



Karelia-ammattikorkeakoulu  
Fysioterapian koulutus, Fysioterapeutti (AMK)

# **Tapaustutkimus lihasvoiman kehittämisestä elektroterapian avulla polyradikuliitin sairastaneilla**

Joonas Julkunen, Arttu Altonen

Opinnäytetyö, toukokuu 2023

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)



OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2023  
Fysioterapian koulutus

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600

Tekijät  
Joonas Julkunen, Arttu Altonen

Nimeke  
Tapaustutkimus lihasvoiman kehittämisestä elektroterapian avulla polyradikuliitin sairastaneilla

Toimeksiantaja  
Neuroliitto

Tiivistelmä  
Tässä opinnäytetyössä selvitettiin maksimivoiman muutosta NMES-sähkövirta-interventiolla Guillain-barrén oireyhtymää eli polyradikuliittia sairastavilla. Saimme opinnäytetyöhömme kaksi vapaaehtoista osallistujaa, jotka sairastavat polyradikuliittia. Tämän tutkimuksellisen opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa tietoa elektroterapian käytöstä neurologisten sairauksien fysioterapiassa. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää maksimivoiman muutosta NMES-interventiolla polyradikuliittia sairastavilla.

14 viikkoa kestävä NMES-interventio toteutettiin kahdelle osallistujalle opinnäytetyön tutkimuksellisessa osiossa. Osallistujat tekivät annettujen ohjeiden mukaisesti lihasvoimaharjoittelua NMES-laitteilla. Interventiojakson jälkeen osallistujien polvea ojentavien lihasten voimaa mitattiin Hur-laitteella sekä SPPB-testipatteriston tuoliilta ylösnousu -testillä. Osallistujien polvea ojentavien lihasten maksimivoima parani vasemmalla puolella suhteessa oikeaan Hur-laitteella mitattaessa. SPPB-testipatteriston tuoliilta ylösnousu -testin tulos parani kummankin osallistujan kohdalla.

Tulevaisuudessa pitäisi tehdä yksityiskohtaisempaa tutkimusta siitä, vaikuttaako sairaus voimaominaisuuksiin samalla tavalla kummassakin alaraajassa. Lisäksi tutkimusasetelma olisi syytä tehdä suuremmalle joukolle polyradikuliittia sairastavia. Lopuksi kehittyneemmät NMES-laitteet ja niiden parametrien monipuolinen muokattavuus tulisi olla osana jatkotutkimusta.

Kieli  
suomi

Sivuja 59  
Liitteet 3  
Liitesivumäärä 5

Asiasanat  
polyradikuliitti, sähköärsytyshoito, lihasvoima



THESIS  
May 2023  
Degree Programme in Physiotherapy

Tikkarinne 9  
FI-80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. +358 13 260 600

Authors

Joonas Julkunen, Arttu Altonen

Title

A Case Study on using Electrotherapy to Increase Muscle strength in People who have had Guillain-Barré Syndrome.

Commissioned by

The Finnish Neuro Society

Abstract

This thesis investigated the effect of Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) electric current intervention on maximum strength in people with Guillain-Barré syndrome. The objective of the thesis was to determine the alteration in the maximum strength among the patients diagnosed with Guillain-Barré syndrome, following the implementation of a NMES intervention.

In the research section of the thesis, two participants underwent a 14-week NMES intervention where they engaged in muscle strength training using NMES devices as instructed. Following the intervention, the strength of their knee extensor muscles was measured using a HUR device and the sit-to-stand subtest of the Short Physical Performance Battery (SPPB) tool. The participants showed improvement in the maximal strength of their left knee extensor muscles compared to their right knee extensor muscles when measured with the HUR device. Additionally, both participants exhibited an improvement in the results of the sit-to-stand subtest of the SPPB.

Further investigation is needed in the future to determine if the disease affects the characteristics of strength similarly in lower limbs. Furthermore, a larger sample of individuals with the disease should be included in the research design and the use of more advanced NMES devices allowing a wider range of parameter modifiability.

Language  
Finnish

Pages 59  
Appendices 3  
Pages of Appendices 5

Keywords

Guillain-Barré syndrome, electrotherapy, muscle strength

## Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Polyradikuliitti ja selkäydinvamma neurologisina sairauksina .....	6
	2.1 Polyradikuliitti - Guillain-Barrén oirehtymä .....	6
	2.1.2 Riskitekijät.....	6
	2.1.3 Oireet .....	7
	2.1.4 Tautimuodot.....	8
	2.1.5 Yleisyys ja taudin hoito .....	8
	2.1.6 Etiologia ja patogeneesi.....	9
	2.2 Selkäydinvamma.....	9
	2.2.1 Etiologia ja esiintyvyys .....	10
	2.2.2 ASIA-luokitus sekä tetra- ja paraplegia .....	10
3	Elektroterapia.....	11
	3.1 Neuromuscular electrical stimulation (NMES).....	12
4	Lihaskudos fyysisenä ominaisuutena.....	13
	4.1 Lihaskudos.....	13
	4.2 Lihaskudos.....	15
	4.3 Lihaskudokseen sekä sen kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä .....	16
5	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimusongelma .....	18
6	Opinnäytetyön toteutus .....	19
	6.1 Tapaustutkimus opinnäytetyön menetelmänä.....	19
	6.2 Intervention kuvaus.....	20
	6.3 Osallistujien rekrytointi .....	20
	6.4 Kohderyhmä .....	21
	6.4.1 Osallistujia A.....	22
	6.4.2 Osallistujia B.....	22
	6.5 Tapaustutkimuksen aineistonkeruumenetelmät ja mittarit .....	23
	6.5.1 HUR-laite voimamittarina .....	24
	6.5.2 SPPB-testi .....	26
	6.6 Intervention aloitus ja alkumittaus .....	27
	6.6.1 Intervention harjoittelujakso .....	28
	6.6.2 Intervention päättäminen ja loppumittaukset.....	31
7	Tulokset .....	32
	7.2 Hur-laitteen maksimivoima sekunneissa (0-5 s) .....	35
	7.2.1 Osallistujan A alkumittaus.....	35
	7.2.2 Osallistujan A loppumittaus.....	36
	7.2.3 Osallistujan B alkumittaus.....	37
	7.2.4 Osallistujan B loppumittaus.....	38
	7.3 SPPB:n tuoliltaylösnousu -testi .....	39
	7.4 Yhteenveto.....	41
8	Pohdinta.....	42
	8.1 Tulosten arviointi.....	42
	8.2 Opinnäytetyön prosessin arviointi .....	48
	8.3 Oppimisprosessi ja ammatillinen kasvu .....	50
	8.4 Eettisyys ja luotettavuus .....	50
	8.5 Jatkotutkimus- ja kehittämisideat .....	54
	Lähteet.....	54

Liitteet

Liite 1 Tietoisien suostumuksen lomake

Liite 2 Alkuhaastattelu

Liite 3 Loppuhaastattelu

## 1 Johdanto

Näyttöön perustuva käytäntö on ollut jo pitkään käytössä, vaikka se on viime vuosina ollut erityisesti ihmisten huulilla. Sähkö- eli elektroterapiaa pidetään usein hyödyttömänä sen näytön vähäisyyden vuoksi. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa. Elektroterapian todistepohjassa on kuitenkin aukkoja, mutta se ei tarkoita, että se olisi mitenkään erikoista, sillä kaikilla tieteenaloilla näitä aukkoja löytyy. (Watson 2008, 5.) Tämä on nähtävissä esimerkiksi fysiikassa; yhtäältä kvanttimekaniikka on täysin oikeassa ja toisaalta niin on yleinen suhteellisuusteoriakin. Tärkeää on etsiä ja yrittää löytää syyt sille, miksi näitä aukkoja on olemassa (Watson 2008, 5-6). On siksi oleellista tarkastella ilmiöitä toisista irrallaan, mutta koherenssin saavuttamiseksi on hyvä lähteä purkamaan erilaisuuksien juurisyyt.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää maksimivoiman muutosta NMES-sähkövirta -interventiolla polyradikuliittia sairastavilla. Opinnäytetyöhömmme osallistui kaksi vapaaehtoista ikäihmistä, jotka sairastavat polyradikuliittia. Maksimivoimaa tarkastellaan osallistujien quadriceps- eli nelipäisen reisilihas -lihasryhmän osalta. Opinnäytetyömme nojaa Bochkezanian, Newton, Trajano ja Blazevich vuonna 2018 laatimaan tutkimukseen, jossa NMES-sähkövirtaa annettiin selkäydinvammaisille. Tarkoituksenamme oli pitää edellä mainitun tutkimuksen parametrit niin samanlaisina kuin mahdollista meidän opinnäytetyössämme.

Tässä opinnäytetyössä saatuja tuloksia on pohdittu kattavasti ja erilaisia selitysmalleja on esitetty havaituille ilmiöille. Kattavampi jatkotutkimus on silti tarpeen. Työssä saatujen tulosten perusteella on suotavaa, että elektroterapiaan suhtaudutaan ennakkoluulottomammin niin fysioterapiassa kuin muissakin terveyden- ja hyvinvoinnin osa-alueilla. Saadut tulokset avartavat neurologisen fysioterapian kenttää siten, että on mahdollisuus hyödyntää käytettävien elektroterapiamuotojen yhteensovittamista erilaisissa neurologisissa sairauksissa.

## 2 Polyradikuliitti ja selkäydinvamma neurologisina sairauksina

### 2.1 Polyradikuliitti - Guillain-Barrén oireyhtymä

Polyradikuliitti eli Guillain-Barrén oireyhtymä (GBS) on neurologinen sairaus, jossa immuunivälitteiset hermojuuret ovat tulehtuneet. Taudin syytä ei tunneta kunnolla, mutta esimerkiksi erilaiset infektiot voivat altistaa taudille. Suomessa todetaan vain noin 50-100 tapausta vuodessa. (Atula 2019, 39.)

#### 2.1.2 Riskitekijät

Guillain-Barrén oireyhtymän puhkeamiseen on hankala itse vaikuttaa, mutta on olemassa joitakin riskitekijöitä, jotka tutkimusten mukaan lisäävät riskiä sairastumiseen (Atula, 2019). Yksi harvinainen riskitekijä on leikkaus ja sen jälkeinen aika. Kuusi viikkoa leikkauksesta nostaa riskin kuusinkertaiseksi polyradikuliittiin sairastumiseen (Sipilä & Soilu-Hänninen, 2013).

Guillain-Barrén oireyhtymän puhkeaminen on selkeästi yleisintä virus- tai bakteri-infektion seurauksena, jopa kahdella kolmesta. Oireet alkavat infektion seurauksena yleensä 1 – 4 viikon kuluttua. Yleisimmät taudit ovat hengitystieinfektio ja gastroenteriitti. Kuitenkin myös erilaiset bakteerit voivat sairauden puhkeamista, mutta *Campylobacter jejuni* (Suomeksi: Kampylobakteeri) on parhaiten havaittu olevan osallisena puhkeamisessa. *Campylobacter jejuni* tuottaa infektion, joka aiheuttaa varsinkin aksonaalista polyradikuliitin tautimuotoa. (Kärppä 2009.)

Koronarokote näyttää olevan riskitekijä polyradikuliitin puhkeamisessa erään tutkimuksen mukaan. Shaon ym. (2021) mukaan 18 269 tutkittavasta 39 sai polyradikuliitin ja ensioireet alkoivat keskimäärin 11 päivää koronarokotteen

ottamisen jälkeen. Ensioireita oli esimerkiksi myalgia, parapareesi ja kasvohalvaus. (Shao ym. 2021.)

### 2.1.3 Oireet

Taudin oireet alkavat normaalisti alaraajoista äkillisesti, päivien tai viikkojen aikana. Tyypillistä ensioireille on alaraajoissa esiintyvää pistelyä, puutumista ja tuntohäiriöitä. Ensioireita seuraa tavallisesti lihasheikkous, joka on taudin merkittävin oire. Taudin oirekuva on hyvin vaihteleva alaraajojen tuntohäiriöistä ja lihasheikkouksista aina täydelliseen tetraplegiaan asti. Polyradikuliitissa tavallista on myös erilaiset lihaskivut ja lisäksi taudissa saattaa ilmaantua sydämen rytmihäiriöitä sekä erilaisia virtsarakon toimintahäiriöitä. (Atula, 2019, 40.)

Lihashheikkous voi edetä alaraajoista ylöspäin yläraajoihin asti. Tämä heikentää merkittävästi käden ja kämmenen motorisia toimintoja kuten hampaiden pesemistä, kirjoittamista ja vaatteiden pukemista. Tästä eteenpäin lihashheikkous voi vielä edetä hengityslihaksiin, jolloin hengittäminen heikkenee huomattavasti. Kuitenkin vain noin 25%:lle potilaista kehittyy joitakin hengitykseen liittyviä oireita. (Parry & Steinberg 2007, 10.)

Polyradikuliitin vakavuus vaihtelee yleensä sen mukaan, kuinka pahasti taudin alkuvaiheessa hermosolun aksonit ovat vaurioituneet. Suurimmalla osalla polyradikuliittiin sairastuneista vakavin taso lihashheikkoudessa näkyy jo muutaman viikon sisällä sairastumisesta. Samalla myös parantuminen ja sen edistyminen on seurausta hermosolujen aksoneihin kohdistuneesta vahingon määrästä. Kroonistuneessa vaiheessa jopa 60% sairastuneista kokee jatkuvaa väsymystä. Tämän kaltainen väsymys todetaan yleensä vuoden kuluttua siitä, kun sairaus on diagnosoitu. Vaikkakin väsymyksen vakavuus ei korreloi esimerkiksi sairauden vakavuudessa tai perifeerisen hermon toiminnassa, on kuitenkin löydetty suhde väsymyksessä sekä sentraalisessa aktivaatiossa, kun lihaksia supistettiin toistuvasti. Tähän voi vaikuttaa esimerkiksi motoristen yksiköiden koon vaihtelut ja myelinisaation kaava toipumisvaiheessa. (Lennon, Ramdharry & Verheyden 2018, 313-314.)

#### 2.1.4 Tautimuodot

Guillain-Barrén oireyhtymästä tiedetään neljä (4) erilaista taudin alaryhmää: akuutti inflammatorinen demyelinoiva polyneuropatia (AIDP), akuutti motorinen aksonaalinen neuropatia (AMAN), akuutti sensori-motorinen aksonaalinen neuropatia (AMSAN) ja Miller-Fisherin oireyhtymä (MFS). (Saarela 2017.)

Guillain-Barrén oireyhtymän selvästi tunnetuin ja yleisin tautimuoto on (AIDP) (Parry & Steinberg 2007). Sen oireita ovat äkillinen alaraajoista alkava ja nouseva kipu- ja tuntohäiriö-, tunto- ja lihasheikkousoireisto. Näihin oireisiin saattaa liittyä myös aivohermo-oireita ja autonomisen hermoston toimintahäiriöitä. Näitä toimintahäiriöitä ovat esimerkiksi verenpaineen vaihtelu, hikoiluhäiriöt ja rytmihäiriöt. (Saarela 2017.)

AMAN on yksi polyradikuliitin harvinaisemmista tautimuodoista, jossa lihaskato tulee nopeammin, toipuminen on hitaampaa ja taudista selviytymisen taso jää hieman heikommaksi kuin AIDP:ssä (Saarela 2017). Tätä taudin alamuotoa esiintyy tavallisesti paljon Aasiassa. AMSAN on taudin harvinaisin ja vaikein alamuoto. (Kärppä 2009.) Oireet ovat samantyyppisiä kuin AMAN:ssa, mutta voimakkaammat (Saarela 2017). Maailmanlaajuisesti AMSAN:ia on tavallisimmin Kiinassa lapsilla (Parry & Steinberg 2007,4).

Viimeisin Guillain-Barrén oireyhtymän alamuoto on Miller-Fisherin oireyhtymä. Tämän oireisto keskittyy yleisimmin raajojen kömpelyyteen, silmien liikehäiriöön ja jännevenytysheijasteiden vaimenemiseen. Diagnostiikassa käsitellään IgG-luokan vasta-aineita GT1a tai GQ1b kohtaan. Kuitenkin voidaan todeta, että kaikilla Miller-Fisherin oireyhtymää sairastavilla ei näitä vasta-aineita havaita. (Saarela 2017.) Tämä alamuoto on kaikista tunnetuin Guillain-Barrén oireyhtymästä, noin 5-10% sairastuneista (Kärppä 2009).

#### 2.1.5 Yleisyys ja taudin hoito

Guillain-Barrén oireyhtymän yleisyys Suomessa on noin 50-100 tapausta vuodessa (Atula 2019). Kuitenkin maailmalaajuisesti esiintyvyys kaikissa ikäluokissa on noin 1,1-1,8/100 000 tapausta vuodessa (McGrogan, Madle, Seaman & de Vries 2009). Ilmaantuvuus yli 50-vuotiailla on jo vuosittain 1,7-3,3/100 000 ja on yleisempi aikuisiällä miehillä kuin naisilla (Sejvar, Baughman, Wise & Morgan 2011).

Taudin hoitoon on käytetty veriplasmanvaihtoa sekä immunoglobuliinihoitoa, mutta jälkimmäinen on käytetympi hoitomuoto, koska se on käytännöllisempi ja helpompi toteuttaa. Immunoglobuliinihoidossa kerätään 3000:n – 5000:n ihmisen veriplasmaa ja siitä muodostetaan ainetta, jota annetaan tautia sairastavan laskimoon. Aineen vaikutus perustuu anti-idiotyyppisiin vasta-aineisiin patologisia autovasta-aineita kohtaan. (Elovaara & Hietaharju 2007, 484.)

### **2.1.6 Etiologia ja patogeneesi**

Guillain-Barrén oireyhtymä on yksi yleisimmistä ääreishermostossa olevista neuroimmunologisista sairauksista. Sairauden kanssa kamppailevista noin 50 %:lle kehittyy kasvohermohalvaus ja se on tyypillisesti molemminpuolinen. Tyyppillinen löydös sairautta tutkittaessa on lievä mononukleaarinen pleosytoosi (noin 10 leukosyyttia/mm<sup>3</sup>) sekä korkea proteiinipitoisuus aivo-selkäydinnesteessä. Taudilla on lukuisia alatyypiluokkia, joista yleisin on akuutti inflammatorinen demyelinoiva polyneuropatia. (AIDP) (Elovaara & Hietaharju 2007, 481.) Muut alatyypiluokat on esitelty aiemmin.

Joissain tapauksissa akuutti polyradikuliitti saattaa edesauttaa HIV-vastaainepitoisuuden nousua. Joten sen vuoksi HIV-infektion saaminen saattaa olla todennäköisempää Guillain-Barrén oireyhtymää sairastavilla kuin sairastamattomilla. (Soinila & Kaste 2015.)

## **2.2 Selkäydinvamma**

Selkäydin on halkaisijaltaan yhden senttimetrin paksuinen ja pituudeltaan 42-45 senttimetriä pitkä ja se sijaitsee selkärangassa selkäydinkanavassa. Selkäydin voidaan jakaa pituussuunnassa neljään eri osaan. Selkäytimessä on 31 paria selkäydinhermoja. (Holtz 2010, 13.)

Selkäydinvamma voidaan jakaa karkeasti kahteen eri ryhmään: traumaattiseen -ja ei-traumaattiseen selkäydinvammaan. Selkäydinvamma saa alkunsa, kun selkäydin vaurioituu. Traumaattisen selkäydinvamman yleisimmin aiheuttaa jokin ulkoinen isku, kuten pudotukset ja auto-onnettomuudet. Ei-traumaattiseen selkäydinvammaan voi johtaa erilaiset sairaudet, infektiot ja kasvaimet, jotka vaurioittavat selkäydintä. (Fehlings 2013, 8.)

### **2.2.1 Etiologia ja esiintyvyys**

Mikä tahansa selkäyttimeen kohdistuva vaurio johtaa neurologisen toiminnan vajauteen, joka näkyy motorisen tai sensorisen toiminnan muutoksena. Tämä muutos on mahdollista ennustaa vain osittain, mutta tähän vaaditaan tieto siitä, mihin selkäytimen segmenttiin trauma on tullut. Kaikki vahingot eivät välttämättä ole pysyviä, sillä on osoitettu, että keskushermostolla on kyky regeneroitua ja parantua. (Stokes & Stack 2012, 55-56).

