

Alaraajojen lihasten spastisuus ennen ja jälkeen avustetun polkuharjoittelun

Henri Hanhela
Harri Karvonen
Joonas Kortelainen

Opinnäytetyö
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala
Fysioterapian koulutusohjelma
Fysioterapeutti (AMK)

2015

Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala
Fysioterapian koulutusohjelma
Fysioterapeutti AMK

Tekijät	Henri Hanhela, Harri Karvonen, Joona Kortelainen	Vuosi	2015
Ohjaajat	Erja Rahkola, Kaisa Turpeenniemi		
Toimeksiantaja	Kemijärven Fysikaalinen Hoitolaitos Ky		
Työn nimi	Alaraajojen lihasten spastisuus ennen ja jälkeen avustetun polkuharjoittelun		
Sivu- ja liitemäärä	71 + 7		

Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa aivoverenkiertohäiriötä, selkäydinvauriota sekä CP- vammaa sairastavien neurologisten asiakkaiden spastisten alaraajojen lihasten spastisuuden aiheuttaman lihasaktivaation mahdollisesta muutoksesta ennen ja jälkeen avustetulla polkulaitteella suoritetun polkuharjoituksen. Tarkoituksena oli tuottaa tutkittua tietoa kyseisen terapiamuodon vaikutuksesta edellä mainittuja oireyhtymiä sairastavien kuntoutuksessa. Toimeksiantaja voi hyödyntää tuloksia suunnitellessaan ja arvioidessaan neurologisten asiakkaiden kuntoutuksessa käytettäviä terapiamuotoja. Lisäksi tarkoituksena oli tuottaa fysioterapia-alalle tietoa terapiamuodon vaikutuksesta alaraajojen spastisuuteen. Työn tekijät syvensivät työn kautta omaa ammattitaitoaan tulevaa ammattia varten.

Opinnäytetyömme tutkimusongelmana oli miten polkulaitteella suoritettu 20 minuutin avustettu polkuliike vaikuttaa aivoverenkiertohäiriötä, selkäydinvauriota sekä CP-vammaa sairastavien neurologisten asiakkaiden spastisuuden aiheuttamaan alaraajojen lihasaktivaatioon. Opinnäytetyö toteutettiin tapaustutkimuksena, johon osallistui viisi tutkimushenkilöä. Tutkimuksen aineisto kerättiin määrällisin menetelmin, joita olivat elektromyografia (EMG), Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) sekä kysymyslomake. EMG ja MMAS mittaukset suoritettiin yhtäaikaista ennen polkuharjoitusta ja sen jälkeen. Mittareilla saadut tulokset analysoitiin MegaWin-ohjelmalla ja Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Tulokset on esitetty numeerisessa ja graafisessa muodossa.

Tutkimuksesta saatujen tulosten mukaan spastisuuden aiheuttama lihasaktivaatio väheni polkuharjoittelun jälkeen jokaisessa mitatussa lihaksessa EMG- ja MMAS -mittareilla mitattuna. Myös kysymyslomakkeella saatujen tulosten mukaan polkuharjoittelun vaikutukset spastisuuteen ovat positiivisia. Näin ollen tutkimustulosten perusteella avustetulla polkuharjoittelulla oli lihasten spastisuutta alentava vaikutus. Pienen tutkimusjoukon johdosta tuloksia ei voi kuitenkaan yleistää, mutta ne ovat suuntaa-antavia.

Avainsanat spastisuus, elektromyografia, neurologia, pyöräily

School of Social Services, Health and
Sports
Degree Programme in Physiotherapy

Authors	Henri Hanhela, Harri Karvonen and Joonas Kortelainen	Year	2015
Supervisors	Erja Rahkola, Kaisa Turpeenniemi		
Commissioned by	Kemijärven Fysikaalinen Hoitolaitos Ky		
Subject of thesis	Spasticity of Lower Limb Muscles Before and After Assisted Cycling Exercise		
Number of pages	71 + 7		

The aim of this thesis is to gather information on possible changes in the spasticity of the lower limb muscles before and after assisted cycling exercise in clients with stroke, spinal cord injury and cerebral palsy. The purpose of this thesis is to produce information about the effects of the assisted cycling exercise in rehabilitation with clients suffering from the above mentioned injuries. The commissioner, Kemijärven Fysikaalinen Hoitolaitos Ky, can benefit from the achieved results while planning the rehabilitation of neurological clients. The authors' purpose is to generate knowledge on the effects of assisted cycling exercise in spasticity of the lower limb muscles for physiotherapy field to use. The authors benefit from the thesis by obtaining their own expertise for the upcoming profession.

The research problem of this thesis was to discover how the 20-minute assisted cycling exercise affects the spasticity of the lower limbs muscles in clients with stroke, spinal cord injury and cerebral palsy. This thesis is a case study in which participated five study subjects. The research data was gathered with the following quantitative methods: Electromyography (EMG), Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) and questionnaire. EMG and MMAS were administered simultaneously before and after assisted cycling exercise. The results were analysed with MegaWin-program and Microsoft Excel Spreadsheet. The results are displayed in numerical and graphical form.

The results of this thesis show that after the assisted cycling exercise the muscle activation caused by spasticity, previously measured by EMG and MMAS, was reduced in every tested muscle. According to results from the questionnaire the effects of assisted cycling exercise was also positive. Therefore, it could be said that assisted cycling exercise reduces the spasticity in lower limb muscles. Due to the limited amount of participant in the study group, the results cannot be generalised, nevertheless, they can be used as directional information.

Key words spasticity, electromyography, neurology, cycling

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	HERMO-LIHAS-JÄRJESTELMÄ	3
2.1	Poikkijuovainen lihaskudos	3
2.2	Hermoston rakenne ja toiminta	5
2.3	Lihaksen sähköinen toiminta	6
2.4	Liikkeiden säätely	8
3	SPASTISUUS	11
3.1	Spastisuuden määritelmä	11
3.2	Spastisuuden syntymekanismi	12
3.3	Spastisuutta aiheuttavia neurologisia sairauksia	15
3.3.1	Cerebral palsy	15
3.3.2	Aivoverenkiertohäiriö	17
3.3.3	Traumaattinen selkäydinvamma	18
4	SPASTISUUDEN HOITO	21
4.1	Fysioterapian hoitomuodot	21
4.1.1	Polkuharjoittelu	21
4.1.2	Asentohoito	22
4.1.3	Venyttely	22
4.1.4	Kipsaus, ortoosit ja lastat	23
4.1.5	Termiset hoidot	24
4.1.6	Sähköhoidot	24
4.1.7	Lihassoimiharjoittelu	25
4.2	Lääkehoito	25
4.3	Kirurgiset hoidot	27
5	POLKULIIKE JA -LAITE	29
5.1	Polkuliike	29
5.2	Polkulaite	30
6	TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TARKOITUS SEKÄ TUTKIMUSONGELMA	32
6.1	Tavoite ja tarkoitus	32
6.2	Tutkimusongelma	32
7	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	33
7.1	Tutkimusmenetelmä	33

7.2	Tutkimuksen kulku	33
7.3	Tutkimusjoukko	36
7.4	Tutkimuksessa käytetyt mittarit	36
7.4.1	Elektromyografia	36
7.4.2	Modified Modified Ashworth Scale	38
7.4.3	Kysymyslomake	40
7.5	Tulosten analysointi	41
7.6	Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus	44
8	TULOKSET	48
8.1	EMG	48
8.2	Modified Modified Ashworth Scale	53
8.3	Kysymyslomake	54
9	POHDINTA	59
9.1	Pohdintaa tuloksista	59
9.2	Pohdintaa tutkimuksen eettisyydestä ja luotettavuudesta	61
9.3	Johtopäätökset	64
9.4	Jatkotutkimusmahdollisuudet	64
	LÄHTEET	65
	LIITTEET	71

1 JOHDANTO

Spastisuus liittyy yleensä ylemmän motoneuronin vaurioon ja sillä on päivittäisiä toimia haittaava, lihaskontraktuuria lisäävä sekä joissakin tapauksissa kipua aiheuttava vaikutus. (Rissanen, Kallanranta & Suikkanen 2008, 303) Spastisuus on yleinen häiriö, joka useissa tapauksissa estää henkilöä suorittamasta tahdonalaisia liikkeitä ja tiettyihin asentoihin pääsemistä. (Latash 1998, 214) Spastisuutta esiintyy useissa keskushermoston toimintaan vaikuttavien sairauksien kuten aivoverenkiertohäiriön, selkäydinvamman ja CP-vamman yhteydessä. Viime vuosina vastasyntyneiden CP-vammaisuus sekä ikääntyneiden selkäydinvammat ovat olleet nousussa, mikä lisää myös spastisuuden esiintyvyyttä. (Selkäydinvamma Käypä hoito-suositus 2012; Sillanpää 2009) Tästä johtuen opinnäytetyömme on ajankohtainen ja se antaa tutkittua tietoa käsiteltävissä olevan terapiamuodon vaikutuksista.

