isokineettinen dynamometri. Pohdimme, miten isokineettistä dynamometriä voitaisiin hyödyntää mahdollisimman monipuolisesti kampuksemme eri toimialoilla. Lähtökohtaisesti dynamometriä käytetään yhtenä fysioterapian kuntoutusmuotona ja tällä työllämme haluamme tuoda laitteen käyttöä tunnetummaksi myös jalkaterapiaan.

Kirjallisuuskatsauksen tekeminen oli haasteellista ja lisähaasteita opinnäytetyöhön toi keväällä 2020 alkanut korona pandemia, jonka vuoksi kirjastojen ja koulujen sulku hankaloitti tiedonhakua, jättäen viivettä työn tekemiselle. Epidemiasta johtuen opinnäytetyön ohjeistuksen lähitunnit jouduttiin perumaan tai järjestämään etänä. Halusimme aineistojen tutkimuksien keskittyvän polven tai nilkan alueen vammoihin tai kuntoutukseen, sillä ne ovat eniten esillä jalkaterapiassa. Tästä johtuen aineiston hankinta oli osittain haasteellista aiheemme Isokineettisen dynamometrin ympärillä, sillä hakuehdoillamme täytettyjä tutkimuksia löytyi vähän. Hakulausekkeen muodostamiselle saimme ohjeita syksyn puolella, mikä karsi hakutuloksia ja auttoi löytämään aiheelliset tutkimukset. Haun jälkeen määritimme tarkkaan, mitä osaa tutkimuksista tarkkailemme. Oleellisinta meille oli saada selville mitä alaraajan osaa tai toimintaa dynamometrillä haluttiin tutkia sekä miten laitetta käytettiin. Jos tutkimuksia olisi halunnut ottaa opinnäytetyöhön enemmän, olisi rajausta pitänyt suurentaa myös yläraajoihin keskittyviin tutkimukseen, silloinkin olisi voitu keskittyä vain laitteen käyttöön ja toimintaan ottamatta kantaa itse tutkimukseen, sen mennessä ammattiosaamisemme yli.

Valituissa tutkimuksissa kävi ilmi dynamometrin käyttömoninaisuus kuntoutuksen, lihasvoiman parantamisen, lihasten elastisuuden määrittäminen ja eri hoitomenetelmien vaikutusten mittaaminen. Laitteen käytön etuina on luotettavuus, mittaustarkkuus, toistettavuus ja kompensoivien lihasten aktiivisuuden minimoiminen. Vaikka valittujen aineistojen tutkimukset keskittyvät polven alueen lihaksiin, voidaan todeta dynamometrin käytön olevan monipuolista ja turvallista.

Systemoidun kirjallisuuskatsauksen keinoin löydetyistä tutkimuksista kävi ilmi muutamia keskeisiä yhtäläisyyksiä. Piva ym, Hall M. ym., sekä McNair ym. luotsaamissa tutkimuksissa oli yhdistävänä tekijänä dynamometrin käyttö mittarina kuntoutuksen edistymiselle tai trauman aiheuttamasta muutoksista lihasaktivaatioon. Tutkimuksissa haluttiin selvittää lihasvoimien palautumista traumasta tai nivelrikon aiheuttamista muutoksista kuntoutusohjelman avulla, jonka mittaamiseen käytettiin isokineettista dynamometriä. Tutkimuksissa mitattiin samankaltaisesti lihaksien aktivaatiota ennen ja jälkeen kuntoutuksen, jonka jälkeen tuloksia verrattiin kontrolliryhmään. Tutkimukset osoittivat laitteen kykyä tarkkana lihasvoiman mittarina eristämällä tutkittava lihas tai lihasryhmä ja luomalla samat olosuhteet mittaamiselle, kuin ennen kuntoutuksen toteuttamista.

Timmins ym. ja Draganidis ym. tuottamat tutkimukset osoittivat samaa hyötyä laitteen toistettavuudesta, kuten edellä mainitussa kappaleessa. Timmins ym. mittasivat lihasaktivaatiota ennen ja jälkeen jalkapallo-ottelun. Draganidis ym. tutkimuksessa laitetta käytettiin mittaamaan lihasvoiman palautumiskykyä ottelun jälkeen kolmena eri ajankohtana ja dynamometrillä pystyttiin luomaan täysin sama mittaolosuhteet tulosten luotettavuuden takaamiseksi. Tulokset kertoivat tutkijoille informaatiota lihaksen väsymisestä urheilusuorituksen jälkeen, joiden pohjalta he pystyivät optimoimaan urheilijan palautumista.