Suomessa on noin 5000 selkäydinvammaista ja miehillä esiintyy traumaperäistä selkäydinvammaa jopa nelinkertaisesti naisiin verrattuna. Selkäydinvammaan sairastutaan yleensä noin 40 ikävuoden paikkeilla. (Ahoniemi ym. 2015.)

### **2.2.2 ASIA-luokitus sekä tetra- ja paraplegia**

Selkäydinvamman vakavuutta sekä sen esiintymistasoa kuvataan ASIA-luokituksella (American spinal cord injury association). Luokituksen avulla potilaalta testataan dermatomit (ihon hermotusalueet) sekä myotomit (yksittäinen hermo, joka hermottaa lihaksia). Näiden kahden avulla potilaan kosketustunnosta,

lihasvoimasta sekä näiden hermotuksesta saadaan informaatiota, jonka perusteella voidaan luokitella, minkä asteisesta selkäydinvammasta on kyse. On kuitenkin huomioitava, että tämä luokitus antaa vain tietyn osan kliinisesti merkittävästä informaatiosta, joten täydellinen neurologinen tutkiminen olisi aina tarpeen. (Holtz 2010, 73-75.)

Tetraplegia ja paraplegia ovat selkäydinvammasta johtuvia halvauksia. Tetraplegia, joka johtuu siitä, että kaularangan alueelle kohdistunut vaurio selkäytimessä johtaa molempien käsien ja jalkojen halvaukseen. Paraplegiassa selkäytimeseen kohdistunut vaurio on kaularangan alapuolella. Tällöin halvaus näkyy jalkojen ja mahdollisesti keskivartalon toimimattomuutena. (Holtz 2010, 43.)

### **3 Elektroterapia**

Elektroterapiaa (toiselta nimeltään sähköterapia) on käytetty kauan hoitomuotona terapiassa. Sen käytön yleisyys on vaihdellut ajan saatossa, mutta nykyäänä elektroterapiaa käytetään kuitenkin täydentämään hoitoa ja kuntoutusta eikä sitä pidetä kuntoutuksen olennaisena osana. Suurin ongelma terapeuteilla on löytää virtamuodoista se, mikä olisi hyödyllisin; monet käytetyt virtamuodot ovat menettäneet suosiotaan. Tilannetta hankaloittaa myös markkinoille tulevien uusien laitteiden ja hoitomuotojen määrä. Näiden seurauksena terapeuttien on vaikeata tiedostaa, onko kyseessä täysin uusi virtamuoto vai modernisoitu versio jo olemassa olevasta virtamuodosta. (Watson 2008, 3.)

Elektroterapia voi olla kliinisesti tehokasta, kun käytetään hoidettavaan ongelmaan sopivaa hoitomuotoa oikealla annostuksella. Tällä voidaan merkittävästi kohentaa potilaan hyvinvointia ja paranemista. On kuitenkin muistettava, että elektroterapia ei välttämättä sovi kaikille. Kuntoutuksessa vallitsee yleinen tietoisuus siitä, mikä terapiamuoto toimii yhdelle ei välttämättä toimi toiselle. Syitä yksilöiden välisille eroille ei tiedetä hyvin. (Watson 2008, 4.)

Elektroterapiassa käytettävät laitteet koostuvat osasta, joka itse tuottaa sähköisen signaalin sekä sähköistä signaalia välittävät elektrodit. Nämä lähetetyt

signaalit ovat virtamuodoissa joko tasavirtaa tai vaihtovirtaa. Elektrodit asetetaan lihaksen päälle ja ne siirtävät laitteen tuottaman sähkövirran siihen kudokseen, johon elektrodit on asetettu. (O'Clock 2007, 3.)

Tasavirta on seurausta, kun tasajännitelähteen napaisuus ei muutu missään vaiheessa. Tästä johtuu, että sähkövirta kulkee jatkuvasti vain yhteen suuntaan; positiivisesta navasta kohti negatiivista napaa. Vaihtovirrassa puolestaan napaisuus vaihtelee ja sen seurauksena myös sähkövirran suunta muuttuu jaksoittain. (Ahoranta 2015, 27-28.)

Se miten ihminen reagoi sähkölaitteeseen asetettuihin parametreihin (pulssin taajuus, amplitudi sekä pulssin kesto) on riippuvaista ihmisen terveydentilasta. Monet sairaudet herkistävät ihmisen esimerkiksi juuri tietyille taajuuksille tai sähkövirran voimakkuudelle. (O'Clock 2007, 3.)

Valinta tasa- ja vaihtovirran välillä sekä käytettävä taajuus on otettava huomioon, kun valitaan hoito- tai harjoittelumuotoja. Tähän valintaan vaikuttaa olennaisesti esimerkiksi käyttäjien terveydentila sekä elektrodien asettelussa havaitut rajoitteet. (O'Clock 2007, 125.)

### **3.1 Neuromuscular electrical stimulation (NMES)**

NMES on eräänlainen elektroterapian hoitomuoto, jota käytetään esimerkiksi kivun lievitykseen sekä lihasten vahvistamiseen. Kuitenkin ensisijaisesti NMES:iä käytetään lihaksen aineenvaihdunnan lisäämiseen ja kuntouttamiseen potilailla (Kauranen 2018, 566). NMES:in on löytänyt Snyder-Mackler vuonna 1995, jolloin hän osoitti, että NMES:in avulla tehty harjoitus quadriceps-lihasryhmälle oli tehokkaampi kuin normaali vapaa lihasvoimaharjoitus (Kitchen, 2002, 243). Kitchenin (2002) mukaan terveelle lihakselle annettu sähköstimulaatio ei merkittävästi paranna lihasvoimaa verrattuna vapaaseen lihasvoima harjoitteluun. Kuitenkin poikkeuksia on löydetty vatsalihasten osalta, jossa on todettu, että NMES:iä antamalla on saatu parempia tuloksia kuin pelkästään vapaalla lihasvoimaharjoittelulla. Selvästi parempia tuloksia on saatu atrofoituneiden lihasten osalta, mutta intensiteetin ja ohjelman pitää olla kuitenkin tarpeeksi rasittavia

lihakselle. (Kitchen 2002, 244.) Alun perin NMES on kehitetty parantamaan urheilijoiden lihasvoimaa (Denegar, Saliba & Saliba 2010, 159).

Tavoitteena NMES:n käyttämiselle on se, että saadaan lihassäikeiden tetaani-nen supistuminen, jonka vasteena on motoristen hermojen depolarisaatio iholle asetettuja elektrodeja hyödyntäen. Lihaksen supistuminen ja NMES:n hyöty koostuvat sähköimpulssin frekvenssistä, intensiteetistä, kestosta, lämpötilasta sekä elektrodien paikasta ja koosta. Näiden kaikkien yhteisvaikutus muodostaa sen, miten tiettyä hoitomuotoa saadaan hyödynnettyä asiakkaalle. (Watson & Nussbaum 2021, 245.)

Urheilulääketieteessä NMES:iä on käytetty jo pitkään lihasten vahvistamiseen esimerkiksi pitkien harjoitteleamattomuusjaksojen aikana. Näihin on käytetty erilaisia virtamuotoja, kuten purskemoduloitua vaihtovirtaa ((burst-modulated alternating current) käytetty myös joissakin lähteissä nimellä "Russian current")) sekä kaksivaiheista pulssivirtaa (biphasic pulsed current). Molemmat virtamuodot kuuluvat NMES:iin. NMES:stä on näyttöä, että se voi parantaa toiminnallista suorituskykyä erilaisissa voimaliikkeissä. (Lake 2012, 89.)

NMES:n harjoitusvaikutuksia on selitetty kahdella eri tavalla. Ensimmäisen selitysmallin mukaan harjoitusvaikutus tapahtuisi samalla tavalla kuin lihasvoimaharjoittelun tuottaman lihasvastusharjoittelun seurauksena. Kuitenkin edellyttäen sitä että, toistoja tulisi vain vähän, mutta suurella ulkoisella kuormituksella sekä suurella lihaksen supistuksella. Toinen selitysmalli liittyy lihasten syttymisjärjestykseen. NMES:llä muutetaan lihasten syttymisjärjestystä eli tyyppin II lihas solu syttyisi ennen tyyppin I lihassolua, päinvastoin kuin tavallisesti. Tyyppin II lihassoluilla on absoluuttisesti enemmän voimaa, joten NMES-terapia lisäisi lihaksen kokonaisvoimaa. (Lake 2012, 91.).

## **4 Lihaskudoksen fyysisen ominaisuutena**

### **4.1 Lihaskudos**

Ihmisen painosta voi lähes puolet olla lihaskudosta, mutta yleensä se on noin 25-40% riippuen sukupuolesta (Häkkinen, Kalaja, Mero & Nummela 2016, 67). Supistumiskyky on ennen kaikkea ominaista juuri lihaskudokselle (Nienstedt, Hänninen, Arstila & Björkqvist 2009, 120). Luurankolihasia ihmisellä on yli 600 ja ne kaikki osallistuvat ihmisen liikkeisiin. Luurankolihas on erinäisten kalvora-kenteiden peitossa ja ne yhdessä jänteen kanssa liittyvät luuhun kiinni. Lihak-sen poikkileikkaus pinnallisemmasta kalvosta syvimpään kudokseen on seuraav-lainen: epimysium, perimysium, endomysium, lihassykimppu, lihassolu, tuma, sarkolemma, sarkoplasma. (Häkkinen ym. 2016, 72.)

Kuitenkin lihasta ympäröi eräänlainen peitinkalvo, jota kutsutaan faskiaksi. Fas-kia, joka on sidekudosta, estää lihasta repeämästä, kun siihen kohdistuu voima-kas venyminen, koska filamentit (aktiini- ja myosiinisäikeet) sekä lihassyt liuku-vat lomittain eivätkä ole toisissaan kiinni. (Nienstedt ym. 2009, 125.)

Poikkijuovainen lihaskudos (luustolihas) vaikuttaa ihmisellä pääosin tahdonalai-sesti, kuitenkin useat ihmisen liikkeet tapahtuvat automaattisesti ilman sen suu-rempaa miettimistä. Poikkijuovaisessa lihaskudoksessa on sekä hitaita, että no-peita lihassyitä. Tyypin II lihassolut tunnetaan nopeina ja tyypin I lihassolut hi-taina. Lihaskudos muodostuu 10-100 mikrometrin paksuista ja 5-50 millimetrin pituisista lihassyistä. (Nienstedt ym. 2009, 127.)

Sileä lihaskudos on usein kiinnittynyt ihoon ja ei koskaan luihin, kuten poikki-juovainen lihas. Sileä lihaskudos supistuu autonomisen hermoston käskyttä-mänä, joten sitä ei käskytetä tahdonalaisesti. Sillä on myös supistumisnopeus ja reagointi käskytykseen hitaampaa eikä se ole niin vahva kuin samankokoinen poikkijuovainen lihas. Sileä lihaskudos koostuu 3-10 mikrometrin paksuista ja 0,02-0,05 millimetriä pitkistä poikkijuovattomista soluista. (Nienstedt ym. 2009, 130.)

Sydänlihaskudos vastaavasti muistuttaa hieman poikkijuovaista- sekä sileää li-haskudosta ja sillä on molempien kudosten ominaisuuksia. Tätä kudosta on vain sydämessä ja sen hermottaa tahdosta riippumaton autonominen hermosto. Sydänlihassolut ovat 10-20 mikrometriä paksuja; hieman paksumpia kuin sileät lihassolut. (Nienstedt ym. 2009, 130.)

## 4.2 Lihassoima

Lihassoimaan vaikuttaa monet eri hermostolliset tekijät. Kuitenkin tärkein lihassoimaa kehittävä tekijä on lihassolujen koon kasvu. Sen sijaan lihassolujen määrään on hankalampi vaikuttaa pelkällä lihassoimaharjoittelulla. Proteiinirakenteiden määrä lihassolussa vaikuttaa merkityksellisesti voimantuottoon sekä siihen, miten lihas pystyy käyttämään ja hyödyntämään voimaa. Jännerakenteet vaikuttavat myös lihassyöhön ja siihen, miten eksentrisen ja konsentrisen vaiheen yhteistyö on mahdollisimman optimaalinen liikuttaessa mahdollisimman isoa kuormaa. (Hulmi 2017, 22.)

Nienstedtin ym. (2009) mukaan vastaavasti lihaksen supistusvoima riippuu merkittävästi siitä, että miten monta motorista yksikköä osallistuu lihaksen toimintaan ja käyttöön. Kuitenkin lihas pystyy säätelemään supistuksen vahvuutta ja lihaksen heikon supistumisen takia sen ei tarvitse käyttää kaikkia motorisia yksiköitä. Voimakkaiden supistusten aikana vastaavasti loputkin yksiköt osallistuvat toimintaan aktiivisesti. (Nienstedt ym. 2009, 150.)

Nienstedtin ym. (2009) mukaan lihassyitä on kahdenlaisia: nopeita ja hitaita. Punaiset lihassolut ovat hitaita ja kestäviä. Niissä on pääosin pelkästään hitaita lihassyitä, joissa on paljon mitokondrioita ja myoglobiinia. Näihin kahteen on varastoitunut happea, jota lihas käyttää esimerkiksi pitkäaikaisissa suorituksissa kuten pitkällä juoksulenkeillä. Punaiset lihassolut käyttävät energian aerobisesti eli hapen avulla. (Nienstedt ym. 2009, 150.)

Valkoiset lihassolut ovat taas vastaavasti nopeita reagoimaan ja niissä on paljon nopeita lihassyitä. Energian ne tuottavat ATP:n avulla anaerobisella glykolyysillä. Erona punaisiin lihassoluihin on se, että energiaa saadaan vähemmän käyttöön ja siksi valkoiset lihassolut väsyvät todella nopeasti. Silmänliikuttajalihaksissa on lähinnä valkoisia lihassoluja, koska silmässä tarvitaan teräviä ja tarkkoja liikkeitä. (Nienstedt ym. 2009, 152.)

Maksimivoimaharjoittelu jaetaan karkeasti kahteen eri kategoriaan: hermostollisen- ja hypertrofinen voimaharjoittelu. Lähtökohtaisesti hermostollisella maksimivoimaharjoittelulla kehitetään hermostoa aktivoimaan lihaksia, mutta

käytännössä mitä suuremmat lihakset henkilöllä on, sitä enemmän teoriassa hän pystyy tuottamaan voimaa. Hermostollisessa maksimivoimaharjoittelussa toistomäärä on vähäinen, eli 1-4 toistoa yhtä sarjaa kohti. Hypertrofisessa maksimivoimaharjoittelussa keskitytään enemmän lihaksen poikkipinta-alaan kuin hermostollisessa harjoittelussa. Harjoittelua tehdään noin 5-15 toistomäärillä kuorman ollessa 60-80 % maksimikuormasta. Molemmilla harjoittelumenetelmillä vaikutetaan lihaksen nopeisiin motorisiin yksiköihin, mutta hypertrofisella maksimivoimaharjoittelulla vaikutetaan myös hitaisiin motorisiin yksiköihin. (Hakkarainen 2009, 203-205.)

### **4.3 Lihassoiman sekä sen kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä**

Motoristen yksiköiden määrällinen aktivoituminen on suorassa yhteydessä tuotetun lihasvoiman suuruuteen. Samanaikainen motoristen yksiköiden aktivoituminen ja lihassolujen supistuminen johtaa voimakkaampaan lihasvoiman tuotantoon. Motoriset yksiköt aktivoituvat tietyissä sekvensseissä liikkeen aikana, mikä pohjautuu yksiköiden kokoon. Tyypin I yksiköt, niiden alhaisen ärtyvyyskynnyksen seurauksena, aktivoituvat ensimmäisenä voimantuottotasoissa, joissa ei vaadita suuria voimia, kun taas suurimmat eli tyypin II yksiköt aktivoituvat viimeisenä eli silloin, kun vaaditaan maksimaalisen voimantuoton tasoja, sillä tyypin II yksiköiden ärtyvyyskynnys on korkea. Lisäksi tuotettu lihasvoima on riippuvainen aktivoitujen motoristen yksiköiden syttymisjärjestyksestä, jossa suurempi syttymistäajuus johtaa suurempaan voimantuottoon. Kun syttymisjärjestys kasvaa, samalla kasvaa yksittäisen motorisen yksikön voima, jopa niin että kymmenkertainen kasvu on mahdollinen. Keskushermosto aloittaa tyypin I soluista ja nostaa tasaisesti niiden syttymisjärjestyttä, kunnes maksimaalinen voimantuotto on saavutettu. 50% lihaksen maksimaalisesta voimantuotosta, kaikki hitaat yksiköt ovat aktivoitu maksimaalisella syttymistäajudella. Mikäli tarvitaan lihasvoimaa lisää, nopeampia motorisia yksiköitä aktivoidaan ja niiden syttymisjärjestys nostetaan maksimiin. Tämä osoittaa, kuinka keskushermosto kontrolloi voimantuottoa. (Kauranen 2014, 175-176.)

Katekoliamiineilla, noradrenaliini ja adrenaliini sekä näiden esiaste dopamiini, joita tuotetaan lisämunuaisissa ja sympaattisen hermoston hermosoluissa, on anabolinen vaikutus lihaksiin vaikuttamalla nostattavasti lihaksien voimantuottoon, supistumistaajuuteen, energian saatavuuteen sekä stimuloimalla muiden hormonien tuottamista kuten testosteronin (Kauranen 2014, 420.)

Teixeira-Coelho ym. (2020) osoittivat, että kohtuullinen alkoholiannoksen nauttaminen ennen urheilusuoritusta vaikuttaa laskevasti suoritukseen. Alkoholin nauttimisen jälkeen veren laktaattipitoisuus nousi ja tämä vaikuttaa alentavasti suorituskykyyn. Harjoituksen intensiteetillä ei näytä olevan yhteyttä kohonneisiin veren laktaattitasoihin. (Teixeira-Coelho 2020.)

Kofeiinia on tutkittu jo vuosikymmenien ajan suorituskyvyn mahdollisena lisääjänä. Kruk, Pekkarinen ja Hänninen (1999) toteavat tutkimuksessaan, että niillä hyppytestin tekijöillä, jotka olivat nauttineet kofeiinia ennen testiä, olivat laktaattitasot nousseet 60 sekuntia testin jälkeen verrattuna kontrolliryhmään.

Kofeiinilla on suorituskykyä parantava vaikutus isometriseen voimaan alaraajan lihaksilla (Grgic, Trexler & Lazinica 2019). Kofeiinin vaikutus suorituskykyyn riippuu myös paljon ihmisen solutyypeistä ja sarkomeerien pituudesta sekä siitä, miten herkkiä ne kofeiinille ovat. Oletettavasti tyyppin I lihassolut ovat herkempiä kofeiinille kuin tyyppin II lihassolut. Kuitenkin huomattavaa merkitystä kofeiinista saadaan vain erittäin suurilla annoksilla, jotka eivät kuitenkaan ole inhimillisiä. (Nehlig & Derby 1994.)