Opinnäytetyön tavoitteena on kerätä tietoa aivoverenkiertohäiriötä, selkäydinvauriota sekä CP- vammaa sairastavien neurologisten asiakkaiden spastisten alaraajojen lihasten spastisuuden aiheuttaman lihasaktivaation mahdollisesta muutoksesta ennen ja jälkeen avustetulla polkulaitteella suoritetun polkuharjoituksen. Tarkoituksena on tuottaa tutkittua tietoa kyseisen terapiamuodon vaikutuksesta edellä mainittuja oireyhtymiä sairastavien kuntoutuksessa. Toimeksiantaja voi hyödyntää tuloksia suunnitellessaan ja arvioidessaan neurologisten asiakkaiden kuntoutuksessa käytettäviä terapiamuotoja. Lisäksi tarkoituksena on tuottaa fysioterapia-alalle tietoa terapiamuodon vaikutuksesta alaraajojen spastisuuteen. Työn tekijät syventävät työn kautta omaa ammattitaitoaan tulevaa ammattia varten.

Tutkimuksemme aihe on valittu oman mielenkiintomme vuoksi, sekä toimeksiantajan tarpeesta saada tutkittua tietoa fysioterapian terapiamuodosta spastisten alaraajojen hoidossa. Toimeksiantajamme on saanut asiakkailtaan suullisesti positiivista palautetta hoitomuodon vaikutuksista heidän alaraajojen spastisuuteen. Subjekttiivisen arvioinnin tueksi tutkimuksemme tarkoituksena on sel-

vittää elektromyografian sekä Modified Modified Ashworth Scalen avulla avustetun polkuharjoittelun mahdollisia vaikutuksia neurologisten asiakkaiden alaraajojen spastisuudessa. Aiheesta tehtyjä aikaisempia tutkimuksia löytyy maailmalta muutamia, mutta Suomessa tehtyjä tutkimuksia kyseisen hoitomuodon vaikutuksesta alaraajojen spastisuuteen ei juuri löydy. Durnerin, Neumannin sekä Haasen (2015, 2) tekemän tutkimuksen mukaan 20 minuuttia kestävällä spastisten alaraajojen passiivisella polkuliikkeen harjoittamisella on selvästi spastisuutta alentava vaikutus.

Opinnäytetyössämme käytämme mittareina EMG-laitetta, manuaalista Modified Modified Ashworth Scalea sekä kysymyslomaketta. EMG:n avulla mittaamme lihaksen sähköistä aktiivisuutta. Se rekisteröi lihasten sähköistä toimintaa sekä aktiopotentiaaleja iholle asetettujen pintaelektrodien avulla (Niemenlehto 2004, 30.) MMAS:lla mitataan lihaksen spastisuutta liikuttamalla raajaa nivelen koko liikeradan läpi yhden sekunnin aikana. Lihaksen spastisuutta arvioidaan asteikolla 0 – 4, jossa nolla tarkoittaa normaalia lihastonusta ja neljä tarkoittaa, että lihas on jäykkä fleksiossa tai ekstensiossa. Arvo määräytyy passiivisen liikkeen aikana testaaajan subjektiiviseen tuntemukseen lihaksen tuottamasta vastuksesta. (Bohannon & Smith 1987, 206; Brashear & Elovic 2010, 57.) Mitattavia lihaksia olivat m. gluteus maximus, m. biceps femoris, m. semitendinosius, m. gastrocnemiuksen lateraalinen osa, m. rectus femoris ja m. tibialis anterior. Lihasten valintaan vaikuttivat vakioidut mittausmenetelmät käytettävissä olevilla mittareilla ja lihasten osallisuus polkuliikkeeseen.

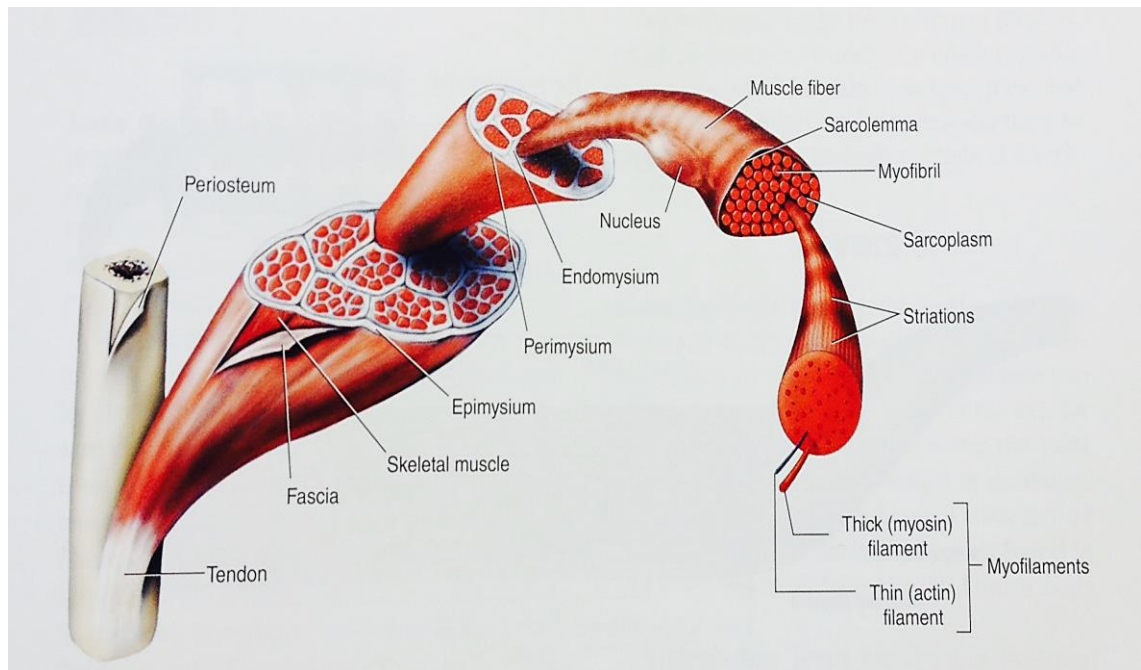
Toimeksiantajamme opinnäytetyössä on Kemijärven Fysikaalinen hoitolaitos Ky. Se on toiminut Kemijärvellä vuodesta 1990 Kemijärven keskustan alueella. Hoitolaitos on FYSI ry:n jäsenlaitos ja siellä noudatetaan FYSI:n eettisiä ohjeita sekä yhteyskunnallisia velvoitteita. Hoitolaitoksen palveluihin kuuluvat mm. Kelan vaikeavammaisten kuntoutus, veteraanikuntoutus sekä fysikaaliset hoidot. (Kemijärven Fysikaalinen hoitolaitos 2015.) Opinnäytetyöhömme osallistuvat tutkittavat henkilöt kuuluvat Kelan kuntoutuksen piiriin.