Lihaksen dynaamista passiivisuusmomenttia mitattiin Matsuo ym. tutkimuksessa venyttämällä lihasta usean sekunnin ajan ja arvioimalla venytyksen vaikutusta lihaksen aktiivisuuteen ja toimintaan. Tutkimus osoitti dynamometrin soveltuvuutta lihaksen elastisuuden sekä liikelaajuksien mittaamiseen.

Nagai ja kumppaneiden tutkimuksessa käytettiin isokineettista dynamometriä selvittämään tärinän vaikutusta lihasaktivaatioon. Mittaukset suoritettiin useaan kertaan lyhyen ajan sisällä ja tutkimus osoitti dynamometrin kyky luoda täysin samat olosuhteet testin suorittamiselle jokaisen tutkittavan kohdalla sekä minimoida avustavien lihasten työskentely tehden mittauksilta toistettavia ja luotettavia.

Jalkaterapeutin yhtenä osaamisalueena on toiminnallinen harjoittelu, minkä tavoitteena on huolehtia ja ylläpitää alaraajojen nivelten liikkuvuudesta sekä lihastasapainosta. Toiminnallinen harjoittelu ammattilaisen avulla on erityisen tärkeää esimerkiksi vammautu-

misen jälkeen, jolloin voidaan helpottaa kipuja, vilkastuttaa verenkiertoa ja aineenvaihduntaa, lisätä elastisuutta ja venyvyyttä lihaksissa, sekä aktivoida proprioseptistä järjestelmää, että asentotuntoa. Tärkeintä toiminnallisen harjoittelun laatimisessa on asiakkaan toimintakyvyn ja -rajoitteiden määrittäminen, harjoittelun tavoitteen asettaminen sekä asiakkaan motivoiminen. (Saarikoski, 2004: 478-479.)

Toiminnallisen harjoittelun tavoitteena on ylläpitää, parantaa tai palauttaa alaraajan toimintaa tasapainoiseksi hyödyntäen kehon luonnollista liikemallia, erityisesti suljetussa kineettisessä ketjussa. Liikeketjujen pitäminen vapaina varmistaa kehon lihasten yhteisen työskentely, mikä lisää jo itsessään lihastyön määrää eri liiketasoissa. (Väyrynen, 2017: 219-222.)

Harjoittelun suunnittelussa ja toteutumisessa tulee ottaa huomioon asiakkaan suorituskyvyn taso, mahdolliset rajoitteet, tavoitteet, resurssit toteuttamiselle sekä motivaation taso. Harjoittelun tulee olla progressiivista ja sisältää monipuolisesti lihaskuntoa, kestävyttä, tasapainoa, liikkuvuutta ja proprioseptiikkaa lisääviä tai tukevia harjoitteita. Suunnittelussa tulee myös ottaa huomioon harjoitettavat lihasryhmät ja niiden lihastyötavat sekä lihaskudosten venyvyys, voima ja kestävyys. Toteutuksessa tämä näkyy käytännössä kuormien määrissä ja intensiteetissä, sekä suoritustavassa: laitteet tai välineet. Oleellista harjoittelun kannalta on myös se, että toteutetaanko harjoittelua omaehtoisesti vai terapeutin avustuksella ja ohjaamana. (Väyrynen, 2017: 219-222.)

Lihassoima- ja kestävyys harjoittelun periaatteita ovat lihasten huolellinen lämmittely, toistojen ja sarjojen määrän sekä nopeuden vaihtelevuus. Harjoittelussa voidaan hyödyntää myös aktiivisia painovoimaa vastaan tai avustettuja sekä vastustettuja liikkeitä tai passiivisia ulkoisen voiman aikaansaamia liikkeitä ilman lihasaktivointia. Tähän voidaan käyttää kuntosalilaitteita, vapaita painoja tai muita apuvälineitä, joilla säädellä harjoitteen vastusta tai vaikeusastetta. (Väyrynen, 2017: 219-222.)