Lihavoimaharjoitteluun sisältyy kymmenen yleistä peruseriaatetta, jotka edistävät harjoittelijaa jatkuvasti ilman, että kehitys pysähtyy. Ensimmäisen periaatteen mukaan, joka on ylläritusperiaate, harjoittelijan halutessa muutoksia lihas kudoksiinsa, harjoittelun määrän sekä sen intensiteetin pitää olla korkeampi kuin päivittäisissä toiminnoissa. Tämä saadaan aikaan nostamalla frekvenssiä, kestoja tai intensiteettiä. Toinen peruseriaate (spesifisyys) ohjaa harjoittelemaan niitä lihaksia, joihin lihasvoiman kasvua toivotaan. Samalla huomiota kannattaa kiinnittää niille nivelkulmille sekä liikeradoille, jotka esiintyvät lihaksen supistuessa sekä lihastyömuodoille, jotka vaativat voiman kasvattamista. Progressiivisuusperiaate on kolmas sääntö ja sen mukaan on huomioitava, että harjoittelu on koko ajan progressiivista harjoittelun määrän, laadun ja intensiteetin näkökulmasta. Aluksi olisi hyvä nostattaa määrää, jotta saadaan anatomiset

muutokset, ja näiden muutosten jälkeen vasta nostattaa intensiteettiä (fysiologiset muutokset). Neljäs periaate on palautuvuusperiaate, joka osoittaa, että adaptaatiomuutokset, jotka ovat syntyneet harjoittelun tuloksena, ovat palautuvia; neurolihasjärjestelmä hakeutuu uudelle ja alemmalle tasolle, kun lihasvoimaharjoittelu pysähtyy. Viides harjoittelusääntö (yksilöllisyys) kuvastaa, kuinka lihasvoimaharjoittelu on suunniteltava ottaen huomioon henkilökohtaiset ominaisuudet kuten antropometriset ja fysiologiset tekijät, ravitsemus ja ikä. Kuudennen harjoittelusäännön (monipuolisuus) mukaan palautumisen edistämistä sekä adaptaation välttämistä on mahdollista edesauttaa, kun lihasryhmiä ja niihin kohdistuneita harjoituksia vaihtelee. Kun harjoituksia muutetaan, lihas ei totu vain tiettytyyppiseen rasitukseen. Seitsemäs harjoittelusääntö (aktiivinen henkinen osallistuminen) ohjaa harjoittelemaan siten, että keskittyy liikkeeseen suorituksen aikana ja aktiivisesti osallistuu koko harjoitteluprosessiin. Keskittymällä liikkeeseen sekä tietoisesti ajattelemalla harjoitusta sen suorituksen aikana parantaa huomattavasti lihaksen neuraalista ohjausta. Elimistön adaptaatio harjoitteluun eli kahdeksas harjoittelusääntö kuvaa, kuinka keho sekä neurolihasjärjestelmä adaptoituu nopeasti tehtävään lihasvoimaharjoitteluun ja siten sama vastustaso ei enää aiheuta vahvaa stressireaktiota. Yhdeksäs periaate eli levon ja kuormituksen suhde hahmottaa, kuinka lihasvoimaharjoittelun jälkeen lepo on ratkaisevassa asemassa korjattaessa harjoittelun aikana tapahtuneet vauriot sekä palauttamassa tasapainotilaa, joka järkkyy voimaharjoittelun aikana. Viimeinen sääntö (keskittymisen merkitys) kuvastaa, kuinka täydellinen keskittyminen ja totaalinen läsnäolo ovat tarvittavia komponentteja optimaaliselle lihasvoimaharjoittelun vasteelle. (Kauranen 2014, 382-386.)

## **5 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimusongelma**

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa tietoa elektroterapian käytöstä neurologisten sairauksien fysioterapiassa.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää maksimivoiman muutosta NMES-interventiolla polyradikuliittia sairastavilla.

Tutkimusongelma: Miten polyradikuliittia sairastavien ihmisten maksimivoima muuttuu 14 viikon NMES-interventiolla.

## **6 Opinnäytetyön toteutus**

### **6.1 Tapaustutkimus opinnäytetyön menetelmänä**

Tapaustutkimuksella tarkoitetaan tavallisesti yksittäisten tapausten tutkimista eli casen tutkimista, jonka avulla pyritään saamaan kokonaisvaltainen kuvaus tietyistä tutkittavasta ilmiöstä. Tutkimuksen kohteena voi olla esimerkiksi yritys, toimiala tai ihminen. (Kananen 2013, 54, 75.) Tämän opinnäytetyön tutkimuksessa osiossa tarkastellaan kahta osallistujaa ja heidän voimaominaisuuksiensa. Polyradikuliitti eli Guillain-Barrén syndrooma on sairaus, jonka taudinkuva voi olla hyvin yksilöllinen ja siksi osallistujien taudinkuvaan liittyen yksityiskohtaisempi tarkastelu on perusteltua.

Tapaustutkimukselle on ominaista se, että toteutus tapahtuu osallistujien omassa toimintaympäristössä useita tietolähteitä käyttäen ja hyödyntäen (Kananen 2013, 54, 56). Tässä opinnäytetyössä on tarkoituksena mitata osallistujien voimankehitystä 14 viikon NMES-harjoittelujakson aikana. Tapaustutkimuksessa hyödynnetään tutkimuskysymysten ja tutkimusongelman tuomia tarkastelutapoja sekä niiden tuomia kysymyksiä tutkimuksen tuomista ongelmista ja hyödyistä esimerkiksi fysioterapiaan. Haasteena tälle tutkimustavalle on se, että siitä ei voi tehdä yleistyksiä, koska tutkittavia on vain vähän. (Kananen 2013, 54, 56.) Tässä opinnäytetyössä laadullista aineistoa on kerätty haastatteluilla ja määrällistä aineistoa interventiolla. Näitä molempia on pyritty monipuolisesti hyödyntämään tuloksia arvioitaessa. Tavoitteenamme on siksi kuvata ja arvioida mahdollisimman tarkasti koko interventiojakso molempien osallistujien

osalta. Tapaustutkimus mahdollistaa tarkemman ja yksilöllisen analysoinnin tutkimuksesta.

## **6.2 Intervention kuvaus**

Opinnäytetyömme interventio perustuu Bochkezanian ym. (2018) tutkimuksessa toteuttamaan NMES-sähköterapiainterventioon selkäydinvammaisille. Opinnäytetyössä hyödynsimme lähes samoja parametrejä, joilla toteutimme NMES-sähköterapiaintervention polyradikuliittia sairastaville henkilöille. Interventiojakson kesto oli yhteensä 14 viikkoa, joista kaksi ensimmäistä oli kontrollijakso ja viimeiset 12 viikkoa varsinainen harjoittelujakso.

Osallistujia ei kielletty tekemään mitään normaalista poikkeavaa fyysistä aktiivisuutta interventiojakson aikana, mutta sitä toivottiin, sillä normaalista poikkeava fyysinen rasitus olisi voinut vaikuttaa tuloksiin ja tämä olisi voinut heikentää intervention toistettavuutta ja tulosten luotettavuutta. Molemmat osallistujat harrastivat säännöllisesti liikuntaa, mutta he eivät kuitenkaan aktiivisesti tehneet lihasvoimaharjoittelua. Tämä oli merkittävä tekijä osallistujien opinnäytetyöhön soveltuvuutta tarkasteltaessa.

## **6.3 Osallistujien rekrytointi**

Tapaustutkimukseemme valikoitui kaksi (2) osallistujaa. Etsimme Neuroliiton internet-sivuilta muutaman Guillain-Barrén oireyhtymää sairastavaa henkilöä, joihin olimme yhteydessä sähköpostin välityksellä keväällä 2022. Toinen heistä vastasi ja suositteli laittamaan viestiä tiettyyn Facebook-ryhmään, jossa oli vain polyradikuliittia sairastavia henkilöitä. Emme päässeet kyseiseen ryhmään sisään, koska julkaisut siellä ovat henkilökohtaisia. Ryhmän ylläpitäjä kuitenkin otti myöhemmin meihin yhteyttä ja välitti tiedon opinnäytetyöstämme. Facebook-ryhmästä saimme lopulta yhden osallistujan opinnäytetyöhömme. Toinen

osallistuja löytyi koulutusorganisaatiomme kautta ja hänelle laitoimme sähköpostia halukkuudesta osallistua opinnäytetyöhöemme.

Ennen varsinaista alkuhaastattelua olisi suotavaa tehdä koehaastattelu. Tämä auttaa siinä, että haastattelutilanne olisi mahdollisimman sujuva ja mutkaton. Koehaastattelu lisää myös opinnäytetyön luotettavuutta. (Hirsjärvi & Hurme 2000, 198.) Koulutusorganisaatiomme Karelia-ammattikorkeakoulun kautta saamme osallistujan kanssa tapasimme toukokuussa 2022 kasvokkain Karelia ammattikorkeakoulun tiloissa. Tämä toimi ikään kuin koehaastatteluna. Samalla kerroimme opinnäytetyön tutkimuksellisen osan suunnitelmasta ja arvioiduista aikatauluista sekä saimme tarkastella tarvittavia sairauskertomuksia osallistujan Guillain-Barrén oireyhtymästä. Toisen osallistujan kanssa kasvokkain tapahtuva tapaaminen ei valitettavasti ollut kohtuullista, sillä hänen asuinpaikkansa sijaitsi kohtuuttoman välimatkan päässä koulutusorganisaatiostamme. Lisäksi etänä tapahtuva tapaaminen olisi ollut muuten toimiva konsepti, mutta potilaskertomusten näyttämiseen laitteiden välityksellä on suhtauduttava harkitsevasti; emme voineet olla täysin varmoja etäyhteyspalveluihin tallentuvasta informaatiosta ja siksi emme toteuttaneet etäyhteyden välityksellä suoritettavaa koehaastattelua.

Molempien osallistujien kanssa sovimme kevään aikana, että olemme heinäkuussa 2022 yhteydessä sähköpostitse tarkemmasta päivämäärästä ja ajasta alkuhaastatteluun ja -mittauksiin liittyen. Tässä vaiheessa kerroimme jo, että alkumittauspäivä tulisi olemaan 8.8.2022.

Heinäkuun lopulla laitoimme molemmille osallistujille sähköpostia, jossa kerroimme tarkemman aikataulun opinnäytetyön tutkimuksellisen osion aloittamisesta sekä sen, miten alkumittauspäivään tulisi valmistautua.

#### **6.4 Kohderyhmä**

Kohderyhmäksi opinnäytetyöhön valikoitui kaksi polyradikuliittia sairastavaa henkilöä, jotka olivat iältään 66 -ja 68 -vuotiaita. Molemmat henkilöt allekirjoittivat tietoisesta suostumuksesta lomakkeen (liite 1), jossa kerrottiin osallistujien

oikeuksista, opinnäytetyön tekijöiden velvollisuuksista sekä yleisistä ihmiseen kohdistuvasta eettisistä käytännöistä. Ensimmäinen osallistuja allekirjoitti tietoisensa suostumuksen -lomakkeen koehaastattelun yhteydessä. Toiselle osallistujalle lähetimme tietoisensa suostumuksen -lomakkeen sähköpostitse. Hän tulosti, allekirjoitti, skannasi ja lähetti asiakirjan takaisin meille sähköpostitse.

Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettisiä periaatteita kunnioitettiin. Esimerkiksi osallistujien oikeuksia kunnioitettiin ja heitä kohdeltiin täysin tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeiden mukaan. Emme mainitse opinnäytetyössä kohdehenkilöiden nimiä anonymiteetin säilyttämiseksi. Olemme opinnäytetyötä tehdessä sekä sen valmistuttua salassapitovelvollisia. (Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019.)

#### **6.4.1 Osallistuja A**

Osallistuja A toi alkuhaastattelun yhteydessä potilastietonsa tarkasteltavaksi. Niistä kävi ilmi, että diagnoosi polyradikuliitista oli tehty vuonna 2013. Tasa-paino oli heikentynyt muutaman kuukauden ajan sairauden puhkeamisesta. Takareiden voimat olivat myös todella alhaiset alussa, mutta sittemmin palautuneet normaalille tasolle. Liikkumattomuus ja kylmät jalat ovat tuottaneet vuosien aikana spastisuutta alaraajoihin. Spastisuus erityisesti esiintyy varpaiden ojentajissa ja säären ulkoreunalla. Osallistujalla A ei ole pahenemisvaihetta sairautteen liittyen. Osallistuja A kokee, että liikunnalla on suuri merkitys sairauden oirekuvaan. Sairaus on puhjennut osallistujan ollessa työelämässä ja työnkuvaa jouduttiin aluksi hieman helpottamaan.

#### **6.4.2 Osallistuja B**

Osallistuja B toi alkuhaastattelun yhteydessä potilastietonsa, josta näkyi, että hän on saanut lääkärin diagnoosin polyradikuliitista vuonna 2021. Hänen

kohdallansa sairauteen kuuluu pahenemisvaihe. Osallistuja kokee, että sairaus on vaikuttanut elämänlaatuun laskevasti; tuolilta ylösnousu, portaissa kävely, pukeminen ja peseytyminen ovat vaikeutuneet. Tällä hetkellä osallistuja pystyy kävelemään omin avuin, mutta alkuvaiheessa pyörätuolin käyttö oli välttämätöntä.

Osallistujalla on henkilökohtainen avustaja ja hän kokee sen todella hyödylliseksi. Hän kertoo, että kuitenkin fysioterapiasta ei ole ollut apua, mutta saa yksilöllistä kuntoutusta. Osallistujan B kohdalla polyradikuliitti on pahenemisjaksoja ja päivittäin iltaa kohden ongelmia ilmenee esimerkiksi tasapainon kanssa. Osallistujan B kohdalla tauti ilmenee selvästi eniten jalkapohjista polviin sekä sormista kyynärvarsiin. Osallistuja kuvailee, että edellä mainituilla alueilla on tikkua, puutuneisuutta sekä spastisuutta. Osallistuja kertoo kivun olevan ajoittain sietämätöntä ja pahimmat kiputilat tulevat iltaisin ja öisin pohkeiden ja säärien alueelle. Hän mainitsee, että lihasvoimat ovat heikentyneet ja se näkyy esimerkiksi kantamisessa ja korkkien avaamisessa. Osallistuja B ei harrasta mitään liikuntaa arkiliikunnan lisäksi. Sairaus on puhjennut osallistujan ollessa eläkkeellä, joten on vaikea arvioida, miten sairaus olisi vaikuttanut hänen aikaisempaan työkuvaansa. Osallistujan sosiaaliset suhteet ovat kaventuneet huomattavasti sairauden puhkeamisen jälkeen.

## 6.5 Tapaustutkimuksen aineistonkeruumenetelmät ja mittarit

Opinnäytetyön tutkimuksellisen osuuden menetelmäksi valikoitui kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä. (Heikkilä 2014.) Kvantitatiivinen tutkimus sopii hyvin niihin tutkimuksiin, joissa tutkitaan suurta määrää tutkittavia ja tuloksia tarkastellaan mieluummin numeraalisesti kuin tekstin muodossa. Tavallisesti määrällinen tutkimus vastaa kysymyksiin esimerkiksi missä, mikä tai kuinka usein. (Heikkilä 2014.). Vaikkakin emme suuria määriä dataa kerää, silti numeerinen data on keskiössä tässä opinnäytetyössä.

Valitsimme mittareiksi Hur-voimalaitteen mittaamaan isometristä maksimivoimaa sekä tuolilta ylösnoუსutestin, joka on lyhyen fyysisen suorituskyvyn

patteristosta (SPPB). Näillä testeillä keräsimme aineistoa siitä, miten osallistujien alaraajojen maksimivoima on muuttunut. Molemmat ovat luotettavia ja helposti toistettavia mittareita. Suoritimme mittaukset kummallakin kerralla täysin samalla tavalla, jotta opinnäytetyön toistettavuus säilyisi. Mittaukset toteutettiin kahdessa osassa; alkumittaus, joka oli ennen harjoittelujaksoa sekä loppumittaus, joka suoritettiin harjoittelujakson päätyttyä.

Kyselyt, haastattelut ja systemaattiset havainnoinnit ovat erilaisia aineistonkeruunmenetelmiä tutkimukseen (Heikkilä 2014). Tämän opinnäytetyön yhteydessä on hyödynnetty haastatteluja sekä systemaattisia havaintoja. Systemaattiset havainnot tulevat esille taulukoiden muodossa. Määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus perustuu pitkälti lukumääriin liittyviin kysymyksiin (Heikkilä 2014). Taulukot mahdollistavat selkeämmän hahmottamisen saaduista tuloksista ja niiden vertailusta. Sekä SPPB:n tuoilta ylös nousu -testi että Hur-laite tuottavat numeerista dataa ja tarkastelemme näitä tuloksia sekä vertailemme alkumittauksen yhteydessä saatuja tuloksia loppumittauksessa saatuihin tuloksiin.

Vaikkakin opinnäytetyömme keskittyy pääasiallisesti numeraaliseen tarkasteluun, on meidän mielestämme hyvä näin pienellä otannalla lisäksi hyödyntää haastatteluita, joilla pystytään tarkemmin kartoittamaan esimerkiksi osallistujien sairauden etenemisvaihetta ja verrata sitä saatuihin tuloksiin.

Lisäksi pyysimme osallistujia pitämään päiväkirjaa. Päiväkirjaan tulisi merkitä harjoittelupäivämäärä sekä NMES-harjoittelulle asetetut milliampeerit. Näin saatuja tuloksia voisi tarkemmin peilailla harjoittelujakson aikana tapahtuvaan progressioon sähkönsiedossa sekä mahdollisia muuttujien tuomia vaikutuksia milliampeerimäärien laskuihin tai nousuihin.

### **6.5.1 HUR-laite voimamittarina**

Ensimmäiseksi mittariksi valitsimme Hur-laitteen, jolla mitataan etureiden isometristä maksimivoimaa polven ojennuksessa. Opinnäytetyössämme Hur-laite -mittaukset suoritettiin Karelia ammattikorkeakoululla Joensuussa. Hur-laitteen tutustuttiin ja sen käyttöä harjoiteltiin ennen alkumittauksia, jotta kaikki olisi

optimaalista suoritettavien mittausten aikana. Ennen alkumittausta laitteeseen kytketylle tietokoneelle syötettiin osallistujan esitiedot eli ikä, paino, pituus ja sukupuoli, jotta tulokset saatiin profiloitua.

Suurin voima, jonka lihasryhmä voi tuottaa yhdessä vapaaehtoisessa supistuksessa ilman, että sitä rajoittaa voiman tuottamiseen tarvittava aika, voidaan mitata isometrisillä maksimivoimatesteillä. Tämä voima, joka ilmaistaan Newtonina (N), kilogrammoina (kg) tai vääntömomenttina (Newtonmetri=Nm) kansainvälisten standardiyksiköiden mukaan, edustaa suurinta lihasryhmän tuottaman voiman tasoa. Maksimivoimatason saavuttamiseen kuluva aika vaihtelee, mutta on tyypillisesti 0,5-2,5 sekuntia ja määräytyy pitkälti yksittäisistä tekijöistä. (Fyysisen kunnon mittaaminen 2018, 182.)

Chamorro ym. (2017) ovat osoittaneet, että isokineettinen dynamometri osoitaisi hieman parempaa reliabiliteettia kuin käsodynamometri, mutta myös sen reliabiliteetti on alhainen. (Chamorro ym. 2017.) Maksimaalisen vapaaehtoisen isometrisen voiman mittaamiseksi voimadynamometri on suositeltava valinta. Isometriset testit mahdollistavat tietyn lihaksen tai lihasryhmän voiman tarkan mittaamisen tietyssä nivelkulmassa. Tuloksia voidaan käyttää kuntoutuksen seurannassa, urheiluanalyysissä ja muissa sovelluksissa. Isometrisen voimamittauksen etuja ovat hyvä toistettavuus, käyttäjäystävällisyys, helppokäyttöisyys ja turvallisuus sekä kustannustehokkuus laitteen mukaan. Lisäksi testi mahdollistaa juuri tietyn lihasryhmän tarkan testauksen. (Fyysisen kunnon mittaaminen 2018, 182.)

Isometrisen polven ojennuksen mittaamisen suorittamiseksi, testattavan on istuttava penkillä tiukasti kiinni penkin etuosassa ja polvet taivutettuna 107 tai 110 asteen polvikulmaan. Testattava asettaa kädet kädensijoille ja samalla vie alaselkensä selkänöjaa vasten. Tukivyö on rajoittamassa lantion liikettä, ja nilkkatuki painaa enimmäkseen sääriluun aluetta koskettaen vain osittain jalkapöytää. (Fyysisen kunnon mittaaminen 2018, 184.)

Polven ojennuksessa vipuvarren puola tuli säätää siten, että se on mahdollisimman alhaalla säären etupuolella, mutta kuitenkin siten, että nilkka pääsee kunnolla liikkumaan. Tärkeää on, että puola on säädetty oikealle kohdalle säären päälle, jotta voimantuottaminen ei tuota kipua ja sitä kautta vaikuta tuloksiin. Liian alas säädetty puola välittää voimantuoton jalkapöydän varaan, jolloin ei

myöskään saavuteta maksimaalista voimatasoa. Täten olisi vertailukelpoisinta, että Hur-laitteen asetukset ovat niin, että voimantuotto olisi optimaalisinta. Alaraajojen isometrinen voima mitattiin yksitellen kummastakin jalasta. Jalkojen erikseen mittaaminen on hyödyllistä, sillä se mahdollistaa tarkemman lihastaspainon tarkastelun. (Fyysisen kunnon mittaaminen 2018, 184.)