2 HERMO-LIHAS-JÄRJESTELMÄ

2.1 Poikkijuovainen lihaskudos

Ihmiskehossa on noin 650 lihasta ja näistä 430 kuuluu tahdonalaisen hermotuksen piiriin. Lähes puolet ihmisen kokonaispainosta on lihaskudosta. Lihakset koostuvat lihaskudoksesta ja sidekudoksesta, josta noin 75 % on vettä, 20 % proteiinia ja loput 5 % mineraaleja, fosfaatteja ja ei-orgaanisia suoloja. (Kauranen 2011, 98.) Lihaksella on monia eri tehtäviä kehossa ja ne toimivat yhteistyössä toistensa kanssa. Lihakset huolehtivat kehon liikuttamisesta, vartalon asennon hallinnasta, sisäelinten toiminnasta, hermojen ja verisuonien suojaamisesta, ruumiinaukkojen toiminnan säätelystä, verenvirtauksen säätelystä sekä kehon lämmön tuottamisesta ja sen ylläpitämisestä. Lihaskudos voidaan jakaa rakenteellisten ja fysiologisten ominaisuuksien perusteella kolmeen erilliseen kudokseen, joita ovat sileä-, poikkijuovainen- ja sydänlihaskudos. Lisäksi jaottelua voidaan tehdä myös funktionaalisten ominaisuuksien perusteella tahdonalaisiin ja tahdosta riippumattomiin lihaksiin sekä muoto-opillisesti poikkijuovaiseen ja ei-poikkijuovaiseen lihakseen. (Kauranen & Nurkka 2010, 112.)

Yksittäinen lihas koostuu lihassykimpuista, jotka rakentuvat lihassyistä eli lihassoluista. Lihassy on lihaskudoksen perusyksikkö, joka koostuu edelleen lihassäikeistä. Lihassäikeet taas muodostuvat lihasfilamenteista. Näiden lisäksi lihaksen ympärillä ja eri väleissä on sidekudosrakenteita (Kuva 1). (Hamill & Knutzen 2003, 64–66.) Lihassolu rakentuu useista lieriömäisistä myofibrilleistä. Myofibrillit puolestaan jakautuvat aktiini- ja myosiinifilamenteiksi, jotka ovat järjestäytyneet säännöllisiksi samansuuntaisiksi rakenteiksi eli sarkomeereiksi, mikä aiheuttaa lihaksen poikkijuovaisuuden. Yksi sarkomeeri rakentuu kahdesta Z-levystä, joihin kumpaankin on kiinnittynyt aktiinifilamenttiryhmä. Filamenttiryhmien keskellä sijaitsee lomittain myosiinifilamenttiryhmä. Lihaksen supistuksessa hermoimpulssin käskystä myosiini- ja aktiinifilamentit liukuvat toistensa lomaan aiheuttaen lihaksen lyhenemisen sekä supistumisen. (Latash 1998, 27, 29–30.)



Kuva 1. Luustolihasen rakenne (Kinetic anatomy 2012)

Koko lihaksen ympärillä on elastinen ja kestävä peitinkalvo eli epimysium, joka tukee lihasta ja pitää sen kasassa. Yksittäisen lihassäiekinpun ympärillä puolestaan on oma sidekudoskalvosto eli perimysium. Sen kautta hermot, verisuonet ja imusuonet kulkeutuvat lihaksen syvempiin osiin. Lisäksi lihassäikeen ympäröi ohuempi sidekudoskalvo, endomysium, jota pitkin hiussuonet pääsevät yksittäisiin lihassoluihin. (Neumann 2010, 48; Kauranen & Nurkka 2010, 115; Sandström & Ahonen 2011, 95.)

Lihaskudoksen ominaisuuksia ovat sähköinen aktiivisuus ja kyky johtaa aktiopotentiaaleja, ärtyvyys, supistumiskyky, venymiskyky, rentoutumiskyky sekä osalla lihaksista lihaskudoksen tahdonalaisuus (Kauranen 2014, 39). Ärtyvyys on lihaksen kyky reagoida hermostolta tuleviin ärsykkeisiin. Supistumiskyky tarkoittaa lihaksen kykyä jännittyä aktiopotentiaalinvaihtuksesta ja tuottaa lihastyötä. Tämä aiheuttaa myös lihastonuksen, joka on jatkuva heikko lihasten supistustila, mikä selittää lihasten jänteveyden. Venymiskyky kuvaa lihaksen kykyä venyä vahingoittumatta ja palautua normaaliin pituuteen. Tämä luo lihakselle sen elastisuuden ja mahdollistaa vartalon sekä raajojen sulavat liikkeet. Rentoutumiskyvyn ansiosta lihas pystyy palautumaan supistuksen jälkeen lepotilaan. Se on tärkeää lihaskudoksen palautumista ja jaksamista ajatellen. Tahdonalaisuus

mahdollistaa tarkoituksenmukaiset kontrolloidut liikkeet haluttuun toimintaan. (Kauranen 2014, 39–40; Kauranen 2011, 99–100; Hamill & Knutzen 2003, 64.)

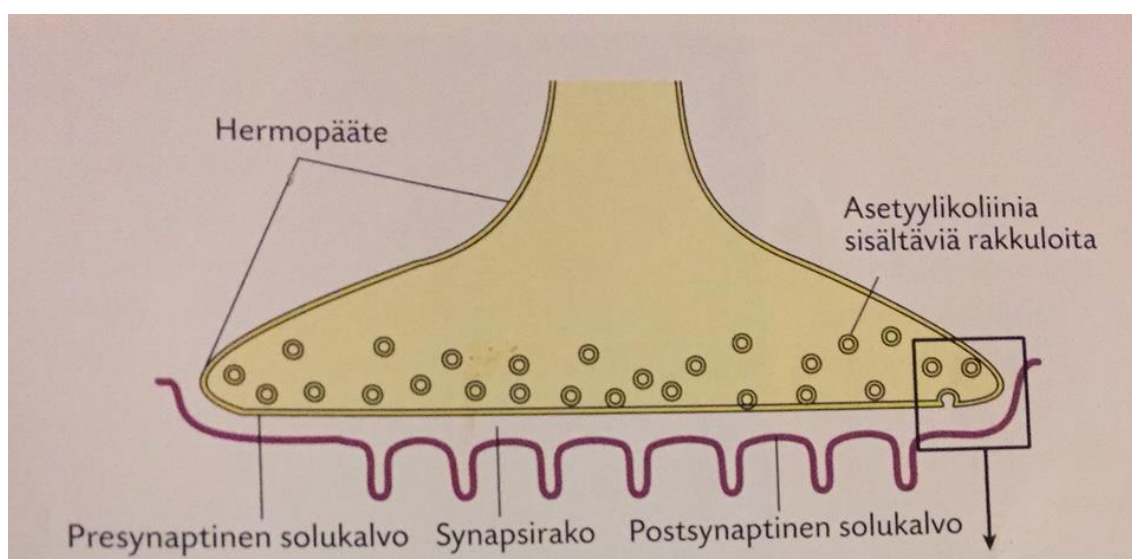
2.2 Hermoston rakenne ja toiminta

Hermosto voidaan jakaa anatomisesti kahdeksi eri osaksi, joita ovat keskushermosto ja ääreishermosto. Keskushermoston muodostavat aivot ja selkäydin. Ääreishermosto koostuu aivoista ja selkäytimestä lähtevistä aivo- ja selkäydinhermoista. (Sandström & Ahonen 2011, 7.) Ääreishermosto jaetaan sensoriseen hermostoon, somaattiseen motoriseen hermostoon sekä autonomiseen hermostoon. Sensorinen hermosto kuljettaa tietoa aistinsoluista selkäyttimeen ja aivoihin. Tällaisia tietoa tuovia sensorisia hermosoluja kutsutaan afferenteiksi. Afferenttihermosolut jaetaan viskeraalisiksi ja somaattisiksi afferenteiksi lähtöpaikan perusteella. Viskeraaliset afferenttihermosolut tuovat tietoa verisuonista sekä suolistosta ja somaattiset afferenttihermosolut iholta sekä lihaksista. Somaattinen motorinen eli tahdonalainen hermosto ohjaa luustolihasten toimintaa ja autonominen eli tahdosta riippumaton hermosto ohjaa sisäelinten, sydänlihaksen ja rauhasen toimintaa. Käskyjä vieviä motorisia hermosoluja kutsutaan efferenteiksi. Autonominen voidaan edelleen jakaa sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Karkeasti määriteltynä sympaattinen hermosto aktivoituu kriisitilanteissa ja parasympaattinen levossa. (Sand, Sjaastad, Haug, Bjålie & Toverud 2011, 106.)