Pääosin liikkuvuutta voi lisätä lihasten venyttelyllä omatoimisesti, terapeutti voi lisäksi mobilisoida niveliä tai käsitellä lihaksia ja lihaskalvoja elastisuuden lisäämiseksi. Lihakset toimivat vaikuttaja-vastavaikuttaja periaatteella, joten jos vaikuttaja puoli on kiristynyt tai lyhentynyt ei vastavaikuttaja pysty aktivoitumaan kunnolla, mikä saattaa johtaa lihasten epäsymmetriaan ja näin ollen nivelten kulumiseen. (Väyrynen, 2017: 222-223.)

Venyttelyssä olennaista on huolellinen lämmittely sekä aktiivisten ja passiivisten venytelyiden toteuttaminen oikeanlaisessa asennossa, jotta venytys kohdentuu tukevasti oikeaan lihakseen. Venyttely ei myöskään saa aiheuttaa kipua ja se voi kestää 15 sekunnista useaan minuuttiin. (Väyrynen, 2017: 222-223.)

Jalkaterapiassa isokineettisen laitteen suurin hyöty löytyisi asiakkaan toimintakyvyn ja lihasvoimien määrittämisestä sekä yksilöllisen toiminnallisen harjoitteluohjelman laatimisessa. Tämänhetkiset mittarit ovat epäluotettavia ja jo pelkän mittajaan oman arvion heitto saattaa aiheuttaa paljonkin muutoksia tuloksiin. Isokineettisellä laitteella nykykaistetaan ja tarkennetaan mittausmenetelmiä ja tuodaan teknologia osaksi myös jalkaterapian välineistöä. Tutkimuksien toistettavuuden ja luotettavuuden vuoksi mittausvirheiden minimointi olisi tärkeä ottaa huomioon jalkaterapian hoitokontakteissa, sillä mittajia saattaa kuntoutus prosessin aikana olla useita. Tämän vuoksi isokineettisen laitteen hyödyntäminen jalkaterapiassa loisi mm. kuntoutuksen osalta tarkkoja tietoja kuntoutuksen edistymisestä, vaikka mittaja olisi vaihtunut kuntoutuksen aikana. Isokineettinen dynamometri olisi tarkka mittari kuntoutuksen etenemiselle ja tehokkuudelle. Laitteen harjoitusmahdollisuus mahdollistaisi myös tarkemman asiakastyön esimerkiksi lihasaktivaation palauttamiselle.

Työnjako toteutui osissa, tekstiä tuotettiin jakamalla aihealueet ja kirjoittamalla ne tahoilamme tuotokseemme. Aihetta palloiteltiin ja pohdiskeltiin yhteisissä kokoontumisissa. Valmis työ käytiin läpi ja yhtenäistettiin tekstijälki kauttaaltaan samankaltaiseksi.

Metropolian koululla olisi hyvät edellytykset tehdä urheiluliittojen tai yrittäjien kanssa yhteistyötä laitteen käytössä, jolloin siitä saattaisi olla myös rahallista hyötyä puhumattaan opiskelijoiden saamasta opista uusien teknologisten laitteiden saralla. Näkisimme, että jalkaterapia opintoihin olisi hyvä sisällyttää myös isokineettisen dynamometrin käyttöä ja sen hyödyntämistä. Tulevaisuudessa teknologian kehittyessä manuaaliseen terapiaan nojautuvat tutkimusmenetelmät eivät ole enää luotettavia ja alati kehittyvässä tieteenalalla tulee jalkaterapeutin olla nykyteknologian tasalla.

Lähteet

Ahonen Jarmo 2004. Kineettinen ketju. Teoksessa: Liukkonen, Irmeli, Saarikoski, Riitta (toim.) 2004 Jalat ja Terveys. Kustannus Oy Duodecim. Hämeenlinna Karisto Oy.

Biodex Medical Systems Inc, physical medicine, dynamometers, 2020. Saatavilla osoitteessa: < <https://www.biodex.com/physical-medicine/products/dynamometers/system-4-pro> >. Luettu 6.3.2020.

Computer Sports Medicine Inc. The Humac Norm. 2020. Saatavilla osoitteessa: < <https://humacnorm.com/> >. Luettu 6.3.2020.

Wimpenny, Paul. Isokinetics explained, How do isokinetics work. Päivitetty viimeksi 7.4.2016. Saatavilla osoitteessa: < <https://isokinetics.net/index.php/2016-04-05-17-04-58/key-concepts/how-do-isokinetics-machines-work> >. Luettu 25.10.2020.