Opinnäytetyömme tutkimuksellisessa osiossa osallistujia ohjeistettiin etureiden isometrisessä ojennuksessa Hur-laitteessa ojentamaan polvea niin paljon kuin mahdollista viiden sekunnin ajan. Tämä toistettiin kaksi kertaa yhdelle jalalle, jonka jälkeen sama toteutettiin toiselle jalalle. Toistojen välillä ei ollut tarkemmin valikoitua palautumisaikaa, joten osallistujan täytyi sanoa, kun hän oli valmis uuteen suoritukseen. Kannustimme osallistujia suorituksen aikana ja se otettiin huomioon kummallakin mittauskerralla, muuttamatta kannustustyyliämme.

### **6.5.2 SPPB-testi**

Osallistujille toteutettiin yksi toimintakykytesti SPPB-testipatteristosta, joka oli tuolilta ylösnousu -testi. Testillä mitataan osallistujan alaraajojen lihasvoimaa ja suorituskyykyä. (Valkeinen ym. 2020.) Valitsimme testin, koska testi mittaa enemmän arkeen liittyvää alaraajojen toimintakykyä kuin Hur-laitteella mitattu maksimivoima. Tuolilta ylösnousu on myös taito, joka iäkkäiden tai sairaiden pitää hallita pärjätäkseen yksin. Tuolilta ylösnousu testissä saadut tulokset kirjattiin ylös. Testissä nouseaan 42 cm korkuisesta selkänojallisesta tuolista viisi kertaa ylös ilman käsien hyödyntämistä suorituksessa.

SPPB eli Short Physical Performance Battery on lyhyt fyysisen toimintakyvyn testipatteristo ikääntyneille. Patteristolla pystytään tunnistamaan henkilöt, joilla on merkittävä riski kaatumiseen. Patteriston kustakin osiosta saa 0-4 pistettä. Mitä suuremman pistemäärän henkilö saa testistä, sitä parempi hänen liikkumiskykynsä mahdollisesti olisi. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2020.) SPPB-testipatteriston tuolilta ylösnousutesti on helppo toteuttaa, se on luotettava ja sen avulla saadaan käytännönläheistä informaatiota alaraajojen lihasvoimista (Koivula, Pitkänen, Pohjolainen, Starck & Vuorjoki-Andersson 2016).

SPPB-testipatteriin kuuluu tasapaino-, kävelynopeus- ja tuolilta nousutesti, joista valitsimme siis vain jälkimmäisen. Tuolilta ylösnousu on helppo ja luotettava tapa mitata alaraajojen lihasvoimaa tutkittavilta (Terveystieteiden tutkimuslaitos 2020). Tämän testin avulla oli mahdollista saada tarkempi kuva alaraajojen toimintakyvystä arjessa kuin Hur-laitteella mitattaessa.

Tässä opinnäytetyössä emme kuitenkaan käyttäneet tuolilta ylösnousu testissä 0-4 pisteen arvostelua vaan ainoastaan aika mitattiin. Alkumittauksen tulosta verrattiin loppumittauksen tulokseen.

Vaikkakin hieman eri asetelmissa (perusperiaate sama) on myös kansainvälistä näyttöä siitä, että tuolilta ylösnousutesti on hyvä mittari mittaamaan jalkojen lihasvoimaa. On osoitettu, että suurempi jalkojen lihasvoima on yhteydessä parempaan tulokseen ajassa tuolilta ylösnousu -testissä. (Hardy 2010).

## **6.6 Intervention aloitus ja alkumittaus**

Intervention valmistelu aloitettiin 19.07.2022, jolloin opinnäytetyömme tutkimukselliseen osioon osallistuvat henkilöt kutsuttiin alkuhaastatteluun. Alkuhaastattelu suoritettiin 8.8.2022 molemmille henkilöille ennen varsinaisia lihasvoimien testauksia, kuten aiemmin oli sovittu. Alkuhaastattelu alkoi opinnäytetyön tutkimuksellisen osion perustietojen kertaamisella ja samalla varmistettiin, että tietoisuuden suostumuksen -lomakkeet (liite 1) ovat allekirjoitettuja. Lisäksi kävimme läpi osallistujien aikaisemman sairaushistorian sekä ne terveydelliset seikat, jotka vaikuttaisivat opinnäytetyön kulkuun sekä sen toteuttamiseen. Alkuhaastattelussa oli tarkoitus saada mahdollisimman tarkka kuva tutkittavien terveydentilasta sekä mahdollisista arkeen liittyvistä haasteista, jotka olisivat voineet hankaloittaa NMES-harjoittelua interventiojakson aikana. Alkuhaastattelu oli laajempi kuin normaali fysioterapeuttinen haastattelu. Alkuhaastattelun rakenne on tarkistettavissa liitteissä (liite 2).

Osallistujia ohjeistettiin heinäkuussa sähköpostitse ennen mittauksia tarvittavista toimenpiteistä, jotka tulisi tehdä ennen alkumittauksia. Nämä toimenpiteet käytiin läpi alkuhaastattelun yhteydessä kummankin osallistujan kohdalla.

Osallistujia ohjeistettiin välttämään seuraavia asioita ennen mittauksia: raskasta liikuntaa (48 tuntia), alkoholia (24 tuntia) ja stimulantteja kuten kofeiinia (6 tuntia). Osallistuja A noudatti annettuja ohjeita, kun taas osallistuja B oli nauttinut alkoholia viimeisen 24. tunnin aikana ja hän oli nauttinut kofeiinipitoisen juoman edellisen kuuden (6) tunnin aikana. Raskasta liikuntaa ei osallistuja B ollut harrastranut 48. tuntiin.

Alkuhaastattelun jälkeen aloitimme varsinaiset alkumittaukset. Ensiksi toteutettiin isometrinen maksimivoimamittaus Hur-laitteella. Mittaus tehtiin kummallekin jalalle kahdesti. Hur-laitteella tehtyjen mittausten jälkeen suoritettiin SPPB:n tuoilta ylösnousu -testi. Sekä alku- että loppumittauksissa mittaukset toteutettiin tässä järjestyksessä. Alkumittausten jälkeen osallistujille ohjeistettiin NMES-laitteiden käyttö ja ne luovutettiin osallistujille intervention ajaksi.

### **6.6.1 Intervention harjoittelujakso**

Opinnäytetyömme interventiojakso oli 14. viikon mittainen. Interventio alkoi kahden viikon kontrollijaksolla 01.08.2022-14.08.2022. Kontrollijakson aikana osallistujat eivät saaneet tehdä mitään normaalista poikkeavaa fyysistä aktiivisuutta. Osallistujat saivat alkumittauksien yhteydessä NMES-laitteet itselleen ja he saivat luvan totutella itseään sähkövirralle kontrollijakson toisella viikolla kuitenkin ilman NMES-laitteella tehtäviä raskaita lihasvoimaharjoituksia. Kontrollijakson jälkeen alkoi varsinainen 12 viikon mittainen harjoittelujakso, joka toteutui 15.08.2022-07.11.2022, jonka aikana osallistujat suorittivat NMES-laitteella tehtävän lihasvoimaharjoittelun annettujen ohjeiden mukaisesti.

Mittauksen jälkeen tutkittaville ohjeistettiin NMES-laitteen käyttö sekä annettiin NMES-laitteet käytettäväksi 12 viikon ajaksi. Intervention aikana osallistujat tekivät harjoittelun omatoimisesti ohjeiden mukaan kaksi kertaa viikossa. Harjoittelupäivien välissä oli vähintään yksi lepopäivä. Täten koko interventiojakson aikana harjoittelukertoja tuli yhteensä 24 (Bochkezanian ym. 2018).

Hyödynsimme opinnäytetyömme tutkimuksellisessa osassa samankaltaista interventioasetelmaa kuin Bochkezanian ym. (2018) tutkimuksessa. Pyrimme

pitämään olosuhteet mahdollisimman samanlaisina, mutta oli muutamia seikkoja, jotka vaikuttivat toteutuksen erilaisuuteen. Näitä olivat muun muassa NMES-laite ja sen parametrit, elektrodien määrä sekä niiden asettelu. Lisäksi Bochkezanian ym. (2018) sisälsivät lämmittelyosion heidän tutkimukseensa, joka suoritettiin aina ennen harjoitteluosiota. Tämän jouduimme kuitenkin pudottamaan.

NMES-laitteena opinnäytetyöhön valikoitiin Chattanooga CEFAR TENS 2. Laite on 2-kanavainen hermostimulaattori, jossa on TENS-ohjelmien lisäksi myös NMES-ohjelma. Laitteeseen voi myös modifioida omia ohjelmia, jonka teimme tätä opinnäytetyötä varten.

Bochkezanian ym. (2018) käyttivät tutkimuksessaan seuraavanlaisia parametrejä itse harjoitteluosiossa: värähtelytaajuus pidettiin alhaisena tai kohtuullisena (30 Hz), modulointiaika oli 2 sekuntia, jonka jälkeen tuli 2 sekunnin tauko. Testattaville haettiin se milliampeeri määrä, jossa jokaisella yksilöllä on havaittavissa tetaaninen supistus tai kun laitteen antama milliampeeri määrä on 99 milliampeeria. Tämä milliampeerimäärä toimi oletusarvona ensimmäiselle harjoittelulle. Harjoittelu koostui vain laitteen avulla tehtävästä lihastyöstä. Lihassupistuksia tehtiin kummallekin jalalle 50 toistoa siten, että yksi sarja oli 10 supistusta ja sarjojen välissä tuli pitää minuutin tauko. Näin yhdelle jalalle tuli 5 sarjaa, jonka jälkeen elektrodit siirrettiin toiseen jalkaan ja prosessi aloitettiin alusta. Jokaisen sarjan jälkeen laitteesta lisättiin 2 milliampeeria seuraavaa sarjaa varten. Esimerkiksi, jos milliampeerimäärä ensimmäisen sarjan kohdalla olisi ollut 50 oikeassa jalassa, olisi se viidennen sarjan kohdalla 58 milliampeeria. Näin ylläpidetään korkeaa vääntömomenttia samalla, kun väsymys kasvaa. Virranvoimakkuuden lisäys myös totuttaa raajat sähkövirran tunteelle. Neljä elektrodia asetettiin kolmeen polvea ojentavaan lihakseen, jotka olivat: rectus femoris, vastus lateralis ja vastus medialis. Kaksi elektrodia asetettiin rectus femoriksen, yksi elektrodi vastus medialisen ja yksi elektrodi vastus lateralisen motorisiin pisteisiin. (Bochkezanian ym. 2018.)

Opinnäytetyömme tutkimuksellisen osuuden interventiossa sovelsimme Bochkezanian ym. (2018) tutkimuksen intervention toteutusta ja parametrejä kohtuullisesti. Jätimme pois harjoitteluun kuuluvan lämmittelyosion, koska CEFAR TENS 2-laitteella ei ohjelmaa pystynyt muokkaamaan niin laajasti, että olisimme

saaneet laitteeseen sellaisen ohjelman, joka olisi lämmittelyosion kanssa edes jotenkin vastaavanlainen. Harjoitteluohjelman parametrejä emme täysin saaneet vastaamaan alkuperäisen tutkimuksen parametrejä laitteemme muokattavuusaspektin vähäisyyden vuoksi. Määrittelimme intervention harjoitteluohjelman parametreiksi taajuuden olevan 30 Hz, ensimmäisen pulssin kestoksi asetimme 300 mikrosekuntia ja toisen pulssin kestoksi asetimme 50 mikrosekuntia. Modulointiajaksi tuli 2 sekuntia. Koko ohjelman aika otettiin pois käytöstä, sillä käyttäjäystävällisempää oli, että osallistujat itse laskevat supistusten määrän, jonka jälkeen he vaihtavat elektrodit toiseen jalkaan ja toteuttavat saman uudelleen. Jotta käyttäjäystävällisyyttä ylläpidettiin, valitettavasti kaikkea ei ollut mahdollista saada. Täten päätimme pitää muut asetukset mahdollisimman samantlaisina, mutta toinen pulsseista asetettiin niin alhaiseksi kuin mahdollista (50 mikrosekuntia), joka vastaisi Bochkezanian ym. (2018) tutkimuksessa harjoitteluosiossa olevaa, 2 sekuntia kestävää taukoa. Tällä tavalla muut parametrit pystyttiin pitää mahdollisimman samantlaisina. Näin asetelmassamme supistuksia oikeasti tuli 20 jokaista sarjaa kohden, mutta mikrosekuntien ollessa kuitenkin huomattavasti vähäisemmät kuin ensimmäisen pulssin osalta (300 mikrosekuntia), ohjasimme osallistujia laskemaan vain 300 mikrosekuntia kestävät supistukset. Tämä olikin osallistujista helppoa, sillä ero oli huomattava tetaanisen supistuksen sekä lyhyen ja lähes olemattoman supistuksen välillä.

NMES-laitteiden käytön ohjeistuksen yhteydessä molemmille osallistujille haettiin harjoitteluosiota varten se milliampeeri määrä, joka aiheuttaa tetaanisen supistuksen tai kun kipukynnys tulee vastaan. Osallistujille näytettiin myös, miten elektrodit asetellaan. Elektrodit asetettiin osallistujien quadriceps femoris -lihaksiryhmän rectus femoriksen sekä vastus medialiksen motorisiin pisteisiin. Vastus medialiksen päälle asetettu elektrodi tuotti kuitenkin niin epämiellyttävän tunteen, että kumpikin elektrodi asetettiin rectus femoriksen päälle. Tämä vei epämiellyttävän tunteen pois ja samalla rectus femorikseen kohdistunut sähkövirta tuotti kuitenkin lihasaktivaatiota. Kummatkin elektrodit olivat rectus femoriksen lihasrungolla 10-15 cm etäisyydellä toisistaan.

Osallistuja A sai kumpaankin jalkaan tetaanisen supistuksen ilman kipua. Osallistujan B kanssa menimme kivuttomuus edellä; etureisissä tapahtui selkeästi lihasaktivaatiota, mutta kipukynnys tuli vastaan ennen tetaanisen supistuksen

havaitsemista. Osallistujat itse nostattivat milliampeereja, mutta olimme vieressä ohjeistamassa laitteen käyttöä ja riittävän harjoitusvastetason löytämistä. Siitä korkeimmasta milliampeerimäärästä, jonka osallistujat kykenivät sietämään, muodostui se arvo, jolla osallistujat aloittivat 12 viikon harjoittelujakson.

Elektrodien asettelussa käytettiin apuna toista tutkimusta, jossa tutkittiin quadriceps femoris -lihasryhmässä olevien lihasten eri motorisissa pisteissä tuotetun NMES-harjoittelusta koituvan vääntömomentin vahvuutta. Toinen elektrodeista asetetaan rectus femoriksen distaalisempaan osaan ja toinen elektrodi asetetaan saman lihaksen proksimaalisempaan osaan. (Derrick, Del Castillo, Bergquist, Milosevic & Masani 2021.) Elektrodien asettelu opastettiin osallistujille ensimmäisenä mittauspäivänä.

### **6.6.2 Intervention päättäminen ja loppumittaukset**

Osallistujia ohjeistettiin ja heidän kysymyksiinsä vastattiin sekä sähköpostitse että puhelimitse koko interventiojakson ajan. Osallistujia pyydettiin saapumaan viimeisen harjoitteluviikon jälkeen Karelia ammattikorkeakoululle tutkittaviksi, jolloin molemmille suoritettiin loppumittaukset. Loppumittaus isometrisen maksimivoiman osalta toteutettiin jälleen Hur-mittauslaitteella. Tämän jälkeen toteutettiin jälleen tuoilta ylösnousutesti SPPB-testipatteristosta. Saadut tulokset kirjattiin ylös. Asiakkaita pyydettiin palauttamaan NMES-laitteet loppumittausten yhteydessä.

Loppuhaastattelu (liite 3) toteutettiin marraskuussa mittauspäivänä 7.11.2022. Loppuhaastattelu sisälsi hyvin samanlaiset kysymykset kuin alkuhaastattelukin. Haastattelu toteutettiin ennen varsinaisia mittauksia, samalla tavalla kuin intervention alussa. Loppuhaastattelussa käytiin muun muassa läpi, kuinka harjoittelu on sujunut ja onko taudinkuvaan tullut osallistujilla muutoksia. Samalla kysimme avoimia kysymyksiä muun muassa harjoittelun vaikutuksesta jalan rakenteisiin. Lisäksi varmistimme, samalla tavalla kuin alussa, että osallistujat ovat tehneet tarvittavat toimenpiteet ennen mittauksia. Tällä kertaa kumpikin osallistujista noudatti annettuja ohjeita ennen mittauksia.

Milliampeerimäärät eivät korreloi automaattisesti esimerkiksi lihassupistuksen vahvuudessa. Monet yksilölliset tekijät vaikuttavat sähkövirran kulkuun kehossa. Esimerkiksi ihonalaisrasvakudoksella on suuri sähkövirran vastustuskyky. (Wakahara & Shiraogawa 2019.)



Kuvio 1. Aikajana intervention kulusta.

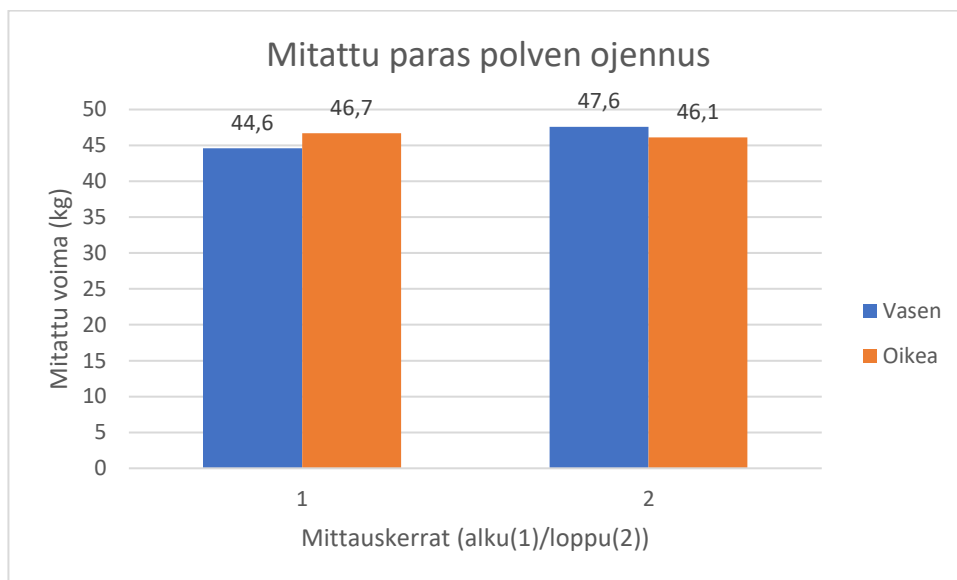
## 7 Tulokset

### 7.1 Reiden isometrinen maksimivoima Hur-laitteella

Seuraavissa kaavioissa on esiteltyä osallistujien Hur-laitteessa saadut isometriset maksimivoimatulokset kilogrammoissa sekä alku- ja loppumittauksien välinen muutos. Osallistajat olivat taustojensa puolesta eri tasoilla voimantuoton suhteen. Kummankin osallistujan parhaat alku- ja loppumittauksissa saadut tulokset valittiin vertailuun.

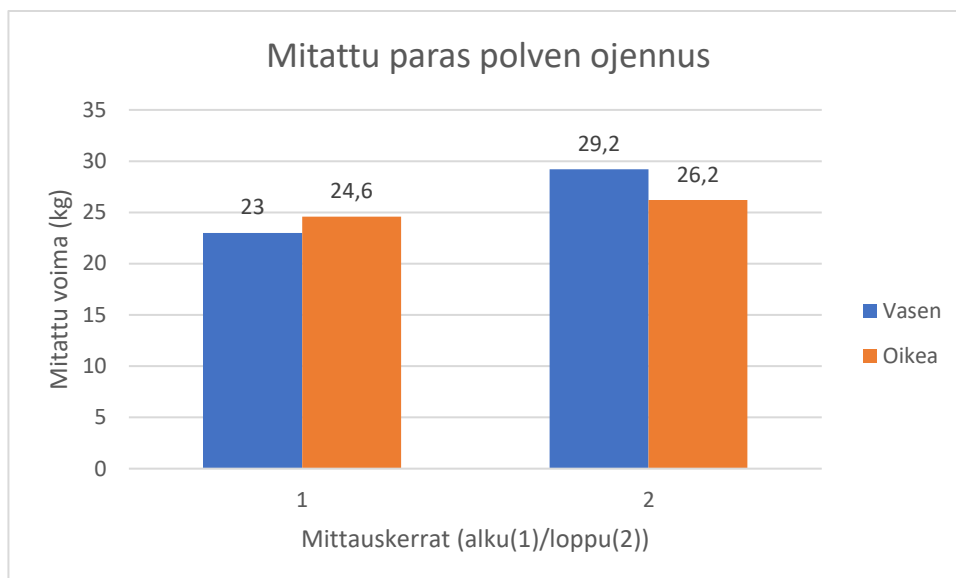
Osallistujan A alkumittauksen tulokset polven isometrisessä ojennuksessa oli vasemmalla jalalla 44,6 kg ja oikealla jalalla 46,7 kg. Loppumittauksessa osallistujan A tulokset polven isometrisessä ojennuksessa oli vasemmalla jalalla 47,6 kg ja oikealla jalalla 46,1 kg. Alku- ja loppumittauksien välinen muutos

vasemmalla jalalla + 3kg ja oikealla jalalla - 0,6kg Alla oleva taulukko havainnollistaa saatuja tuloksia alku- sekä loppumittauksissa.