Hermoston toiminnalle edellytykset luo hermokudos, johon kuuluvat hermosolut eli neuronit sekä hermotukisolut eli gliasolut. Kokonaisuudessaan ihmisen aivot sisältävät jopa 100 miljoonaa hermosolua ja osa hermosoluista kykenee uusiutumaan koko elämän ajan. Yhteistä kaikilla hermosoluilla on se, että niiden perusrakenneosat ovat samat. Solu rakentuu hermosolun rungosta eli soomasta, tuojahaarakkeista eli dentriiteistä sekä viejähaarakkeesta eli aksonista. (Ahonen & Sandström 2011, 4.) Osalla aksoneista on ympärillä rasvainen myeliinituppi, joka suojaa aksonia ulkoisilta vaurioilta. Hermotukisolut eli gliasolut, joista tärkeimmät ovat Schwannin solut ja oligodendrosyytit, ympäröivät hermosolun viejähaarakkeet muodostaen myeliinitupen. Tätä tapahtumaa kutsutaan myeliini-

saatioksi. Kohtaa, jossa gliasolujen muodostama myeliinituppi loppu ja seuraava alkaa, kutsutaan Ranvierin kuroumaksi. (Palastanga & Soames 2012, 5–6; Leppäluoto ym. 2008, 392–393.)

Synapsi on liitos, jolla hermosolun aksoni on yhteydessä kohdesoluun, esimerkiksi lihakseen. Se koostuu hermosolun viejähaarakeen hermopäätteestä, synapsiraosta sekä vastaanottavan kohdesolun solukalvosta. Synapsirakoa ennen sijaitseva hermosolun tietoa siirtävää hermopäätettä kutsutaan presynaptiseksi solukalvoksi ja synapsiraon jälkeistä tietoa vastaanottavaa solukalvoa postsynaptiseksi solukalvoksi (kuva 2). (Palastanga & Soames 2012, 4.) Hermostoluja pitkin viestisignaalit kulkeutuvat sähköimpulsseina, mutta synapsiraon yli viesti kulkeutuu kemiallisen välittäjäaineen, asetyylikoliinin, välityksellä. Välittäjäaineet aiheuttavat kohdesolukalvon kalvojännitteen muutoksia, mitkä kiihdyttävät tai estävät kohdesolun toimintaa. (Sand ym. 2011, 108–109.)



Kuva 2. Synapsi (Ihminen, Fysiologia ja anatomia 2012)

2.3 Lihaksen sähköinen toiminta

Hermo- ja lihassolukalvojen ulko- sekä sisäpinnan välillä vallitsee jännite-eroja erilaisista ionikonsentraatioista johtuen. Nämä solukalvot ovat varautuneet erilailla solun ulko- ja sisäpuolelta. Kalvojännite perustuu tiettyjen ionien pitoisuuksiin, jotka ovat erit solun sisä- ja ulkopuolella. Tästä johtuen solukalvon sisäpuo-

lolla vallitsee negatiivinen varaus ja ulkopuolella positiivinen varaus. Kalvojännitteen suuruus riippuu siitä, onko solukalvolla oleva tila lepopotentiaali, depolarisaatio tai repolarisaatio. (Niedstedt, Hänninen, Arstila & Björkqvist 2009, 68–89.)

Lepopotentiaali on hermo- sekä lihassolun normaali tasapainotila. Sähköisen impulssin eli aktiopotentiaalin edetessä solujen solukalvolla solu- ja kudoksen ionien konsentraatiot muuttuvat nopeasti. Kun lepojännite muuttuu solukalvolla niin, että solun sisäosan negatiivinen varaus tulee positiivisemmaksi, laukeaa aktiopotentiaali hermo- sekä lihassoluissa ja solukalvo depolarisoituu. Välittömästi tämän tapahtuman jälkeen, noin tuhannesosa sekunnin kuluttua, seuraa aktiopotentiaalin toinen vaihe eli repolarisaatio. Sen aikana solun sisäosan varaus palautuu negatiiviseksi ja solukalvolle palautuu lepopotentiaali. Näiden edellä kuvattujen tapahtumien aikana yhdessä hermosolussa syntynyt aktiopotentiaali saapuu aksonipäätteeseen, josta se siirtyy asetyylikoliinin avulla synapsirakojen yli jokaiselle sen hermottaman lihassolun kalvolle. Hermoimpulssit siirtyvät lihassoluun hermo-lihasliitoksen kautta. (Niedstedt ym. 2009, 69; Kauranen & Nurkka 2010, 304–305.)

Keskushermostolla on keskeinen rooli lihasten tahdonalaisessa lihassupistuksessa säätelemällä yksittäisten motoristen yksiköiden aktiivisten motoristen yksiköiden lukumäärää sekä motoristen yksiköiden syttymisfrekvenssiä. (Keskinen, Häkkinen, Kallinen, 2010, 125–127.) Lihassolukalvolla aktiopotentiaali etenee 2-6 m/s poikittaisputkia pitkin syvemmälle lihakseen käynnistäen lihassolujen supistumisen. Aktiopotentiaalin impulssin johtumisnopeuteen vaikuttaa hermosyyn paksuus sekä myeliinituppi. Myeliinitupellisessa hermosyissä impulssi voi kulkea huomattavasti nopeammin kuin myeliinitupettomassa hermosyissä. (Niedstedt ym, 2009, 71.) Aktiopotentiaalit leviävät lihassolukalvolta ympäröiviin kudoksiin ja aiheuttavat näissä rakenteissa sekä lihaksissa elektromagneettisen kentän sekä sähkövirran. Nämä aktiopotentiaalit sekä potentiaalierot voidaan rekisteröidä elektrodien avulla ihon pinnalta tai lihaksen sisältä. (Kauranen, Nurkka, 2010, 305.)

Yksinkertaisessa mallissa voidaan ajatella, että yhtä pitkää lihassolua pitkin kulkee sähkövirta, joka aiheuttaa potentiaalieroja lihassolun eri kohdissa. Pitkän lihassolun suuntaisesti asetellut elektrodit pystyvät havaitsemaan lihassolua pitkin kulkevat aktiopotentiaalit ja mittaa niiden aiheuttamat jännite-erot lihassolun eri kohdista. (Kauranen, Nurkka, 2010, 305.)

2.4 Liikkeiden säätely

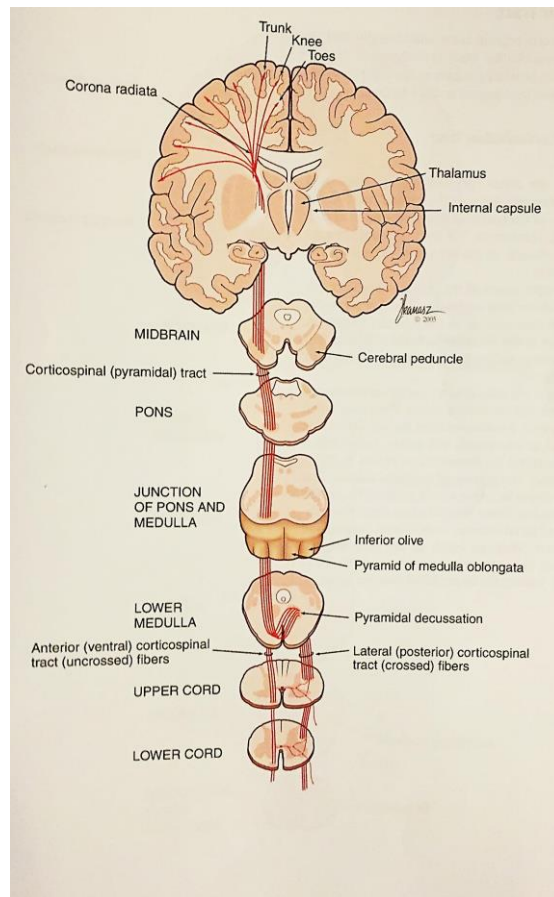
Liikkeiden säätelystä huolehtii liikeaivokuori, joka sijaitsee isoaivojen etukeskipoimussa ja siitä voidaan erotella motorinen aivokuori sekä premotorinen ja supplementaarinen motorinen alue. Sieltä alkavat lihaksia hermottavat tärkeimmät hermoradat, eli liikkeen aikaansaava käsky saa alkunsa isoaivoista. Eri alueen lihaksia hermottavat hermoradat lähtevät motorisen aivokuoren eri alueilta: jalkojen liikkeet aivokuoren keskivaosta, yläraajojen liikkeet päälaenkuoren alueelta sekä kasvojen alueen liikkeet ohimokuoren alueelta. (Rothwell 2004, 7; Leppäluoto ym. 2008, 432.)