Draganidis D & Chatzinikolaou A & Avloniti A & Barbero-Álvarez JC & Mohr M & Malliou P 2015. Recovery Kinetics of Knee Flexor and Extensor Strength after a Football Match. Unkari. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4456353/pdf/pone.0128072.pdf>>. Luettu 2.11.2020.

Hall, M. & Hinman, R.S. & Wrigley, T.V. & Kassza, J. & Lim, W. & Bennell, K.L. 2018. Knee extensor strength gains mediate symptom improvement in knee osteoarthritis: secondary analysis of a randomised controlled trial. Australia. Singapore. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S106345841830075X> >. Luettu 10.11.2020

Johansson, Kirsi – Axelin, Anna – Stolt, Minna - Ääri, Riita-Liisa 2007. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turun yliopisto.

Kauranen Kari, Nurkka Niina 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Tampere: Tammerprint.

Kurki-Suonio Kaarle ja Riitta, 2000. Vuorovaikuttavat kappaleet – mekaniikan perusteet. Helsinki: Limes ry.

Matsuo, Shingo & Suzuki, Shigeyuki & Iwata, Masahiro & Banno, Yasuhiro & Asai, Yuji & Tsuchida, Wakako & Inoue, Takayuki 2013. Acute Effects of Different Stretching Durations on Passive Torque, Mobility, and Isometric Muscle Force. Nagoya, Japan. Saatavilla osoitteessa: <https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2013/12000/Acute_Effects_of_Different_Stretching_Durations_on.18.aspx> Luettu 9.11.2020.

McNair, Peter & Nordez, Antoine & Olds, Margie & Young, Simon W. & Cornu, Christophe 2013. Biomechanical Properties of the Plantar Flexor Muscle–Tendon Com-

plex 6 Months Post-Rupture of the Achilles Tendon. New Zealand, France. Saatavilla osoitteessa: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jor.22381>>. Luettu: 5.10.2020.

Physiomed, technology for therapy. Products. CON-TREX® MJ . 2018. Saatavilla osoitteesta: <<https://www.physiomed.de/en/products/con-trex-mj/>>. Luettu 6.3.2020

Piva, Sara R & Teixeira, Paulo E P & Almeida, Gustavo J M & Gil, Alexandra B & DiGi-
oia 3rd, Anthony M & Levison, Timothy J G & Fitzgerald, Kelley 2011. Contribution of
Hip Abductor Strength to Physical Function in Patients With Total Knee Arthro-
plasty. Pittsburgh. Saatavilla osoitteessa: < [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/arti-
cles/PMC3037768/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3037768/) >. Luettu 21.10.2020.

Saarikoski, Riitta 2004, Toiminnallinen harjoittelu. Teoksessa: Liukkonen, Irmeli, Saari-
koski, Riitta (toim.) 2004 Jalat ja Terveys. Kustannus Oy Duodecim. Hämeenlinna Ka-
risto Oy.

Stolt, Minna – Axelin, Anna – Suhonen, Riitta 2015. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä.
Turun yliopisto.

Nagai, Takashi ATC, PhD & Bates, Nathaniel A. PhD & Hewett, Timothy
E. PhD & Schilaty, Nathan D. DC, PhD 2018. Effects of Localized Vibra-
tion on Knee Joint Position Sense in Individuals with Anterior Cruciate Ligament Re-
construction. United States. Saatavilla osoitteessa: <
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5960437/pdf/nihms961941.pdf>>. Luettu:
9.11.2020.

Timmins, Ryan G & Ruddy, Joshua D & Presland, Joel & Maniar, Nirav & Shield, Ant-
hony J & Williams, Morgan D & Opar, David A 2016. Architectural Chan-
ges of the Biceps Femoris Long Head after Concentric or Eccentric Training. Uni-
ted Kingdom. Saatavilla osoitteessa: < [https://journals.lww.com/acsm-
msse/Fulltext/2016/03000/Architectural_Changes_of_the_Biceps_Femo-
ris_Long.20.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2016/03000/Architectural_Changes_of_the_Biceps_Femo-
ris_Long.20.aspx)>. Luettu: 9.11.2020.

Väyrynen Petri 2017. Harjoittelu. Teoksessa: Stolt, Minna, Flink, Anne Saarikoski, Riitta
& Väyrynen Petri (toim.) 2017 Jalkaterveys. Kustannus Oy Duodecim. Tallinna: Prin-
ton.