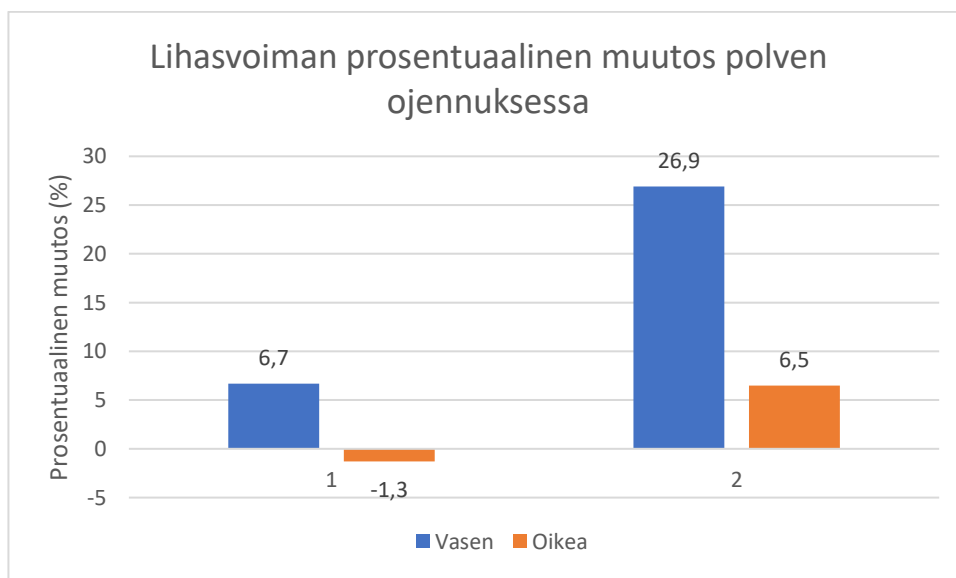
Kuvio 2. Osallistujan A isometrisen maksimivoiman tulos kilogrammoissa alku- ja loppumittauksissa.

Osallistujan B alkumittauksen tulokset polven isometrisessä ojennuksessa oli vasemmalla jalalla 23,0 kg ja oikealla jalalla 24,6 kg. Loppumittauksessa osallistujan B vastaavat tulokset olivat vasemmalla jalalla 29,2 kg ja oikealla 26,2 kg. Alku- ja loppumittauksien välinen muutos vasemmalla jalalla + 6,2kg ja oikealla jalalla + 1,6kg. Alla oleva taulukko havainnollistaa saatuja tuloksia alku- sekä loppumittauksissa.



Kuvio 3. Osallistujan B isometrisen maksimivoiman tulos kilogrammoissa alku- ja loppumittauksissa.

Alla olevassa taulukossa on havaittavissa molempien osallistujien prosentuaalinen muutos isometrisen maksimivoiman osalta, kun tarkastellaan alku- ja loppumittauksia keskenään. Osallistujan A vasemman jalan isometrisen maksimivoiman muutos oli 6,7 %, kun taas oikean jalan muutos oli 1,3 %. Osallistujalla B vasemman jalan isometrinen maksimivoiman muutos oli 26,9 % ja vasemman jalan muutos oli 6,5 %. Taulukossa numero 1 kuvastaa osallistujaa A ja vastavasti numero 2 osallistujaa B.



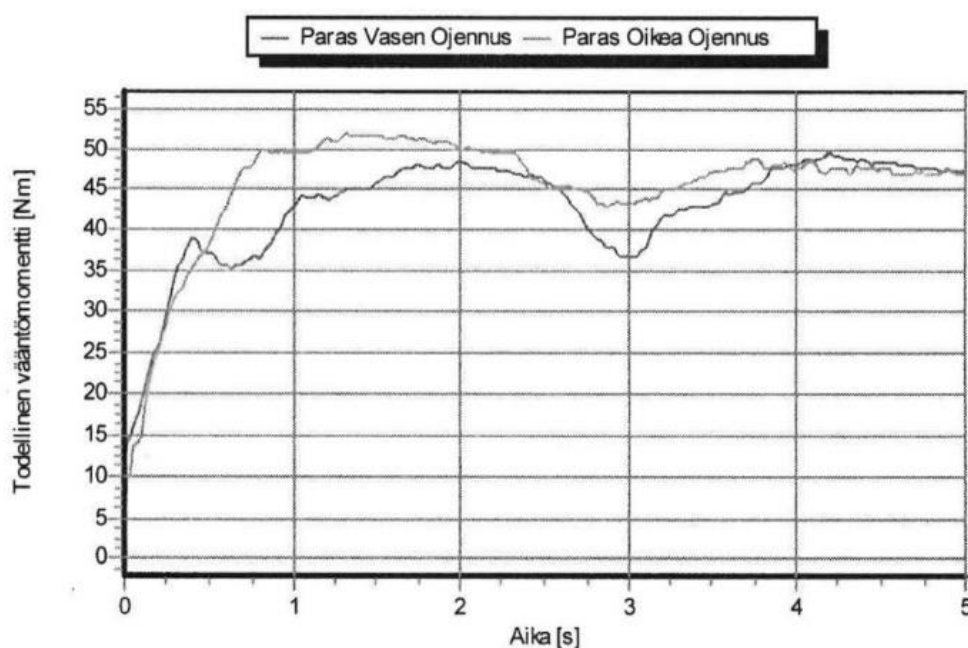
Kuvio 4. Osallistujien prosentuaalinen muutos lihasvoimassa jalkakohtaisesti alku- ja loppumittauksien välisessä vertailussa.

## 7.2 Hur-laitteen maksimivoima sekunneissa (0-5 s)

Alla olevissa taulukoissa on kuvattuna sekunteina osallistujien Hur-laitteella mitattu voima. Vasemmassa reunassa on kuvattuna Y-akselin suuntaisesti todellinen vääntömomentti (Nm=Newtonmetri), josta nähdään, kuinka monta sekuntia on kulunut, että asiakas pääsee suurimpaan todelliseen vääntömomenttiinsä. Aika on kirjattuna taulukkoon X-akselin suuntaisesti, jossa arvot ovat 0-5 sekuntia. Sama taulukkotyyppi on kuvattuna neljä (4) kertaa, joka on otettu molemmilta osallistujilta alku- sekä loppumittauksissa.

### 7.2.1 Osallistujan A alkumittaus

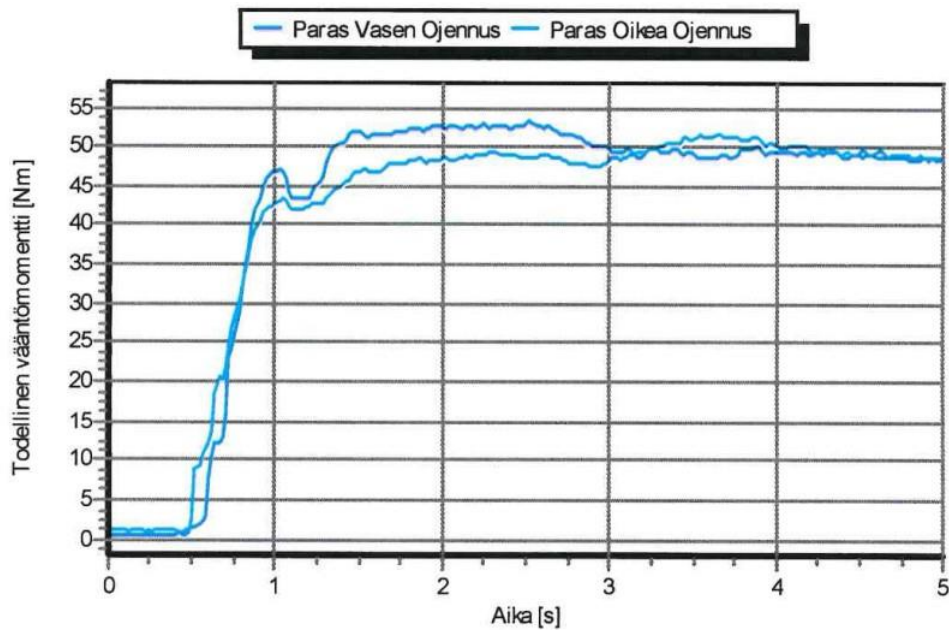
Osallistuja A suoritti Hur-laitteella alkumittaukset elokuussa. Taulukosta nähdään, että maksimaaliseen vääntömomenttiin vasemmalla jalalla päästiin noin 1,2 sekunnissa ja oikealla jalalla noin 4,2 sekunnissa. Kuitenkin taulukosta huomataan, että 0 sekunnin kohdalla molemmat jalat tuottavat jo 10-15 [Nm] suuruisen voiman. Taulukosta myös huomataan se, että osallistujalla A on ollut vaikeuksia ylläpitää voimatasoja alkumittauksessa viiden sekunnin ajan. Taulukon mukaan viimeisen neljän (4) sekunnin aikana vasemman jalan vääntömomentti on vaihdellut 37-50 välillä ja oikean jalan vaihdellut 43-53 välillä. Kuitenkin voimantuoton alkaessa aiemmin kuin olisi pitänyt, vaihteluväli on todellisuudessa vielä suurempi. Oikealla jalalla maksimaalinen vääntömomentti on tullutkin vasta 4,2 sekunnin kohdalla. Käyrät myös käyttäytyvät lähes samalla tavalla molemmilla jaloilla. Molemmilla jaloilla noin kolmen (3) sekunnin kohdalla on tullut pieni pudotus voimantuotossa.



Kuvio 5. Osallistujan A alkumittauksen paras todellinen vääntömomentti mitattuna molemmilla jaloilla

## 7.2.2 Osallistujan A loppumittaus

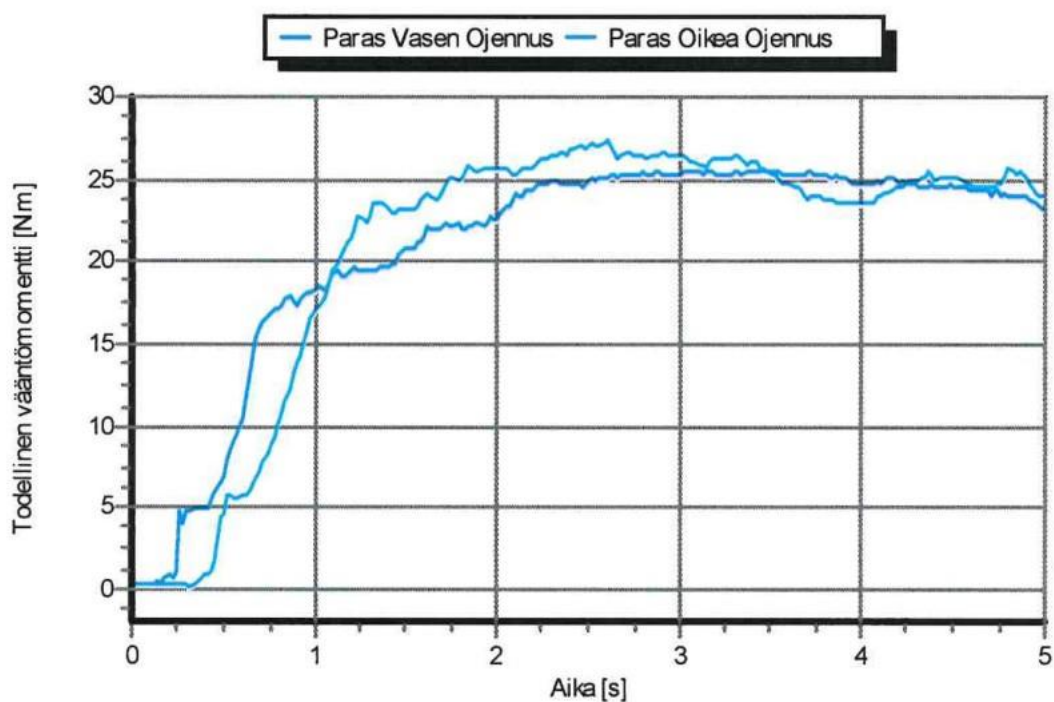
Osallistuja A suoritti loppumittaukset marraskuussa. Taulukosta nähdään, että maksimaaliseen vääntömomenttiin päästiin vasemmalla jalalla 2,5 sekunnin kohdalla ja oikealla jalalla 3,1 sekunnin kohdalla. Kuitenkin loppumittauksissa A on pystynyt paremmin tuottamaan voimaa koko viiden sekunnin ajan. Voimaa on myös alettu tuottamaan molemmilla jaloilla vasta 0,5 sekunnin kohdalla. Sen vuoksi lähes suurimpaan vääntömomenttiin on päästy noin 0,5 sekunnissa. Osallistuja on pystynyt pitämään lähes saman voimantuoton 4 sekunnin ajan, vääntömomentin ollessa koko ajan vasemmalla jalalla 43-53 välillä ja oikean jalan 42-50 välillä. Alkumittauksissa vaihteluväli viimeisen 4 sekunnin kohdalla on paljon suurempi molemmilla jaloilla. Tästäkin taulukosta huomataan myös se, että molemmat jalat tuottavat lähes samalla tavalla voimaa viiden (5) sekunnin aikana, kuten alkumittauksissakin.



Kuvio 6. Osallistujan A loppumittauksen paras todellinen vääntömomentti mitattuna molemmilla jaloilla

### 7.2.3 Osallistujan B alkumittaus

Osallistuja B suoritti alkumittauksen elokuussa. Taulukosta nähdään, että maksimaaliseen vääntömomenttiin päästiin vasemmalla jalalla 3,6 sekunnin kohdalla ja oikealla jalalla 2,6 sekunnin kohdalla. Osallistujan B kohdalla käyrä on paljon loivempi kuin osallistujan A kohdalla. Ensimmäisen sekunnin kohdalla B on saanut tuotettua todellista vääntömomenttia vasemmalla jalalla 17 ja oikealla 18. Vaihteluväli osallistujan B kohdalla viimeisen neljän (4) sekunnin aikana on vasemmalla 18-26 välillä ja oikealla 17-28 välillä. Vaihteluvälillä osallistujan A ja osallistujan B välillä ei ole merkittävää eroa. Tässä taulukossa täytyy kuitenkin myös huomioida, että voimaa on tuotettu vasta noin 0,2 sekunnin kohdalla, joka myös vaikuttaa hieman lihassolujen rekrytoimisen arvioimisessa, kuten osallistujan A kohdalla.

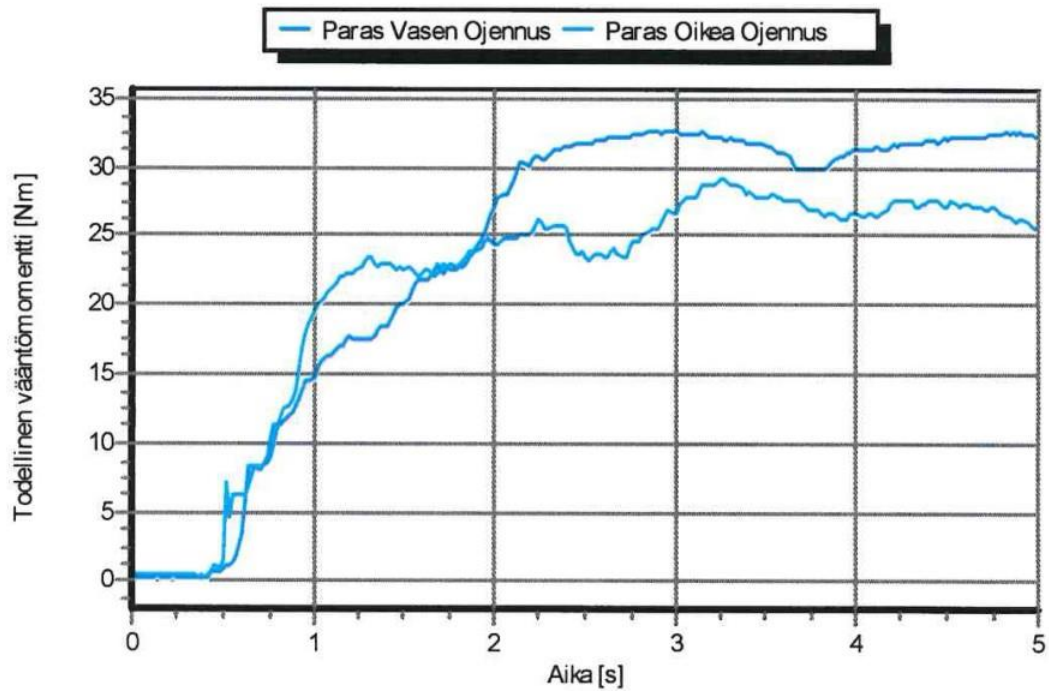


Kuvio 7. Osallistujan B alkumittauksen paras todellinen vääntömomentti mitattuna molemmilla jaloilla

#### 7.2.4 Osallistujan B loppumittaus

Osallistuja B suoritti myös loppumittauksen marraskuussa. Taulukosta voidaan todeta, että maksimaaliseen vääntömomenttiin päästiin vasemmalla jalalla 3 sekunnin kohdalla ja oikealla jalalla 3,3 sekunnin kohdalla. Osallistujan B kohdalla täytyy kuitenkin huomioida se, että tulokset ovat parantuneet alku- ja loppumittauksien välillä todella paljon, joten suurimpaan todelliseen vääntömomenttiin pääseminenkin täten kestää pidempään. Ensimmäisen sekunnin kohdalla osallistuja B on saanut tuotettua todellista vääntömomenttia vasemmalla jalalla 20 ja oikealla 15. Kuitenkin voimaa on alettu tuottaa loppumittauksissa vasta noin 0,5 sekunnin kohdalla, joka vääristää hieman tuloksia. Sama tapahtui myös osallistujan A kohdalla loppumittauksissa. Vaihteluväli osallistujan B kohdalla

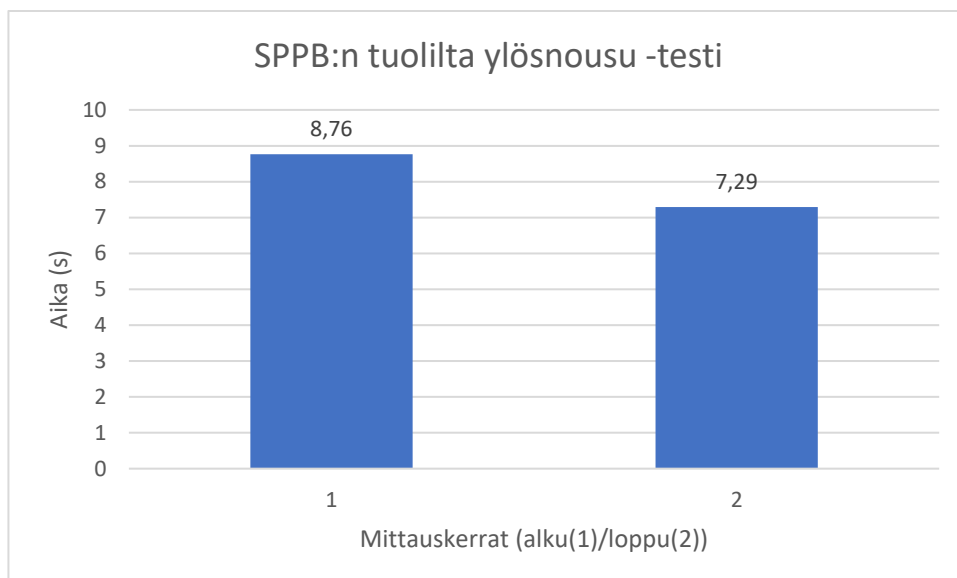
viimeisen neljän (4) sekunnin aikana on vasemmalla jalalla 20-33 välillä ja oikealla 15-29. välillä.