Pikkuaivot sijaitsevat isojen aivojen alapuolella aivosillan yllä, ja sen tärkein tehtävä on koordinoida ihmisen aiottuja liikesarjoja. Pikkuaivot myös korjaavat virheellisiä liikkeitä suoritusten aikana ja lisäksi siellä tapahtuu liikesarjojen oppiminen. Pikkuaivoista voidaan erotella toiminnan kannalta tärkeimmät solut, joita ovat Purkinjen solut. Niiden tehtävä on välittää pikkuaivoilta tulevat viestit eteenpäin hermostoon. (Leppäluoto ym. 2008, 435.)

Syvällä aivokudoksessa sijaitsee basaaliganglioita eli tyvitumakkeita. Tärkeimpiä tyvitumakkeita ovat aivojuovio, linssitumakkeen pallo sekä mustatumake. Näiden tehtävänä on suunnitella ja suorittaa liikesarjoja, ilman että henkilön muu toiminta tai asento häiriintyy. (Leppäluoto ym. 2008, 433.) Tyvitumakkeet ovat yhteydessä toisiinsa, sekä niissä on lähteviä ja tulevia yhteyksiä motoriselle aivokuorelle. Tyvitumakkeista lähtevät radat motoriselle aivokuorelle kulkevat talamuksen kautta. Normaalisti talamukseen saapuva yhteys on estävä, mutta aivokuoren aktivoituessa esto poistuu, motorisen aivokuoren toiminta vahvistuu ja haluttu liikesarja on mahdollista suorittaa. (Leppäluoto ym. 2008. 433; Tortora

& Grabowski 1993, 422.) Talamus eli näkökukkula sijaitsee väliaivojen yläosissa ja sen tärkein tehtävä on toimia sensoristen sekä motoristen aistiratojen välitasemana. Talamuksen kautta kulkee kaikki sensorinen tieto, pois lukien haju, ennen kuin tieto menee isoaiukuorelle. Lisäksi talamustumakkeissa yhdistellään, muokataan sekä yhdistellään aistitietoja. (Latash 1998, 117, 124-125; Sandström & Ahonen 2011, 8, 11.)

Ihmisen liikkeiden säätelyyn vaikuttavat kolme tärkeintä motorista laskeutuvaa rataa ovat kortikospinaalinen (kuva 3), retikulospinaalinen ja vestibulospinaalinen rata. Kortikospinaalinen rata kuljettaa tietoa aivokuorelta aivorunkoon ja selkäytimelle. Primaarinen motorinen aivokuori on informaation päälähde, mutta myös premotorinen ja motorinen lisäaivokuori osallistuvat tiedon lähettämiseen. Kortikospinaalisella radalla on suuri merkitys etenkin distaalisten lihasten hermotukseen ylä- ja alaraajoissa. Retikulospinaalinen rata jakautuu selkäydintasolla lateraaliseen ja mediaaliseen rataan. Nämä radat saavat alkunsa useammasta aivojen osasta mukaan lukien aivokuoren motorisilta alueilta. Ne hermottavat pääosin vartalon lihaksia sekä proksimaalisia lihaksia. Vestibulospinaalirata saa alkunsa aivorungon tumakkeista, jotka vastaanottavat tietoa korvan tasapainoelimiltä. Se hermottaa myös enimmäkseen vartalolihaksia ja raajojen proksimaalisia lihaksia. (Rothwell 2004, 5-6; Trompetto ym. 2014, 4-5.)



Kuva 3. Laskeva kortikospinaalirata (Anatomic Basis of Neurologic Diagnosis 2009)

Ihmisen kaikkea luustolihasien toimintaa ohjaa selkäytimen sekä aivorungon liikehermosolut eli alfamotoneuronit. Alfamotoneuronin soomaosat sijaitsevat selkäytimen etupylväässä, josta aksonit kulkeutuvat selkäydinhermon kautta hermotettavan lihaksen lihassoluihin. Tätä liikehermosolun sekä lihassolun yhtymäkohtaa kutsutaan hermo-lihasliitokseksi. Yhtä lihassolua hermottaa vain yksi hermosolu, mutta yksi hermosolu voi hermottaa useaa lihassolua samassa lihaksessa. Hermolihasliitoksen kautta välittyvä alfamotoneuronin aktivoituminen saa lihaksessa aikaan lihassyyn supistumisen. Motorista liikehermoa sekä sen hermottamia lihassoluja kutsutaan motoriseksi yksiköksi. Alfamotoneuronien lisäksi selkäytimestä lähteviä hermosoluja ovat gammamotoneuronit, jotka hermottavat lihaksessa tavallisten lihassyiden seassa olevia lihassukkuloita. Aktivoituessaan gammamotoneuronit lisäävät lihassukkuloitten, eli lihaskäämien jännitystä. (Leppäluoto ym. 2008, 424; Nienstedt ym. 2006, 545-546.)

3 SPASTISUUS

3.1 Spastisuuden määritelmä

Spastisuuden tulkinta on laaja-alaista eikä spastisuuden määritelmästä ole olemassa yhtenäistä näkemystä. Kirjallisuudessa usein siteerattu spastisuuden määritelmä on Lancen vuonna 1980 tekemä. Lancen määritelmän mukaan spastisuus on ”motorinen häiriö, jolle on luonteenomaista nopeudesta riippuvainen nousu toonisissa venytysheijasteissa (lihastonuksessa), johon liittyy liioiteltuja jännenykäksiä, mitkä ovat seurausta venytysrefleksin yliherkkyydestä”. (Thibaut 2013, 1.) Spastisuutta kuvaillaan esimerkiksi syndroomaksi, tilaksi sekä kehityksen seuraukseksi, ja sen on sanottu myös liittyvän keskushermoston toiminnalliseen uudelleenmuovautumiseen. Euroopan komissio perusti vuonna 2002 ryhmän asiantuntijoita tarkastelemaan ja arvioimaan spastisuuden arvioinnissa käytettyjä metodeja ja rakentamaan ammattitaidon kehyksiä Eurooppaan. Tämä työryhmä päätyi määrittelemään spastisuuden seuraavasti: ”Spastisuus on sensomotorisen kontrollin häiriö, joka johtuu ylemmän motoneuronin vauriosta ja se näkyy ajoittaisena tai jatkuvana lihasten tahattomana aktivaationa.” Yhteistä spastisuuden määritelmille kuitenkin on, että se on nopeudesta riippuvaista. (Gjelsvik 2008, 59.)

Spastisuus on yksi ylemmän motoneuronin sairauden oireista. Ylemmän motoneuronin syndrooma on seurausta vammasta, joka haittaa itse ylemmän motoneuronin toimintaa, sen ratoja tai yhteyksiä. (Pope 2007, 70.) Ylemmät motoneuronit ovat liikehermoja, jotka saavat alkunsa primaariselta motoriselta aivokuorelta. Nämä neuronit yhdistävät aivot ja lihaksiin menevään liikehermon selkäydintasolla. (Sandell & Liippola 2011, 5.) Ylemmät motoneuronit osallistuvat lihasten toiminnan säätelyyn ainoastaan alempien motoneuronien välityksellä. Ne yhdistyvät toisiinsa joko suoraan tai välineuronien välityksellä. Alemmalla motoneuroneilla tarkoitetaan aivorungon ja selkäytimen alfa-motoneuroneita. Nämä ohjaavat ja säätelevät ihmisen luustolihaksien liikkeitä. (Nienstedt ym. 2006, 544, 553.) Lihaksia hermottavien motoneuronien tehtävänä on muuttaa afferenttien, laskeutuvien hermoratojen ja välineuronien tuoma kompleksia ja

monipuolinen tieto tarkaksi lihaksen hallinnaksi. Jos saatu tieto on sopimatonta tai puutteellista, liikkeen laatu ja kontrolli heikentyy, mikä saattaa johtaa muutoksiin lihaksen luonteenomaisissa ominaisuuksissa. (Edwards 2002, 91.)