Kuvio 8. Osallistujan B loppumittauksen paras todellinen vääntömomentti mitattuna molemmilla jaloilla

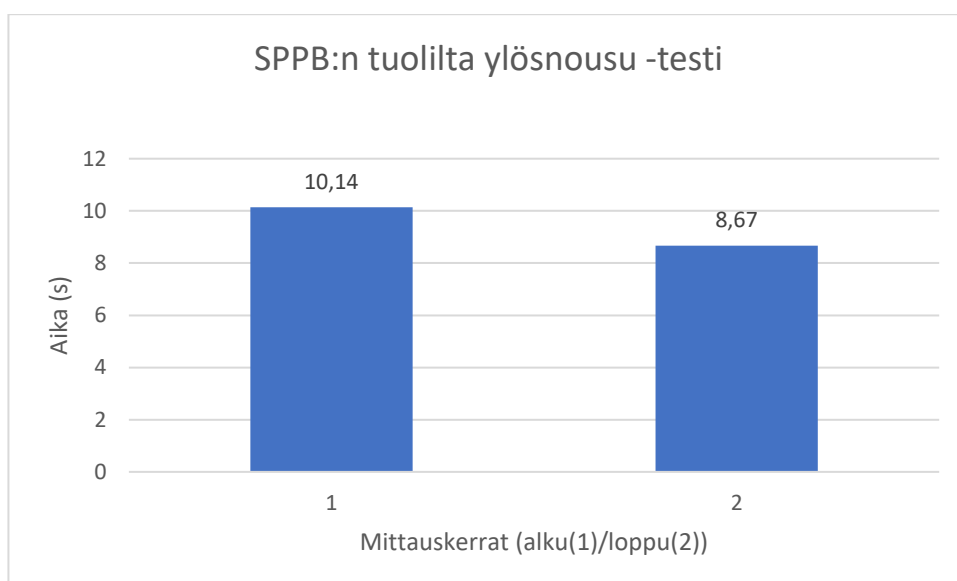
### 7.3 SPPB:n tuoliltaylönousu -testi

Seuraavissa kuvaajissa esitetään osallistujien SPPB-testipatteristosta valitun tuolilta ylönousutestin tulokset sekunneissa alku- ja loppumittauksissa. Alla oleva taulukko havainnollistaa, kuinka osallistuja A suoriutui tuolilta ylönousutestistä alku- sekä loppumittauksissa. Osallistuja sai ajaksi alkumittauksissa 8,76 sekuntia ja loppumittauksissa 7,29 sekuntia.



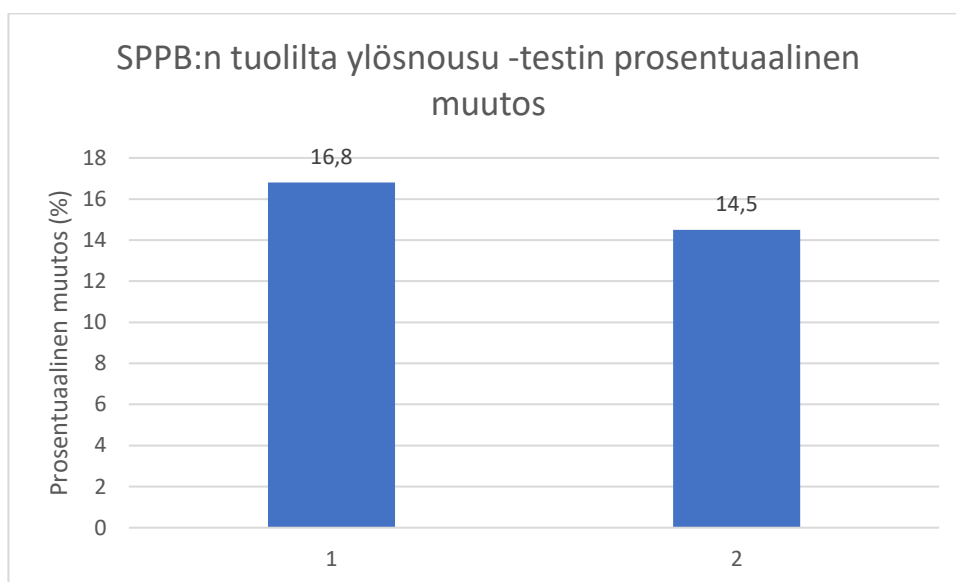
Kuvio 9. Osallistujan A SPPB:n tuolilta ylösnousu -testin tulokset alku- ja loppumittauksissa.

Seuraavassa taulukossa on havaittavissa osallistujan B SPPB:n tuolilta ylösnousutestissä saadut tulokset sekunneissa alku- ja loppumittauksissa. Alkumittauksessa osallistuja B kykeni suorittamaan hyväksytysti testin ajassa 10,14 sekuntia ja loppumittauksissa ajaksi tuli 8,67 sekuntia.



Kuvio 10. Osallistujan B SPPB:n tuolilta ylösnousu -testin tulokset alku- ja loppumittauksissa.

Alla oleva taulukko osoittaa osallistujien prosentuaalisen muutoksen SPPB:n tuoilta ylösnousu -testin osalta. Osallistujan A loppumittauksessa saatu tulos muuttui 16,8 % verrattuna alkumittauksessa saatuun tulokseen. Osallistujan B loppumittauksessa saatu tulos muuttui 14,5 % verrattuna alkumittauksessa saatuun tulokseen. Taulukossa numero 1 kuvastaa osallistujaa A ja vastaavasti numero 2 osallistujaa B.



Kuvio 11. Osallistujien SPPB:n tuoilta ylösnousu -testin prosentuaalinen muutos alku- ja loppumittauksien välisessä vertailussa.

## 7.4 Yhteenveto

Hur-laitteella mitattu isometrinen maksimivoima kehittyi osallistujalla A vain toisessa jalassa ja osallistujalla B kehitystä tapahtui molemmissa jaloissa. Maksimivoimaan osallistuja A pääsi nopeammin loppumittauksissa kuin alkumittauksissa, mutta osallistujan B kohdalla huomattavaa eroa alku- ja loppumittauksissa ei ollut. SPPB:n tuoilta ylösnousutestissä molemmat osallistujat paransivat aikaa noin 1,5 sekunnilla.

Määrällisten asioiden lisäksi keräsimme myös laadullista informaatiota haastattelun ja harjoittelupäiväkirjan muodossa. Alkuhaastattelussa nousseet seikat

osallistujien tilanteista on käsitelty jo aiemmin. Loppuhaastattelun tarkoituksena oli kerätä informaatiota siitä, kuinka harjoittelu on edennyt, mahdolliset taudinkuvaan tulleet muutokset sekä yleiset tuntemukset. Yksityiskohtaisempi analyysi päiväkirjoista on nähtävissä pohdinta -osiossa.

Osallistujan A kohdalla oikeaan raajaan annettu sähkövirran voimakkuus on ollut alhaisempi, mitä vasemmassa. Osallistuja A on lisäksi joutunut laskemaan sähkövirran voimakkuutta oikean jalan kohdalla, sillä korkea sähkövirran voimakkuus on ajoittain aiheuttanut spastisuutta nilkkaan. Osallistujan A taudinkuva ei ole muuttunut harjoittelujakson aikana ja hän kokee, että polvet tuntuvat tukevimmilta harjoittelun seurauksena. Kipua harjoittelusta ei ole koitunut.

Osallistujan B taudinkuvaan ei ole harjoittelujakson aikana tullut muutosta ja harjoittelu on sujunut ongelmitta. Osallistuja kokee, että portaissa kulkeminen on helpottunut, tasapaino on kohentunut ja nyt asiakas pääsee nousemaan varpaille, mihin aikaisemmin hän ei ole kyennyt. Harjoittelusta syntynyt ainoastaan raskauskipua.

## **8 Pohdinta**

### **8.1 Tulosten arviointi**

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää maksimivoiman muutosta NMES interventiolla polyradikuliittia sairastavilla. 14. viikon interventio, josta viimeisen 12. viikon aikana on toteutettu NMES-harjoittelua, on osoittanut, että lihasvoimaa voi kasvattaa polvea ojentavissa lihaksissa. Seuraavaksi tuomme esille niitä mahdollisia muuttujia, jotka ovat vaikuttaneet sekä mittauksien kasvuun että niiden laskuun SPPB tuoilta ylös nousutestissä ja Hur-laitteella mitatussa isometrisessä maksimivoimassa.

Osallistujien SPPB:n tuoilta ylös nousutestien tulokset paranivat verrattaessa alku- ja loppumittauksia. Osallistujan A tulos parani 16,8%, kun taas osallistujalla B tulos parani 14,5%. Kummallakin osallistujalla tulos parani 1,47 sekuntia

alkuperäiseen suoritukseen verrattuna. SPPB:n tuoilta ylösnousu -testin tuloksiin vaikuttavat muuten samat lihasvoimaharjoittelun peruseräiteisiin ja voimantuottoon liittyvät seikat. Ainoana poikkeuksena on se, että SPPB:n tuoilta ylösnousu -testissä molemmat jalat tuottavat voimaa yhtä aikaa. Toki tässä tapauksessa on huomioitava päiväkohtainen vaihtelu, joka voi jo itsessään vaikuttaa tuloksissa suuntaan tai toiseen. Toinen vaikuttava asia voi olla se, että osallistujat pyrkivät suorittamaan loppumittauksissa paremmin kuin alkumittauksissa. Kuitenkin isoin ja merkittävin tekijä mielestämme olisi se, että lihasvoima oli molemmilla kasvanut harjoitteluohjelman myötä.

Puolestaan Hur-laitteella isometriseen maksimivoiman mittaukseen käytetään 5 sekuntia yhtä mittauskertaa kohti. Osallistujan A osalta, loppumittauksessa lähes suurin todellinen vääntömomentti [Nm] muodostui jo 0,5 sekunnissa, kun alkumittauksessa lähes suurin vääntömomentti muodostui 1,0 sekunnin kohdalla. Suurimpaan todelliseen vääntömomenttiin päästiin alkumittauksessa oikealla jalalla 1,2 sekunnissa ja vasemmalla 4,2 sekunnissa. Loppumittauksessa tulos ilmaantui oikealla jalalla 3,9 sekunnissa ja vasemmalla jalalla 2,6 sekunnissa. Osallistujan B suurin mitattu vääntömomentti mitattiin 2,5 sekunnin kohdalla. Suurimpaan todelliseen vääntömomenttiin päästiin alkumittauksessa oikealla jalalla 2,7 sekunnissa ja vasemmalla 4,8 sekunnissa. Loppumittauksessa oikealla jalalla tulos saavutettiin 3,2 sekunnissa ja vasemmalla jalalla 3,0 sekunnissa.

Molemmilla tutkittavilla molempien jalkojen yhteenlaskettu suurin todellinen vääntömomentti parani loppumittauksissa, vaikka osallistujan A oikean jalan voima oli laskenut 0,6 kilogrammaa. Vasemman jalan tulos oli kuitenkin nousnut niin paljon, että molempien jalkojen yhteenlaskettu suurin todellinen vääntömomentti oli selvästi nousnut. Täytyy kuitenkin huomioida molempien osallistujien kohdalla päiväkohtaiset vaihtelut voimantuotossa, jotka saattavat vaihdella hieinan suuntaan tai toiseen.

Tulokset-osion taulukoista on helposti havaittavissa, että osallistujan A vasemman jalan isometrinen maksimivoima parani loppumittauksen yhteydessä 6,7 %, mutta oikean jalan voima puolestaan laski 1,3 %. Osallistujan A kohdalla tapahtuneet muutokset isometrisen maksimivoiman tuotossa on rinnastettavissa lihasvoimaan sekä sen kehittymisen vaikuttaviin tekijöihin. Suurempi voimantuotto on riippuvaista sekä aktivoitujen motoristen yksiköiden

syttymisjärjestyksestä (suurempi syttymistaajuus) että kuinka monta motorista yksikköä aktivoituu suorituksen aikana (Kauranen 2014, 175-176). Voidaan siis ajatella, että osallistujan A kohdalla sekä motoristen yksiköiden syttymistaajuus on noussut että enemmän motorisia yksiköitä on aktivoitunut loppumittauksen yhteydessä verrattuna alkumittaukseen.

Bochkezanian ym. (2018) tutkimuksessa quadriceps -lihasryhmän tetaanisessa vääntömomentissa saatiin merkittävää kasvua intervention jälkeisessä mittauksessa. Tämän lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin myös spastisuuden viittaavia oireita ja niiden ilmentymistä. Interventiojakson jälkeen huomattiin, että myös spastisuuteen viittaavat oireet olivat osallistujilla laskeneet. Oletimme, että samankaltaisia tuloksia saataisiin voimaominaisuuksien osalta toteuttamassamme interventiossa, vaikka kyseessä onkin eri neurologinen sairaus. Molempien osallistujien kohdalla vasemman polvea ojentajien lihasten voimaominaisuudet olivat kasvaneet suhteessa oikeaan. Spastisuutta emme primäärisesti tässä opinnäytetyössä tarkastelleet, mutta osallistuja A mainitsi, että harjoittelujaksonsa aikana spastisuus lisääntyi.

Lisäksi lihasvoiman muutosta voidaan tarkastella myös lihasvoimaharjoittelun yleisiin peruseriaatteisiin peilaten. Tapaustutkimuksen aineistonkeruumenetelmät ja mittarit -osiossa mainittu osallistujien pitämä päiväkirja tulee tässä kohtaa ajankohtaiseksi, mutta itse kirjanpitoa on tarkemmin analysoitu eettisyys ja luotettavuus -osiossa. Jotta lihasvoimaharjoittelu on progressiivista ja jotta tulokset eivät jämähä tietylle tasolle, on oleellista, että huomioon otetaan lihasvoimaharjoittelun kymmenen yleistä peruseriaatetta, jotka ovat seuraavat: ylirasitus-, spesifisyys-, progressiivisuus-, palautuvuus-, yksilöllisyys-, harjoittelun monipuolisuus-, aktiivinen mentaalinen osallistumis-, elimistön adaptaatio-, levon- ja kuormituksen tasapaino- sekä keskittymisen merkityseriaate (Kauranen 2014, 382-386). Varmuudella voidaan sanoa, että näistä periaatteista viides (yksilöllisyysperiaate)-, kuudes (harjoittelun monipuolisuusperiaate) -, seitsemäs (aktiivinen mentaalinen osallistumisperiaate) -, yhdeksäs (levon- ja kuormituksen tasapainoperiaate) - sekä kymmenesperuseriaate (keskittymisen merkityseriaate) eivät toteutuneet tai toteutuivat vain osittain. Muut periaatteet toteutuivat kummankin osallistujan kohdalla. Voidaan siis ajatella, että näitä kymmentä

peruseriaatetta ei noudatettu täysin ja sen vuoksi tulokset eivät välttämättä ole optimaalisimmalla tasolla.

Ensiksi molemmille osallistujille annettiin samanlaiset harjoitteluohjelmat ja aloitusmilliampeerimäärät asetettiin niille tasoille, joita osallistujat sietivät; vain tämä oli yksilöllistä. Toiseksi harjoittelu ei ollut monipuolista eikä sitä realistisesti voinut toteuttaa näissä olosuhteissa. Sähkövirta aktivoi ne lihasryhmät, jotka se saavuttaa; tahdonalaisuudella ei ole tekemistä tämän asian kanssa. Kolmanneksi on kiistanalaista, että toteutuuko aktiivinen mentaalinen osallistumisperiaate yhtä konkreettisesti, kun sähkövirta tuottaa lihassupistuksen eikä henkilö itse. Neljänneksi voidaan pohtia, mikä on se optimaalinen aika, jotta lihakset ehtivät palautua NMES-lihasvoimaharjoittelusta siten, että ne kykenevät jälleen tuottamaan maksimaalisen voiman. Kun tämä otetaan huomioon, on mietittävä, oliko osallistujalla A viimeisestä harjoittelusta (6.11.2022) ennen loppumittauksia (7.11.2022) kulunut liian vähän aikaa lihasten palautumiseen optimaalisimmalle tasolle. Lopuksi on huomioitava, että tapahtuuko lihasvoimaharjoittelun kymmenes peruseriaate tässä yhteydessä; pystytäänkö huomiokyky suuntaamaan samalla tavalla NMES-lihasvoimaharjoitteluun kuin tahdonalaisessa lihasvoimaharjoittelussa.

Edellä mainitut seikat yhdistettynä osallistujan A pitämään päiväkirjaan merkityihin arvoihin, on todettava, että vasempaan raajan käytetyt milliampeerimäärät olivat nousseet 15 yksikköä verrattaessa aloituslukemiin ja oikeaan raajan käytetyt milliampeerimäärät olivat nousseet 11 yksikköä. Kun kaikki edellä mainitut tekijät otetaan huomioon, on varmasti perusteltua ajatella, osallistujan A kohdalla oikea jalka ei tuota yhtä suurta isometristä maksimivoimaa kuin vasen jalka.

Syytä sille, miksi oikean jalan isometrinen maksimivoima oli laskenut (eikä noussut vähemmän kuin vasemman jalan) emme varmaksi osaa sanoa, mutta edellisessä kappaleessa mainittu palautuminen ennen loppumittauksia on se, mille annamme korkeimman painoarvon tässä tapauksessa. Toinen seikka, mikä mahdollisesti vaikuttaa laskuun on se, että loppuhaastattelun yhteydessä (sekä päiväkirjasta nähtävien kirjausten perusteella) osallistuja mainitsi, että hänellä ilmaantui oikeaan jalkaterään ja nilkkaan spastisuutta harjoittelujakson keskivaiheilla. Tällöin osallistuja A joutui laskemaan virran voimakkuutta

muutaman päivän ajaksi, kunnes harjoittelu korkeammalla milliampeerimäärällä oli jälleen mahdollista. Spastisuuden ilmaantumiseen ei osallistuja A osannut sanoa syytä varmaksi, mutta hän mainitsi jo alkuhaastattelun yhteydessä, että spastisuus ilmenee kylmien jalkojen ja liikkumattomuuden seurauksena. Osallistujan A yhteydessä ei tarvitse pohtia stimulanttien tuomia hyötyjä, sillä hän ei kumpakaan mittausta edeltävänä ajankohtana ollut niitä nauttinut.

Loppumittauksia verrattaessa alkumittauksiin, osallistujan B kohdalla vasemman jalan isometrinen maksimivoima kasvoi 26,9 % ja oikean jalan vastaava tulos kasvoi 6,5 %. Osallistujan B molempien jalkojen isometriseen maksimivoiman nousuun vaikuttaa jo osallistujan A kohdalla mainitut motoristen yksiköiden syttymistäajuus sekä aktivoituneiden motoristen yksiköiden määrällinen kasvu. Lisäksi lihasvoimaharjoittelun perusperiaatteet ovat myös osallistujan B kanssa samat, mitä ne olivat osallistujan A kohdalla. Ainoana poikkeuksena on osallistujan B, päiväkirjaan merkitty viimeinen harjoittelupäivä (27.10), joka ei ollut loppumittauspäivää lähellä.

Kuten aiemmin olemme todenneet osallistujien välinen milliampeerimäärien vertailu ei ole oleellista, vaan lähinnä yksilöllinen milliampeerimäärien kasvu harjoittelujakson edetessä. Lihasvoimaharjoittelun progressiivisuusperiaatteen mukaan nostattamalla intensiteettiä vältetään lihaskudoksen adaptaatiolta (Kauranen 2014, 382). Milliampeerimäärien vertailu ei ole oleellista osallistujien kesken, sillä määriin vaikuttaa yksikölliset tekijät, kuten ihonalaisrasvakudos, joka vastustaa sähkövirran kulkua (Wakahara & Shiraogawa 2019).

On mielenkiintoista seurata, että miksi molemmilla osallistujilla vasemmassa jalassa isometrinen maksimivoima kasvaa prosentuaalisesta huomattavasti enemmän kuin oikeassa jalassa. Emme varmaksi osaa sanoa, mutta pidimme varmimpana vaihtoehtona, joko luontaisen tukijalan tuomaa etua tai mahdollisesti selittämätön polyradikuliitin taudinkuvaan liittyvä ominaisuus. Huomasimme myös, että suurimpaan todelliseen vääntömomenttiin pääseminen nopeutui vasemmalla jalalla. Toisin sanoen maksimaaliseen voimantuottoon päästiin nopeammin vasemmalla jalalla loppumittauksissa kuin alkumittauksissa molemmilla osallistujilla. Voima sekä voimantuottoaika paranivat.

Osallistujan B kohdalla on tarkasteltava stimulanttien vaikutusta suoritukseen. Ennen alkumittauksia osallistuja oli nauttinut sekä alkoholia viimeisen 24 tunnin

aikana sekä kofeiinia viimeisen 6 tunnin aikana. Osallistuja kertoi, että alkumittauspäivää edeltävänä iltana hän oli nauttinut 2,3 annosta alkoholia. Tämä alkoholimäärä olisi pitänyt palaa jo elimistöstä mittaushetkellä. Lisäksi Teixeira-Coelho ym. (2020) osoittivat, että nautittu kohtuullinen alkoholiannos ennen suoritusta laktaattipitoisuus veressä kasvaa, joka vaikuttaa alentavasti suorituskykyyn. Heidän tutkimuksessansa olevaa laskukaavaa hyödynnettiin osallistujan B kohdalla, mutta osallistujan B nauttima annos ei osu edes lähelle Teixeira-Coelhon ym. (2020) tutkimuksessa käytettäviin alkoholiannoksiin. Täten voidaan ajatella, että onko tällaisella alkoholiannoksella suurta merkitystä monia tunteja myöhemmin suoritettavaan isometriseen maksimivoiman tuottoon mittauksen yhteydessä.

Lisäksi on yleisessä tietoisuudessa, että alkoholi nostattaa dopamiinin erityistä. Katekoliamiineilla, noradrenaliinilla, adrenaliinilla sekä dopamiinilla on myönteinen vaikutus lihaksien voimantuottoon (Kauranen 2014, 420). On olennaista pohtia, onko tällaisella alkoholimäärällä dopamiinin erityistä lisääviä vaikutuksia monien tuntien kuluttua suoritettavaan isometriseen maksimivoimamittaukseen. Mikäli 2,3 kokoisen alkoholiannoksen nauttiminen aiheuttaa dopamiinin tuottamista monia tunteja nauttimisen jälkeen tai, että sen vaikutukset ovat pitkäkestoiset, on saatuihin tuloksiin suhtauduttava varauksella.

On mahdollista, että stimulanttina toimiva kofeiini vaikutti alkumittauksien tuloksissa suuntaan tai toiseen. Esimerkiksi Grgicin ym. (2018) mukaan isometrisessä lihastyössä alaraajan lihaksiston voimaa mitattaessa kofeiinilla voi olla hieman myönteistä vaikutusta tutkimustuloksiin. Tämän myötä osallistuja B saattoi hieman hyötyä kofeiinin nauttimisesta alkumittauspäivän aamuna. Kuitenkin hyöty on todennäköisesti niin pieni, että sillä ei ole kokonaiskuvaan merkitystä. Opinnäytetyölle tärkeää oli se, että vaikka osallistuja B otti alkumittauksissa kofeiinia ja loppumittauksissa ei, silti loppumittauksissa saadut tulokset olivat huomattavasti kehittyneet harjoittelujakson jälkeen. Enemmän huomioitavaa olisi ollut silloin, jos osallistuja B olisi nauttinut loppumittauksissa kofeiinia eikä alkumittauksissa, koska silloin olisi voinut miettiä, onko tulos noussut osittain kofeiinin takia.

Kun kaikki nämä stimulantit otetaan huomioon ja tarkastellaan sekä alkumittauksia että loppumittauksia (mitä ennen osallistuja B ei lainkaan käyttänyt)

voidaan todeta, että stimulantteilla oli olematon tai heikohko vaikutus saatuihin tuloksiin. Suurin painoarvo tulosten paranemisessa on varmasti ollut itse NMES-harjoittelun tuomat hyödyt.

Kaikkiin edellä mainittuihin tuloksiin vaikuttaa lisäksi se, että molemmat osallistujat olivat sairaana harjoittelujakson aikana, joten he eivät harjoitelleet ohjeistettua määrää. Osallistuja A oli kipeänä ajanjaksona 15.10-26.10.2022 eli yhteensä 11 päivää. Osallistuja B puolestaan oli kipeänä ajanjaksona 29.9-12.10.2022 eli yhteensä 13 päivää. Harjoittelumäärän vähenemisen takia on selvää, että harjoitteluintensiteetti ei ollut optimaalisinta ja tämä on havaittavissa kummankin osallistujan harjoittelupäiväkirjasta. Tällä on yhteys saatuihin tuloksiin; on täysin mahdollista, että molemmat osallistujat olisivat saaneet kummasakin testissä paremmat tulokset. Toisaalta se, että molemmat olivat sairaana, ei heikennä tulosten vertailua.

Osallistujien väliseen tulosten vertailun vähäisyyteen vaikuttaa heidän eri vaiheissansa olevat sairaudet. Osallistuja A on sairastanut 9 vuotta ja osallistuja B noin vuoden. Polyradikuliitin vakavuus on suorassa yhteydessä taudin alkuvaiheessa hermosolujen aksoneissa tapahtuneisiin vaurioihin. Polyradikuliitin kroonisessa vaiheessa todetaan yleensä jatkuvaa väsymystä, joka yleensä todetaan vuoden kuluttua sairauden diagnosoinnista. (Lennon ym. 2018, 313-314.) Osallistujien diagnooseista oli muutaman vuoden ero, mutta kummallakin oli ollut polyradikuliitti vähintään yhden vuoden verran. Täten on oletettavaa, että molemmilla osallistujilla alin taso heikkoudessa oli jo ollut taudin puhkeamisen alkuvaiheessa. Osallistuja B mainitsi, että hänellä on silti edelleen taudinkuvassa pahe-nemisjaksoja. Arvailuksi kuitenkin jää se, että saiko osallistuja B sairaalassa olevilla hoitjaksoilla väsymykseen helpotusta, mitä osallistuja A ei saanut, joka vaikuttaisi tuloksiin.

## **8.2 Opinnäytetyön prosessin arviointi**

Opinnäytetyö prosessin onnistuneita asioita olivat muun muassa nopea adaptaatiokykyimme, osallistujien kiinnostus opinnäytetyötä kohtaan sekä laitteiden

toimivuus. Adaptaatiokyky näkyi esimerkiksi silloin, kun vastus medialikselle asetetun elektrodin kautta johdettu sähkövirta tuotti niin epämiellyttävän tunteen, että oli vaihdettava suunnitelmaa lennosta. Olisiko tämä suunnitelma voinut mennä paremmin? Tietysti; esimerkiksi olisimme voineet laittaa toisen elektrodin vastus lateralikesen motoriseen pisteeseen, joka myös Derrick ym. (2021) tutkimuksen mukaan tuottaa suuremman voiman, mitä rectus femoris. Tulimme nopeasti siihen tulokseen, että se olisi eettisesti kyseenalaista kokeilla ensiksi myös vastus lateralikesen kohdalta, tuottaako sekin epämiellyttävää tuntemusta. Tämän lisäksi emme poikenneet tutkimusasetelmasta paljoa, sillä Bochkezanian ym. (2018) omassa tutkimuksessaan laittoivat kaksi elektrodia rectus femorikesen motorisiin pisteisiin.

Osallistujien osoittama kiinnostus opinnäytetyötä kohtaan näkyi kummankin osallistujan kohdalla aktiivisena osallistumisena NMES-harjoittelulle. NMES-laitteiden vähäinen muokattavuus osoittautui ongelmalliseksi, mutta ne silti olivat toimivia koko harjoittelujakson ajan. Lisäksi kaikki muut laitteet, joita tutkimuksellisessa osiossa käytimme, olivat toimivia, ja niiden kanssa ei ollut suurempia ongelmia.

Asioita, joissa koimme olevan parantamisen varaa olivat muun muassa huono kommunikaatio koulutusorganisaatiomme elimen kanssa, joka on vastuussa mittausluokan kulunvalvonnasta, ajoittainen osallistujien kanssa havaittava kommunikaatiovaje sekä NMES-laitteissa olevien ohjelmien muokattavuusrajoitukset. Olimme kumpaakin mittauskertaa aikaisemmin yhteydessä siihen koulutusorganisaatiomme elimeen, joka vastaa mittausluokan kulunvalvonnasta ja valitettavasti molemmilla kerroilla mittausluokkaan pääsemisessä oli ongelmia; ei tuntunut ammattitaitoiselta odotuttaa osallistujia.

Lähetimme osallistujalle B eri asiayhteyksissä sähköpostia, joissa toivoimme saavan vastauksen ja välillä sen saimme, välillä emme. Osallistuja B mainitsi, että vaikka hän ei vastaa, hän on rekisteröinyt viestin. Tämä kuitenkin osoittautui ongelmalliseksi alkumittaukseen valmistautumisen yhteydessä, jota aikaisemmin jo pohdimme. Lopuksi olisi ollut käyttäjäystävällisempää, mikäli olisi ollut kehittyneemmät laitteet käytössä, jossa NMES-laitteiden muokattavuus olisi ollut parempi ja kahden elektrodin sijasta olisi laitteeseen voinut kytkeä yhteensä neljä elektrodia. Toisaalta me olisimme voineet olla huomattavasti

aikaisemmin liikkeellä ja laitteiden vajavaisuuksien havaittua tehdä tarvittavat toimenpiteet; muuttaa kokonaan lähestymistapaa tai vaihtaa työme aihetta.

### **8.3 Oppimisprosessi ja ammatillinen kasvu**

Opinnäytetyön tekeminen oli molemmille iso projekti fysioterapeutiksi kehittymissä. Kuitenkin erityisesti elektroterapian käyttäminen kehittyi merkittävästi ja tätä taitoa on helpompi lähteä käyttämään ja hyödyntämään tulevaisuuden työelämässä.

Opinnäytetyön alkuvaiheessa tuntui, että työtä on todella paljon, mutta prosessi eteni omalla painolla varsinkin syksyllä 2022. Työtä oli toki todella paljon, etenkin raportoinnin osalta, mutta aiheen ollessa mielenkiintoinen oli opinnäytetyön työstäminen helpompaa. Oppimisprosessin etenemistä ylipäänsä on hankala matkan varrella analysoida, mutta tutkimuksen päätyttyä oli hieno huomata, kuinka paljon me molemmat aiheen parissa olemme kehittyneet. Tietoa karttui lisää ja sitä pystyi käyttämään tutkimuksen tulosten ja johtopäätösten analysoinnissa. Oli myös mahtavaa huomata, että opittua tietoa pystyi konkreettisesti käyttämään tutkimuksen alku- ja loppuhaastatteluiden yhteydessä. Kaiken kaikkiaan opinnäytetyön työstäminen oli molemmille opettavainen prosessi.

### **8.4 Eettisyys ja luotettavuus**

Tässä opinnäytetyössä toimittiin tiedeyhteisön tunnustamien toimintatapojen mukaisesti, joita olivat muun muassa tarkkuus tutkimustyössä ja rehellisyys. Opinnäytetyössä sovelsimme erilaisia tieteellisesti ja eettisesti kestäviä tutkimusaineiston käsittely- ja hallintamenetelmiä. Näitä tuloksia julkaistaessa noudatimme avoimuutta ja vastuullista tiedeviestintää, joka kuuluu tieteellisen tiedon luonteeseen. Kaikkia tässä opinnäytetyössä viitattuja tutkimuksia on käsitelty asiallisesti ja heidän saavutuksiansa on kunnioitettu. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023.)

Ne asetetut vaatimukset, joita tieteelliselle tiedolle edellytetään, on toteutettu tässä opinnäytetyössä suunnittelun, toteutuksen sekä raportoinnin yhteydessä. Osallistujat allekirjoittivat tietoisuuden lomakkeen (liite 1), jossa käytiin läpi kaikkien osapuolten oikeudet, vastuut sekä velvollisuudet. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Neuroliitto. Toimeksiantajuudesta ilmoitettiin kaikille opinnäytetyöhön liittyville osapuolille. Tietosuojaa ja anonymiteettia kunnioitettiin ja vähänkin arkaluontoinen aineisto hävitettiin asianmukaisesti. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023.)

Yleisiä eettisiä periaatteita kunnioitettiin opinnäytetyön prosessin aikana sekä sen jälkeen. Kunnioitimme osallistujien itsemääräämisoikeutta sekä ihmisarvoa. Osallistujat olivat osana opinnäytetyö prosessia siten, että heille ei koitunut merkittäviä riskejä eikä haittoja. Osallistujat allekirjoittivat vapaaehtoisesti tietoisuuden lomakkeen. Lomakkeella mainitaan osallistujan vapaaehtoisuudesta sekä kieltäytymismahdollisuudesta missä tahansa opinnäytetyön vaiheessa. Tästä ei koituisi missään muodossa eikä missään vaiheessa haittaa osallistujalle. Osallistujille kerrottiin henkilötietojen käsittelystä sekä toteutusvaiheen käytännön toteutuksesta. (Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019.)

Osallistujilla on myös mahdollisuus pyydettäessä saada tiedot edellä mainituista asioista missä tahansa vaiheessa sellaisessa muodossa, että se on ymmärrettävää. Opinnäytetyön toteutusvaiheessa tapahtuneesta harjoittelusta ja sen mahdollisista haitoista ja riskeistä kerrottiin ennen interventiovaihetta. Samalla harjoittelujakson vaikutukset ja mahdolliset hyödyt kerrottiin osallistujille realistisesti. Opinnäytetyötä varten osallistujilta kerättiin vain opinnäytetyön tarkoituksen kannalta tarpeelliset henkilötiedot. Opinnäytetyön osallistujien yksityisyyttä suojellaan. (Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019.)

Opinnäytetyötä koskee tieteellisen tutkimukseen liittyvä kriteeristö. Opinnäytetyössä tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmät ovat linjassa eettisyyden ja tieteellisen tutkimuksen kriteerien kanssa. Tuloksia kerätessä, tuloksia analysoitaessa sekä tuloksia julkaistaessa kiinnitettiin huomiota avoimuuteen, luottamuksellisuuteen ja salassapitoon, jotka kuuluvat tieteellisen tiedon luonteeseen. Aineistot, joita on käytetty suunnittelu-, toteutus- ja raportointivaiheessa tallennettiin vaatimusten edellyttämällä tavalla. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023.)

Selvästi tulosten erilaisuuteen vaikuttaa opinnäytetyömme sekä vertaamamme tutkimuksen erilaiset NMES-laitteet, laitteilla olevien ohjelmien parametrit sekä elektrodien määrä ja niiden asettelu. Bochkezanian ja kumppaneiden käyttämä laite (400 V, DS7A, Digitimer Ltd., Welwyn Garden146 City, UK) erosi käyttämästämme laitteesta (Chattanooga CEFAR TENS 2). Lisäksi ongelmalliseksi koitui laitteemme erilaisten ohjelmien muokkaamisen vähyys. Täten jouduimme ottamaan kokonaan lämmittelyosion pois sekä itse harjoitteluohjelmaa jouduttiin muokkaamaan kohtalaisesti. Täten täysin samanlaisia olosuhteita ei pystytty pitämään, mutta suhteellisen lähelle päästiin. Lisäksi Bochkezanian ym. (2018) käyttivät neljää elektrodia siinä, missä jouduimme tyytymään vain kahteen. Nämä asiat huomioon ottaen on päivän selvää, että täysin vastaavia olosuhteita ei voitu saada ja siten saatuihin tuloksiin on suhtauduttava varauksella.

Alkuperäinen tarkoituksemme oli asettaa NMES-laitteen elektrodit rectus femoriksen sekä vastus medialiksen päälle, mutta päädyimme lopulta laittamaan molemmat elektrodit rectus femoriksen päälle. Vastus medialikselle asetetun elektrodin kautta annettu sähkövirta antoi epämiellyttävän tuntemuksen. Tärkeintä olisi, että kipua ei saisi syntyä harjoittelun missään vaiheessa, joten päätimme laittaa elektrodit ennalta suunnitellun vastaisesti. Mahdollista on, että vastus medialikseen asetettu elektrodi olisi vaikuttanut voimantuottoon sitä nostattavasti. Mainitsimme aiemmin, että mahdollisesti tuloksiin positiivisesti vaikuttavampi vaihtoehto olisi ollut myös, jos vastus lateralikselle olisi laitettu toinen elektrodi vastus medialiksen sijaan. Pienen aivoriihemme jälkeen tulimme kuitenkin siihen tulokseen, että ei mahdollisesti lisätä osallistujien epämiellyttäviä tuntemuksia, vaan asetetaan toinen elektrodi myös rectus femorikselle, joka ei reagoinut yhtä ärhäkkäästi sähkövirralle.

Chamorro ym. (2017) tulivat systemaattisen katsauksen puolesta siihen tulokseen, että alhaisempi reliabiliteetti saadaan, kun polven ojennus -mittauksessa käytetään käsidynamometriä. Täten isokineettinen dynamometri olisi parempi vaihtoehto, mutta meta-analyysi osoittaa, että myös isometrinen dynamometri osoittaisi kohtalaista tai heikkoa metodologiaa COSMIN-luokittelun mukaisesti. (Chamorro ym. 2017.)

Täten, vaikka Bochkezanian ym. (2018) käyttivät tutkimuksessaan isokineettistä dynamometrituolia (Biodex 136 System 3 Pro, Ronkonkoma, NY), päädyimme

käyttämään isometrisen maksimivoiman mittaukseen Hur-laitetta. Juuri halutun lihasryhmän tarkempi tarkastelu isometrisen voimanmittauksen avulla on mahdollista ja se voidaan tehdä tietyssä nivelkulmassa. Etuja tälle mittaustavalle ovat muun muassa hyvä toistettavuus ja helppokäyttöisyys. (Fyysisen kunnon mittaaminen 2018, 182.)

SPPB:tä pidetään luotettavana testipatteristona, kun tarkastellaan alaraajojen suorituskykyä ja voimaa (Koivula ym. 2016). Poimimme tästä patteristosta vain tuoilta ylösnousu -testin, sillä halusimme saada myös jotakin käytännönläheistä dataa Hur-laitteella saatujen tuloksien lisäksi. Vaihtoehtoisesti Hardy ym. (2010) osoittivat tutkimuksessaan, jossa asetelma oli kuitenkin hieman erilainen, että miesten kohdalla tuoilta ylösnousuun vaikutti olennaisesti jalanojennus voiman lisäksi myös tasapaino seistessä. Naisten kohdalla tasapaino ei vaikuttanut tuoilta ylösnousu -testiin. (Hardy 2010.) He tulivat siihen tulokseen, että suuri jalan ojennusvoima oli yhteydessä parempaan suoritukseen tuoilta ylösnousu -testissä, mutta testissä kannattaa huomioida muitakin asioita, kuten tasapainoa, testin luotettavuuden varmistamiseksi.

Pyysimme osallistujia pitämään päiväkirjaa ja kumpikin osallistuja työsti päiväkirjaa koko harjoittelujakson ajan. Kirjauksista näkyi selkeästi harjoittelu päivämäärät sekä käytetyt milliampeerimäärät päiväkohtaisesti. Osallistujan A kirjanpidosta on havaittavissa, että harjoittelu on ollut kummankin jalan osalta nousujohteista. Harjoittelujakso alkoi (15.8) siten, että vasemman jalan milliampeerimäärä oli 43 ja oikean vastaava määrä oli 41, jotka alkumittauksen yhteydessä olimme saaneet. Milliampeerimäärät kasvavat kummankin jalan osalta tasaisesti 23.9 asti. Tällöin osallistuja kertoi, että jostain tuntemattomasta syystä määrät kummallakin jalalla olivat laskeneet eikä hän vain kyennyt niitä nostamaan. Tapahtuman jälkeen kummankin jalan kohdalla määrät alkavat kuitenkin taas tasaisesti nousta ja ennen sairastumistaan, osallistuja A aloitti (14.9) harjoittelunsa vasemmalla jalalla, kun milliampeerit olivat 50 ja oikealla vastaava määrä oli 48. Valitettavasti tätä seurasi sairausjakso. Sairausjakson aikana (15.10-26.10.2022) ei osallistuja A harjoitellut lainkaan. 27.10 Osallistuja A jatkoi harjoitteluaan hieman paremmista alkuarvoista, mitä aikaisemmin ja harjoittelujakson lopussa arvot olivat vasemmassa jalassa 58 milliampeeria ja oikeassa 52 milliampeeria.