Ylemmän motoneuronin sairaus voi esiintyä vammamekanismista riippuen eri tasoilla aivokuorella, sisäkotelossa, aivorungossa tai selkäytimessä. Tyypillisimmät ylemmän motoneuronin vaurion aiheuttajat ovat erilaiset aivoverenkierrohäiriöt, mutta muita yleisiä aiheuttajia ovat mm. CP-vamma, MS ja aivo- ja selkäydinvammat. (Pope 2007, 70; Carr & Shepherd 1998, 193.) Ylemmän motoneuronin vammasta johtuvat motoriset toimintahäiriöt jaetaan negatiivisiin ja positiivisiin merkkeihin. Negatiiviset merkit ovat suoraa seurausta ylemmän motoneuronin vammasta ja se tarkoittaa, että jotain vähenee. Ne ilmenevät mm. voimattomuutena tai taitojen menetyksenä. Positiiviset merkit ovat sekundaarisia muutoksia ja ilmaisevat yleensä, että jotain lisääntyy. Näitä luonnehditaan liiallisena tai sopimattomana motorisena aktiivisuutena. Spastisuus, kuten muutkin positiiviset merkit, eivät esiinny heti trauman tai vamman syntyhetkellä vaan kehittyvät ajan kuluessa. Tästä syystä ne onkin yleensä yhdistetty keskushermoston uudelleenjärjestäytymiseen, joten motorisella oppimisella näyttäisi olevan osuutta sekundaaristen muutosten kehittymisellä. (Gjelsvik 2008 58-59; Thibaut 2013, 1.)

3.2 Spastisuuden syntymekanismi

Spastisuus esittäytyy refleksikaaren yliherkkytenä. Refleksikaareen kuuluvat ärsykkeeseen reagoiva aistinsolu, sensorinen hermosyö, joka tuo ärsykkeen keskushermostolle (afferentti), keskushermoston säätelykeskus, keskushermostolta lihakseen viestin vievä hermosyö (efferentti) sekä lihassolu. (Sand ym. 2012, 121.) Refleksikaaren yliherkkyys johtuu tuntoreseptoreiden yliherkkydestä, venytysrefleksin yliaktiivisuudesta ja refleksikaaren toimintaa hillitsevien impulssien puuttumisesta. Näistä seuraa lihaksen yliaktiivisuutta, jolloin lihaksen supistuminen on hallitsematonta. Venytysrefleksin perustana on lihaksen pituudessa tapahtuvia muutoksia aistivat lihaskäämit, jotka vievät tietoa sensorisia hermosoluja pitkin selkäytimessä sijaitseviin liikehermoeihin eli alfa-motoneuro-

neihin, jotka aiheuttavat lihassupistuksen. Yliaktiivinen venytysrefleksi johtuu siis lihaskäämien yliaktiivisesta reagoinnista, jolloin lihaksen spastisuus lisääntyy. Spastisuus voi lisääntyä esimerkiksi kosketuksesta, asennon muutoksesta tai lämpötilanmuutoksesta. Lisäksi sisäiset tekijät, joita ovat mm. kipu ja pelästyminen, voivat lisätä spastisuutta. Sensoristen ja motoristen häiriöiden vuoksi näitä aiheuttajia ei välttämättä huomata, mutta ajan kuluessa ne oppii tuntemaan. (Sandell & Liipola 2011, 4,9.)

Ennen uskottiin, että spastisuus johtui pääasiassa gammamotoneuronien kontrolloimattomasta yliaktiivisuudesta, jotka ohjaavat intrafusaalisia lihassäikeitä ja lisäävät alfamotoneuronien refleksejä fasilitoivaa vaikutusta. Vasta hiljattain gammamotoneuronien osuutta spastisuudessa on kyseenalaistettu ja nykyään spastisuuden uskotaan johtuvan pääasiassa suorasta alfamotoneuronien herkkyyden lisääntymisestä. (Harvey 2008, 16–17.)

Spastisuuden neurofysiologia on monimutkainen eikä sitä ymmärretä täysin. Sillä voi olla monia ominaisuuksia, mutta kaksi tärkeintä ovat passiivisesti venytettäessä ilmenevä epänormaali ja nopeudesta riippuvainen vastus. (Harvey 2008, 16) Spastisuutta on pidetty pitkään neurologisena ongelmana, mutta nykyisin korostetaan myös mekaanista syntytapaa. Tästä johtuen neurologisilla potilailla kohonnut lihastonus jaetaan kahteen osaan: yliherkistyneestä venytysheijasteesta johtuvaan spastisuuteen sekä mekaanisista tekijöistä johtuvaan sisäiseen lihastonuksen nousuun, joka lisää spastisuuden vaikutusta. (Trompetto ym. 2014, 1.)

Vauriot ylempään motoneuroniin aiheuttavat muutoksia venytysrefleksien herkkyyteen, jota kontrolloi alfamotoneuroneille tuleva inhiboivan ja eksitoivan syötteen tasapaino. Nämä syötteen tulevat laskevista hermoradoista. On olemassa useita teorioita, miten nämä hermoradat ovat häiriintyneet ja miten ne vaikuttavat sekä mitkä näistä häiriöistä ovat merkittävimmät. (Harvey 2008, 16–17.)

Pandyan ym. kuitenkin totesivat vuonna 2005, että kirjallisuudessa ei ole tarpeeksi todisteita tukemaan väitettä, että spastisuuden epänormaali lihasaktiivaa-

tio aiheutuu yksinomaan venytysrefleksin yliherkkyydestä. Heidän mukaansa myös yliaktiivisuus muissa afferenttiradoissa (esim. kutaanisessa radassa) sekä muutokset alfamotoneuroneissa voivat aiheuttaa spastisuuteen liittyviä oireita. (Gjelsvik 2008, 60.)

Retikulospinaaliradalla on osoitettu olevan suuri vaikutus lihastonukseen. Tutkimuksen mukaan vauriot mediaaliseen tai lateraaliseen rataa vaikuttavat venytys- ja koukistusheijasteiden säätelyyn ja näin ollen lihastonukseen ja spastisuuteen. Lateraalinen rata vähentää venytys- ja koukistusheijasteiden herkkyyttä kun taas mediaalinen rata kiihdyttää venytysheijasteita ja inhiboi koukistusheijasteita. Tästä syystä esimerkiksi lateraalisen radan vaurio jättää mediaalisen radan dominoivaksi, jolloin venytysrefleksit lisääntyvät, mikä ilmenee spastisuutena. (Rothwell 2004, 7; Edwards 2002, 91.)

Mekaanisten tekijöiden osuutta spastisuuteen on pidetty kyseenalaisena, mutta monien mielestä ne ovat pääsyy pitkäaikaiseen kyvyttömyyteen. Etenkin pitkään spastisuudesta kärsineillä henkilöillä jatkuvan neuraalisen vaikutuksen osuutta on kyseenalaistettu. Lihaksen luontainen jäykkyys on merkittävä tekijä lihaksen tonukseen ja onkin ehdotettu, että nousu lihaksen luontaisessa jäykkyydessä aiheuttaa spastisuutta. (Edwards 2002, 92.) Esimerkiksi kävelyn heilahdusvaiheessa vastustus nilkan aktiiviselle dorsifleksiolle ei johdu pohjelihas-ten refleksireseptoreiden yliaktiivisuudesta vaan mekaanisista pituuteen liittyvistä muutoksista lihaksessa (Carr & Shepherd 2010, 198).

Sanan spastisuus käytössä näyttää olevan yleisluonteista yhteisymmärryksen puutetta. Sitä käytetään monesti kuvaamaan monenlaisia oireita neurologisilla potilailla. Monesti Lancen tekemää määritelmää yleistetään kattamaan kaikki ylemmän motoneuronin syndrooman oireet eikä vain spastisuutta. (Edwards 2002, 90.) Termejä hypertonia ja spastisuus käytetään monesti virheellisesti vaihtoehtoisina ja kokonaan väärässä yhteydessä. Lisäksi spastisuutta käytetään virheellisesti tilanteissa, joissa kyse onkin vaihtoehtoisista strategioista. Esimerkiksi diplegikon seisoma-asento, jossa polvet painuvat vastakkain ja polvet koukistuu, ei ole seurausta lonkan lähentäjien ja polven koukistajien spasti-

suudesta vaan vaihtoehtoisesta tavasta säilyttää seisoma-asento. (Pope 2007, 73–74.)

3.3 Spastisuutta aiheuttavia neurologisia sairauksia

3.3.1 Cerebral palsy

Cerebral Palsy (CP) on oireyhtymä, joka kehittyy sikiövaiheessa, synnytyksen yhteydessä tai ensimmäisen kahden vuoden aikana tapahtuneen aivovaurion vuoksi (Miller & Bachrach 2006, 3). Vaurio aivoissa vahingoittaa lapsen motorista keskusta, mikä aiheuttaa ongelmia koordinaatiossa, normaalin asennon säilyttämisessä ja normaalien liikkeiden suorittamisessa. CP-vamma on staattinen aivojen häiriö eli itse aivovaurio ei pahene tai parane. Tästä huolimatta oirekuva voi jatkuvasti muuttua, joten liikkumisen edellytykset voivat ajan kuluessa vaihdella huonommasta parempaan. (Herrgård, Iivanainen, Koivikko, Rantala & Siljanpää 2004, 161; Miller & Bachrach 2006, 3.)

Suomessa on arviolta eri-ikäisiä CP-vammaisia lähes 6500, joista aikuisia on noin 5200. Tulevaisuudessa CP-vammaa sairastavien aikuisten määrä nousee. (Rosqvist, Harri-Lehtonen, Airaksinen, Ylinen & Kallinen 2009, 4147-4148). Arviolta Suomessa syntyy 100–120 lasta, joilla todetaan CP-vamma eli ilmaantuvuus Suomessa on noin 2-2.5 ‰. Eniten CP-vammaisuutta ilmaantuu ennenaikaisesti syntyneillä, pienipainoisena syntyneillä sekä monisikiöisestä raskaudesta syntyneillä lapsilla. Todella harvoin löytyy kahta samanlaista CP-vamman ilmiä, koska vammaan vaikuttaa vaurion sijainti, keskushermoston kehitystaste sekä aivojen kyky korjata vaurioita. Diagnoosin tekeminen pohjautuu kliinisiin löydöksiin sekä aivojen kuvantamistutkimukseen. (Rosenbaun & Rosenbloom 2012, 6.)

Taulukko 1. CP-vamman etiologiset syyt mukailten Lastenneurologia (2014.)

Prenataaliset syyt	Geneettiset tekijät Ulkoiset tekijät Äidin sairaudet Aivojen rakenteen epämuodostumat Pitkäkestoinen raskaus (Esim. toksemia) Monisikiöinen raskaus Äkillinen hätätilanne (Esim. istukka-ablaatio)
Perinataaliset syyt	Asfyksia (=hengityshäiriö) Hydrokefalia (=aivojen nestekierron häiriö, vesipäisyys) Hypoglykemia (=alhainen verensokeri) Hyperbilirubinemia (=veren bilirubiinirunsaus, keltatauti) Infektiot (Esim. sepsis, meningiitti)
Postnataaliset syyt	Infektiot (Esim. meningiitti) Kallonsisäinen vamma Aivoverenkierronhäiriö Hydrokefalia Hapenpuute Kasvain

CP-vamman etiologia on monimuotoinen (taulukko 1). Harvoin vaurio syntyy yksittäisen tekijän johdosta vaan useimmiten vamma johtuu monen tekijän yhteisvaikutuksesta. Ennen syntymää tai synnytyksen yhteydessä tapahtuvat aivovauriot käsittävät noin 85–90% kaikista CP-oireistoista ja syntymän jälkeiset syyt noin 10–15%. (Haataja, Pihko & Rantala 2014, 128.)

CP-vamma voidaan jaotella lihasjänteveyden mukaan. CP-vammalle on yleistä poikkeava tonus eli lihasjäntevyys. Lihastonus voi olla joko spastinen eli herkistynyt tai hypotoninen eli alentunut. Kaikista CP-vammoista spastiset vammat käsittävät noin 85%. Spastinen vamma aiheutuu pyramidi- eli kortikospinaaliradan vaurion johdosta. Ekstrapyramidaaliradan vaurioissa lihasten tonus on heikentynyt kokoaikaisesti tai se vaihtelee tilanteen mukaan hypotoniasta hypertoniaan. (Haataja, Pihko & Rantala 2014, 129–130.)

CP-vamman ensisijaiset motoriset häiriöt ovat asentoon, ryhtiin ja liikkeisiin vaikuttava poikkeava lihasjänteys, koordinaation ja tasapainon hallinnan häiriöt, heikentynyt lihasvoima sekä tarkan motorisen kontrollin häiriöt. Lisäksi CP-vamman yhteydessä esiintyy monesti liitännäishäiriöitä. Nämä voidaan jakaa primaarisiin ja sekundaarisiin liitännäishäiriöihin. Primäärisiä liitännäishäiriöitä ovat esimerkiksi aistihäiriöt, hahmotushäiriöt, kognitiiviset häiriöt, kommunikointihäiriöt, psyykkiset häiriöt ja epilepsia. Sekundaarisia eli myöhemmin kehittyviä liitännäishäiriöitä ovat esimerkiksi tuki- liikuntaelinmuutokset (kuten lantion vinoisuus, nivelrikko, osteoporoosi, skolioosi ja nivelten jäykistymät), kipu ja uupumus. (Rosqvist, ym. 2010, 6-10.)

3.3.2 Aivoverenkiertohäiriö

Aivoverenkiertohäiriöllä tarkoitetaan aivokudoksen paikallista verettömyyttä eli iskemiaa tai paikallista aivoverisuonen repeämää, josta seuraa verenvuotoa (Soinila, Kaste & Somer 2007, 271–272). Arvioidaan, että Suomessa noin 14 600 saa vuosittain ensimmäisen aivoinfarktin ja yhteensä vuodessa noin 25 000 suomalaista sairastaa aivoverenkiertohäiriön (Aivoliitto ry 2013). Aivoverenkierto häiriö voi olla myös ohimenevä, jolloin aivokudos kärsii hapenpuutteesta vain hetkellisesti. Kun verenkiertohäiriö on ohimenevä, kutsutaan sitä TIA-kohtaukseksi. (Soinila ym. 2007, 271–272.) Tukkeutuneesta suonesta seuraa hapettomuutta kyseisen suonen suonitusalueelle, jolloin hapettomalle alueelle syntyy kudoksen kuolio eli infarkti. (Atula 2015, 1.) Aivovaltimoiden repeämä voi tulla kahteen eri paikkaan. Repeämä voi syntyä joko aivokudoksen ulkopuolella olevaan tai aivokudoksen sisäpuolella olevaan suoneen. Silloin kun repeämä on ulkopuolella, veri vuotaa lukinkalvonlaiseen tilaan ja silloin kun se on sisäpuolella, veri vuotaa aivoaineeseen. (Forsbom, Leppänen, Kärki & Sairanen 2001, 27.) Vuotanut veri aiheuttaa painetta, mistä seuraa ympärillä olevan hermokudoksen toiminnan häiriöitä, myös vuotoalueen verenkierto häiriintyy vuodon takia (Atula 2015, 1). Sekä aivojen paikallinen verettömyys että revenneen suonen aiheuttama vuoto saavat aikaan vaurioita aivokudoksessa jo nopeasti vaurion synnyttyä (Salmenperä, Tuli & Virta 2002, 27). Yleisin aivohalvauksen ai-

heuttaja on aivovaltimon veritulppa. Monesti veritulpan aiheuttaa ateroskleroosi eli valtimonkovettumatauti. Siinä verisuonien pinta kovettuu ja menettää kimmoisuuden, mikä edesauttaa verihyytymän kehittymistä. (Atula 2015,1.)