Osallistujan B pitämä kirja harjoittelusta on nousujohteista kummallakin jalalla. Alussa (16.8) vasemmassa suurin siedettävä milliampeerimäärä oli 60 ja oikeassa se oli 62, kuten alkumittauksissa oli saatu. Vähän yli puolen välin paikkeilla (26.9) vastaavat arvot olivat vasemmassa jalassa 69 milliampeeria ja oikeassa 73 milliampeeria. Tätä pian seurasi kuitenkin sairausjakso, jonka aikana osallistuja B ei harjoitellut ollenkaan. Sairausjakso kesti 14 päivää (29.9-12.10.2022). Harjoittelu jatkui 13.10, jolloin vasemmalla jalalla aloitettu milliampeerimäärä oli 55 ja oikeassa vastaava määrä oli 60. Nämä nousivat edelleen harjoittelujakson loppua kohden ja viimeisenä harjoitteluajankohta määrät olivat vasemmassa jalassa 64 milliampeeria ja oikeassa 67 milliampeeria.

Intervention kuvaus -osiossa toivoimme, että osallistujat eivät aloita mitään normaalista poikkeavaa fyysistä aktiivisuutta, sillä tämä olisi voinut vaikuttaa tuloksiin. Kumpikaan osallistuja ei kuitenkaan aloittanut mitään normaalista poikkeavaa harrastusta tai aktiviteettia intervention aikana.

### **8.5 Jatkotutkimus- ja kehittämisideat**

Opinnäytetyö osoitti sen, että NMES-sähkövirtamuodon käytöllä saattaa olla vaikutuksia polyradikuliittia sairastavien voimantuoton kasvattamisessa. Kuitenkin jatkossa olisi suotavaa tehdä asetelma huomattavasti suuremmalle joukolle. Suurempi joukko vähentäisi sattumaa ja mahdollistaisi näin yleistettäväksi nostettavia saavutuksia. Lisäksi, kuten tietoperustassa totesimme, ei polyradikuliittia esiinny valtakunnallisella tasolla paljoa.

Tulosten arvioinnin yhteydessä mainitsimme, että molemmilla osallistujilla oikean jalan isometrinen maksimivoima ei kasvanut yhtä paljoa, mitä vasemman jalan kasvoi. Jatkossa olisi hyvä tutkia asiaa yksityiskohtaisemmin onko kyseessä jokin taudinkuvaan liittyvä seikka vai johtuuko tämä ero jalkojen isometrisessä maksimivoimassa yksilöllisistä attribuuteista.

Edelleen, mikäli kokoonpanossa olisi ollut myös mukana kontrolliryhmä, kattavampaa vertailua olisi voitu toteuttaa. Samalla olisi tullut tietoisuuteen, että havaitaanko eri neurologisiin sairauksiin tarkoitettuihin NMES-harjoitteluohjelmien

yhteensopivuutta vai onko kyseessä (sairaudesta riippumatta) yleinen voimantuoton kasvu.

Lopuksi, mikäli jatkotutkimusta toteutetaan, olisi optimaalisinta, että käytetään modernimpia NMES-laitteita, missä ohjelmien muokattavuus on laaja ja elektrodeja olisi vähintään neljä kappaletta. Maksimivoimamittauslaitteiden valinta kuuluisi valita sen hetkisen tutkitun tiedon mukaan.

## Lähteet

- Aartolahti, E., Aho, J., Ahtiainen, J., Fogelholm, M., Huotari, P., Häkkinen, K., Iivonen, S., Ilmanen, K., Jaakkola, T., Kallinen, M., Kalaja, S., Keskinen, K., Keskinen, O., Koski, H., Kujala, U., Kyröläinen, H., Laukkanen, A., Laukkanen, R., Matikka, L., Mero, A., Mänttari, A., Nummela, A., Nupponen, H., Peltonen, J., Pietilä, M., Pihlainen, K., Portegijs, E., Sakari, R., Suni, J., Suominen, H., Sääkslahti, A., Taulaniemi, A., Tikkanen, H., Toskala, A., Uusitalo, A. & Viertola, J. 2018. *Fyysisen kunnon mittaaminen – käsi- ja oppikirja kuntotestaajille*. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K., Kallinen, M. & Kuivalainen, J. Helsinki: Grano Oy, 182-184.
- Ahoniemi, E., Airaksinen, O., Arokoski, J., Autti-Rämö, I., Baumann, S., Haanpää, M., Harmsen, J., Heinonen, A., Heliövaara, M., Hurri, H., Kainu, A., Karppinen, J., Kauhanen, M., Kauppi, M., Kauppi, P., Koskinen, S., Kruus-Niemelä, M., Laimi, K., Lepola, V., Malmivaara, A., Mikkelsen, M., Mäenpää, H., Määtänen, M., Nisula, T., Orenius, T., Perttilä, I., Pitkälä, K., Pohjolainen, T., Purhonen, T., Puustjärvi-Sunabacka, K., Rantala, M., Ruutiainen, J., Saari, A., Saksanen, R., Salmi, T., Saltychev, M., Takala, E., Valtonen, K., Waris, E., Viikari-Juntura, E., Ylinen, A. & Ylinen, J. 2015. *Selkäydinvauriot*. Teoksessa Arokoski, J., Mikkelsen, M., Pohjolainen, T. & Viikari-Juntura, E (toim.). *Fysiatría*. Kustannus Oy Duodecim. Duodecim oppiportti. 15.05.2022.
- Ahoranta, J. 2015. *Sähkötekniikka*. Teoksessa Koskua, L (toim.). Helsinki: Sanoma Pro Oy, 27-28.
- Atula, S. 2019. Polyradikuliitti eli hermojuuritulehdus (Guillain-Barren oireyhtymä). *Lääkärikirja Duodecim*. Artikkel. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk01094>. 19.12.2022.
- Bochkezanian, V., Newton, R., Trajano, G & Blazeovich A. 2018. Effects of neuromuscular electrical stimulation in people with spinal cord injury. Edith Cowan University. [https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2018/09000/Effects\\_of\\_Neuromuscular\\_Electrical\\_Stimulation\\_in.2.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2018/09000/Effects_of_Neuromuscular_Electrical_Stimulation_in.2.aspx). 18.04.2022.
- Chamorro, C., Armijo-Olivo, S., De La Fuente, C., Fuentes, J., Javier, F. & Chiroso, L. 2017. Absolute reliability and concurrent validity of handheld dynamometry and isokinetic dynamometry in the hip, knee and ankle joint: systematic review and meta-analysis. National library of medicine. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5651404/>. 07.12.2022.
- Denegar, R., Saliba C. & Saliba, S. 2010. Therapeutic modalities for musculoskeletal injuries. *Human Kinetics*. 159.
- Derrick, L., Del Castillo, M., Bergquist, A., Milosevic M & Masani, K. 2021. Contribution of Each Motor Point of Quadriceps Femoris to Knee Extension Torque During Neuromuscular Electrical Stimulation. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9328549>. 19.07.2022.

- Fehlings, M. 2013. Critical care in spinal cord injury. London: Future medicine Ltd, 8. E-Book Central. <https://ebookcentral-proquest-com.tietopalvelu.karelia.fi/lib/pkamk-ebooks/reader.action?docID=1179638&query=spinal+cord+injury#>. 17.12.2022.
- Grgic, J., Trexler, E. T., Lazinica, B. & Pedisic, Z. 2019. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5839013/#CR10>. 20.12.2022.
- Hakkarainen, H. 2009. Voiman harjoittaminen lapsuudessa ja nuoruudessa. Teoksessa: H. Hakkarainen, T. Jaakkola, S. Kalaja, J. Lämsä, A. Nikander & J. Riski. Lasten ja nuorten urheiluvalmennuksen perusteet. Lahti: VK-kustannus Oy.
- Hardy, R., Cooper, R., Shah, I., Harridge, S., Guralnik, J. & Kuh, D. 2010. Is chair rise performance useful measure of leg power? National library of medicine. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3260651/>. 07.12.2022.
- Heikkilä, T. 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. Helsinki: Edita Publishing Oy. <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>. 17.5.2022.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2000. Tutkimushaastattelu – Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki.
- Holtz, A. & Levi, R. 2010. Spinal cord injury. New York: Oxford University Press, 13, 43, 73-75. E-Book Central. 14.04.2022.
- Hulmi, J. 2017. Lihastohtori – Näyttöön perustuva tietopankki sporttiseen kuntoon. Fitra Oy.
- Häkkinen, K., Kalaja, S., Mero, A. & Nummela, A. 2016. Huippu-urheiluvalmennus – Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. Jyväskylä: VK-Kustannus Oy.
- Kananen, J. 2013. Case-tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu, 54, 56, 75.
- Kaste, M., Soinila, S. & Somer, H. 2007. Teoksessa A. Hietaharju & I. Elovaara (toim.), Neurologia. Helsinki: Duodecim. 481, 484.
- Kauranen, K. 2018. Fysioterapeutin käsikirja. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Kauranen, K. 2014. Lihas -rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu. Tampere: Tammerprint Oy, 175-176, 382-286, 420.
- Kitchen, S. 2002. Electrotherapy – Evidence-Based Practise. Elsevier.
- Koivula, M., Pitkänen, T., Pohjolainen, P., Starck, H & Vuorjoki-Andersson. 2016. Testaus tavaksi – tapoja testaukseen. Teoksessa Salminen, U. & Karvinen, E. (toim.). Iäkkäiden liikkumiskyvyn arviointi. Ikäinstituutti, 12. [https://www.ikainstituutti.fi/content/uploads/2017/01/testaus\\_tavaksi\\_netti.pdf](https://www.ikainstituutti.fi/content/uploads/2017/01/testaus_tavaksi_netti.pdf) .15.05.2022.
- Kruk, B., Pekkarinen, H. & Hänninen, O. 1999. Effect of caffeine during repeated vertical jump. Biology of Sport 16 (4), 217-224.

- Kuntotestauksen käsikirja. 2007. Toim. K. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen. 2. uud. p. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu 161.
- Lake, D.A. 2012. Neuromuscular Electrical Stimulation – An overview and its application in the treatment of sports injuries. *Sport medicine*. 89, 91. <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-199213050-00003>. 18.12.2022.
- Lennon S., Ramdharry, G. & Verheyden, G. 2018. Physical management for neurological conditions. Fourth edition. Teoksessa Lennon, S., Ramdharry, G. & Verheyden, G (toim.). Elsevier Health Sciences, 313-314.
- McGrogan, A., Madle, GC., Seaman, HE. & de Vries, CS. 2009. The epidemiology of Guillain-Barre syndrome worldwide. A systematic literature review. *Neuroepidemiology* 32(2): 150-163.
- Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S-E. 2009. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY. 120-152.
- O’Clock, G. 2007. Electrotherapeutic devices: Principles, Design and Applications. Norwood: Artech House, 3, 125. Ebook Central. 17.05.2022.
- Parry, G. J. & Steinberg, J. S. 2007. Guillain-Barre Syndrome: From Diagnosis to Recovery. Springer Publishing Company, Incorporated. 4,10.
- Saarela, M. 2017. Guillain-Barren oireyhtymä. Neuroliitto. <https://neuroliitto.fi/tieto-tuki/tietoa-sairauksista/harvinaiset-neurologiset-sairaudet/diagnoosit/quillain-barren-oireyhtyma/>. 22.12.2022.
- Sejvar, JJ., Baughman, AL., Wise, M. & Morgan, OW. 2011. Population incidence of Guillain-Barre syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Neuroepidemiology* 36(2): 123-133.
- Shao, S-C., Wang, C-H., Chang, K-C., Hung, M-J., Chen, H-Y. & Liao, S-C. 2021. Guillain-Barre Syndrome Associated with COVID-19 Vaccination. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8632191/>. 20.12.2022.
- Sipilä, J. & Soilu-Hänninen, M. 2013. Tyksissä tutkittua: Leikkaus nostaa vain vähäisesti Guillain-Barrén oireyhtymän riskiä. Varsinaissuomen sairaanhoitopiiri. Artikkel. <https://www.vsshp.fi/fi/sairaanhoitopiiri/media-tiedotteet-viestinta/tiedotteet/Sivut/leikkauksesta-pieni-gbs-riski.aspx> 13.12.2022.
- Soinila, S. & Kaste, M. 2015. Neurologia. (toim.) Duodecim.
- Stokes, M. & Stack, E. 2012. Physical management for neurological conditions. Third edition. Elsevier Ltd, 55-56.
- Terveiden ja hyvinvoinninlaitos 2020. Liikkumis- ja toimintakyvyn testaaminen. Luettavissa: <https://thl.fi/fi/web/hyvinvoinnin-ja-terveyden-edistamisen-johtaminen/turvallisuuden-edistaminen/tapaturmien->

[ehkaisy/iakkaiden-tapaturmat/kaatumiset-ja-putoamiset/liikkumis-ja-toimintakyvyn-testaaminen.17.5.2022.](#)

- Texeira-Coelho, F., Santos, D., Santos, A., Sousa, T., Moreira, S., Souza, M. & Wanner, S. 2020. Ingestion of a moderate dose of alcohol enhances physical exercise-induced changes in blood lactate concentration. National library of medicine. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7162590/>. 11.11.2022.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK). 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Helsinki. 29.3.2023.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK) ohje. 2019. Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakkoarviointi Suomessa. 31.05.2022.
- Valkeinen, H., Stenholm, S., Sainio, P., Pajala, S., Vaara, M. & Paltamaa, J. 2022. Terveysportti. TOIMIA-mittarit. Tuolilta ylös nousutesti, 5 tai 10 kertaa. [https://terveysportti.mobi/dtk/hpt/avaa?p\\_artikkeli=tmm00155](https://terveysportti.mobi/dtk/hpt/avaa?p_artikkeli=tmm00155). 30.7.2022
- Wakahara, T & Shiraogawa, A. 2019. Effects of neuromuscular electrical stimulation training on muscle size in collegiate track and field athletes. National library of medicine. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6853328/#pone.0224881.ref021>. 07.12.2022.
- Watson, T. & Nussbaum E. 2021. Electrophysical agents – Evidence-Based Practice. Google-kirjat. 245. 18.06.2022.
- Watson, T. 2008. Electrotherapy E-book: evidence-based practice. Google-kirjat. 18.05.2022.



**Karelia-ammattikorkeakoulu**



## **Tietoisen suostumuksen lomake**

Suostumus opinnäytetyön tutkimukselliseen osioon

Lihaskiinan lisääminen NMES:n avulla polyradikulaarista sairastavilla ihmisillä

Joonas Julkunen & Arttu Altonen

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)

Minua (osallistujan nimi) on pyydetty osallistumaan yllä mainittuun opinnäytetyöhön, jonka tavoitteena on, lisääntykö lihasvoima polyradikuliittia sairastavilla NMES:n avulla. Olen lukenut ja ymmärtänyt yllä mainitut kohdat osallistujan oikeuksista sekä opinnäytetyön tutkimuksellisen osan käytännöistä. Tiedostan, miten opinnäytetyön tarvittavia tietoja kerätään, käsitellään ja säilytetään. Ymmärrän, että tulen saamaan vielä suullisesti tämän asiakirjan sisällön ajanjaksona, jolloin opinnäytetyön interventiovaihe käynnistyy. Tiedän, että kaikkiin opinnäytetyöhön liittyviin kysymyksiini on vastattu ja niihin tullaan vastaamaan. Ymmärrän lisäksi, että minulla on oikeus missä tahansa opinnäytetyön vaiheessa esittää opinnäytetyöhön liittyviä kysymyksiä.

Minulla on ollut riittävästi aikaa harkita osallistumistani opinnäytetyöhön. Olen saanut riittävät tiedot oikeuksistani, opinnäytetyön tarkoituksesta sekä sen toteutuksesta, hyödyistä ja riskeistä. Osallistumistani ei ole painostettu, uhkailtu eikä houkuteltu. Olen tietoinen, että osallistumiseni on täysin vapaaehtoista ja voin missä tahansa opinnäytetyön vaiheessa keskeyttää tai kieltäytyä opinnäytetyöhön osallistumisesta. Olen tietoinen, että minun ei tarvitse perustella keskeyttämistäni tai kieltäytymistäni syytä ja minuun ei kohdistu keskeytyksestä/kieltäytymisestä johtuen minkäänlaista haittaa.

Tiedän, että tietojani käsitellään luottamuksellisesti eikä niitä luovuteta sivullisille. Vain ne henkilöt, joilla on opinnäytetyön tietojen käsittelyyn asianmukainen peruste, saavat tietojani käsitellä. Ymmärrän kuitenkin sen, että vaikka keskeytän opinnäytetyön tai kieltäytyisin osallistumisesta, niitä tietoja, joita olen luovuttanut keskeyttämiseen tai kieltäytymiseen mennessä, voidaan silti käyttää osana opinnäytetyön aineistoa.

**Allekirjoituksellani vahvistan osallistumiseni tähän opinnäytetyöhön ja suostun vapaaehtoisesti osallistujia.**

---

Osallistujan nimi	Osallistujan syntymäaika	Osallistujan osoite
-------------------	--------------------------	---------------------

---

Päivämäärä	Allekirjoitus
------------	---------------

**Suostumus vastaanotettu**

---

Tekijän nimi (Suostumuksen vastaanottaja)	Päivämäärä	Allekirjoitus
--	------------	---------------

---

Tekijän nimi (Suostumuksen vastaanottaja)	Päivämäärä	Allekirjoitus
--	------------	---------------

Kopio allekirjoitetusta suostumuksesta annetaan osallistujalle.

---

### Alkuhaastattelu

Oletko nauttinut kofeiinia viimeisen 6 tunnin aikana? Oletko nauttinut alkoholia viimeisen 24 tunnin aikana? Entä oletko harrastanut raskasta liikuntaa viimeisin 48 tunnin aikana?

Milloin sait diagnoosin?

Onko sinulla muita sairauksia?

Miten kyseinen sairaus on vaikuttanut elämääsi ja sen laatuun? Jouduitko jättämään jotakin pois elämästäsi diagnoosin saatuaasi?

Käytkö lääkärillä useasti tai onko sinulla sairautesi liittyviä hoitoja?

Kuuluuko sairautesi sinun kohdallasi mitään pahenemisjaksoja?

Missä vartalonosassa tauti ilmenee eniten?

Onko sinulla kipuja? Onko niitä eri kehonosissa ja ovatko ne voimakkuudeltaan erilaisia?

Millaiseksi koet voimasi? Oletko huomannut niiden heikentymistä? Onko heikentyminen vaikuttanut arkeen ja toimintoihin, joita haluaisit tehdä, mutta et niihin nyt kykene?

Onko sinulla vertaistukiryhmiä tai muita vastaavia tukiverkostoja?

Harrastatko liikuntaa vapaa-ajalla? Jos harrastat, niin minkälaista ja kuinka usein?

Oletko töissä? Jos olet, niin vaikuttaako sairaus jotenkin työnkuvaan?

Onko sairaus vaikuttanut jotenkin sosiaalisiin suhteisiisi?

---

### Loppuhaastattelu

Oletko nauttinut kofeiinia viimeisen 6 tunnin aikana? Oletko nauttinut alkoholia viimeisen 24 tunnin aikana? Entä oletko harrastanut raskasta liikuntaa viimeisin 48 tunnin aikana?

Haluatko kertoa omin sanoin, miten harjoittelujakso on mennyt?

Noudatitko ohjeita harjoittelujakson aikana? Pysyikö motivaatio yllä koko harjoittelujakson?

Onko tullut mitään muutoksia taudinkuvaan?

Oletko käynyt tämän jakson aikana lääkärillä tai onko sinulla ollut sairauteesi liittyviä hoitoja?

Miten koet harjoittelun vaikuttaneen jalan rakenteisiin (Luut, nivelet, lihakset)?

Koetko, onko harjoittelulla ollut vaikutusta arkielämään?

Jos ajatellaan kipua, onko tapahtunut muutosta suuntaan tai toiseen?

Oletko jatkanut samoja aktiviteetteja ja/tai ottanut uusia harrastuksia?