Usein aivohalvauksen ensimmäinen oire on toispuoleinen tai molempien raajojen toimintahäiriö. Oireet ilmenevät tuntuu puutoksina, puutumisinä sekä vaikeuksina tuottaa puhetta. Oireiden ilmeneminen riippuu paljon siitä mihin osaan aivoja tukos tai repeämä on tullut. Oireiden ilmeneminen ja voimakkuus voi vaihdella riippuen tukoksen tai vuodon laajuudesta. (Atula 2015, 1.) Aivoverenkiertohäiriötä sairastaneista spastisuutta esiintyy noin 17–46%:lla (Sunnerhagen & Francisco 2013, 306). Tutkimuksissa on todettu, että aivoverenvuodon riskiä nostaa oheissairaudet, kuten verenpainetauti sekä korkeaverensokeri. Elintavat vaikuttavat myös riskiin saada aivoverenvuoto. Riskitekijöitä on muun muassa tupakointi, lihavuus, runsas alkoholinkäyttö, ikä sekä naissukupuoli. (Soinila ym. 2011, 282.)

3.3.3 Traumaattinen selkäydinvamma

Traumaattisella selkäydinvammalla tarkoitetaan jonkin trauman aiheuttamaa vauriota selkäytimessä. Yleisimmät tapaturmat, jotka aiheuttavat selkäydinvamman aiheutuvat moottoriajoneuvo-onnettomuuksista, putoamisista, väkivallasta sekä erilaisista urheilutapaturmista. (Paddison & Middleton 2004, 126.) Selkäydinvaurioita aiheuttavien tapaturmien vammamekanismit voivat vaihdella paljon. Edestäpäin tuleva nopea voima voi aiheuttaa hyperekstensiota sekä nikaman siirtymistä pois paikoiltaan. Tämä voi aiheuttaa sen, että selkäydin jää puristuksiin tai repeää. Toinen vammamekanismi on kiertovoiman aiheuttama vamma, mikä voi johtua esimerkiksi moottoriajoneuvosta ulos lentäessä. Vamman aiheuttama voima voi tulla myös ylhäältä päin suoraan selkäydintä vasten. Se voi aiheuttaa välilevyjen vaurioitumisen, mikä puolestaan voi aiheuttaa selkäytimen kompressiota. Lävistävät vammat, kuten luoti tai puukotus, voivat myös aiheuttaa selkäytimen tuhoutumisen. (Dillman & Brambrink 2008, 358.)

Suomessa arvioidaan noin 100 ihmisen saavan vuosittain tapaturmaisen selkäydinvamman. Tapaturmaisen selkäydinvamman ilmaantuvuus Suomessa

vuodessa on n. 14 tapausta miljoonaa ihmistä kohti. Traumaattisen selkäydinvamman esiintyvyys Suomessa on noin 2000–2500 tapausta. (Aho Nieminen ym. 2015, 1.)

Selkäydinvamma luokitellaan ASIA -tutkimuksen avulla. Sillä mitataan vamman sensorista ja motorista tasoa, puolieroja ja osittaisuutta. (Alaranta, Kannisto & Aho Nieminen 2003, 237.) Selkäydinvamma voi esiintyä kaulan, rintakehän, lannerangan ja sakraalialueen korkeudella. Vamman korkeus määritetään siten, mikä on selkäytimen kaudaalisin taso, jolla on normaalit sensoriset ja motoriset toiminnot molemmin puolin kehoa. (Paddison & Middleton 2004, 126–127; Liverman, Altevogt & Joy 2005, 32.) Motoristen toimintojen testauksessa testataan 10 myotomia merkkilihasten lihasvoimatestauksen avulla. Sensoriset toiminnot selvitetään taas dermatomien perusteella testaamalla ihotuntoa. (Benzel, Waxman & Byrne 2000, 62; Sisto, Druin & Sliwinski 2009, 8–9.) Selkäydinvamma voi olla joko osittainen tai kokonainen, ja tämä luokittelu antaa vahvan ennusteen vamman vakavuudesta. Osittainen vamma jättää jonkin tason sensorista ja motorista toimintaa vammakohdan alapuolelle, kun taas kokonaisessa vammassa sensorinen ja motorinen toiminta käytännössä lakkaa vamman alapuolelta. (Liverman ym. 2005, 34.)

Yleisesti ottaen, mitä ylempänä selkäydintä vamma esiintyy, sitä mittavimmat häiriön laajuudet ovat. Paraplegialla tarkoitetaan motorista, sensorista ja autonomista häiriötä rintarangan tasolla tai sen alapuolella. Tällöin vartalo ja alaraajat voivat halvaantua kokonaan tai osittain, mutta yläraajat jäävät vaikutuksen ulkopuolelle. Tetraplegiassa osittainen tai kokonainen halvaus käsittää vartalon ja alaraajojen lisäksi myös yläraajat. Vammataso tetraplegiassa on kaularangalla. Jos vamma esiintyy korkealla kaularangalla, myös hengitys voi vaikeutua. (Bickenbach ym. 2013, 6; Paddison & Middleton 2004, 126.)

Selkäydinvamman luonteeseen ja vaikutuksiin vaikuttaa myös se, mihin osaan selkäydintä vaurio sijoittuu. Poikkileikkattuna katsottuna vamma voi sijoittua esimerkiksi valkeaan aineeseen ja harmaaseen aineeseen. Nämä voidaan jakaa vielä etu-, taka- ja sivusarviin. Valkeassa aineessa kulkevat aivoista alkavat laskevat hermoradat. (Sisto ym. 2009, 6.) Spastisuus on yleinen selkäydinvamman

oire ja sitä esiintyy 65–72% tapauksista (Reyes & Chiodo 2011, 1). Selkäydinvammassa spastisuus ilmenee, kun vammamekanismi vaurioittaa valkeassa aineessa kulkevia laskevia hermoratoja. Spastisuuden muodostumiseen syihin vaikuttaa, mihin laskevaan rataan vaurio osuu. Esimerkiksi lateraalinen kortikospinaalirata kulkee valkean aineen lateraaliosassa, joten vaurion tapahtuessa tähän laskevaan rataan, on se myös spastisuuden aiheuttaja. Vestibulospinaalinen rata kulkee taas valkean aineen etuosassa. Tämän radan ollessa spastisuuden aiheuttaja, vamma sijoittuu siis selkäytimen etuosaan. Täydellisissä selkäydinvammoissa spastisuus aiheutuu useamman radan vauriosta. (Sand ym. 2011, 120; Mumenthaler & Mattle 2006, 142.)

4 SPASTISUUDEN HOITO

4.1 Fysioterapian hoitomuodot

Fysioterapeuteilla on käytettävissään laaja ja kattava valikoima erilaisia hoitomuotoja spastisuutta hoidettaessa, mutta millään edellä mainituista hoitomuodoista ei ole tutkittuja todisteita spastisuuden vähenemisen pitkäkestoisuudesta. (Harvey 2008, 17.) Erityisen tärkeää spastisuutta hoidettaessa on tiivis moniammatillinen yhteistyö eri alojen asiantuntijoiden sekä asiakkaan välillä ja asiakkaan sekä hänen läheistensä ohjaaminen ja opettaminen omaehtoiseen harjoitteluun (Sandell & Liippola 2011, 10).

Valittaessa spastisuuden hoitomuotoja, on hoidolle asetettava selkeät ja tavoitettavissa olevat tavoitteet. Hoidon tavoitteita voivat olla esimerkiksi asennonhallinnan sekä toimintakyvyn paraneminen, virheasentojen estäminen sekä korjaaminen, kivun lievittäminen, nivelten liikkuvuuden parantaminen sekä ylläpitäminen ja näiden myötä myös elämänlaadun paraneminen. Jokaisen kuntoutujan tilanne on aina yksilöllinen ja hoidon valintaan vaikuttavat keskushermostovaurion etiologia sekä sen taso. Eri tautitilat aiheuttavat jokainen mekanismitaan erilaisen spastisuuden ja tämä yleensä vaikeuttaa hoidon valintaa, koska ei ole olemassa tutkittua tietoa hoitomuotojen vaikuttavuudesta erilaisissa etiologisissa tilanteissa. (Autti-Rämö 1999, 878.)

4.1.1 Polkuharjoittelu

Spastisuutta lieventävät myös erilaiset rytmiset liikkeet, kuten polkulaite tai kävelysimulaattori (Sandell & Liippola 2011, 12). Pää tavoitteena alaraajojen passiivisella polkuliikkeen harjoittamisella on säilyttää nivelten täysi liikelaajuus. Rytmisesti suoritettavan alaraajojen passiivisen liikkeen harjoittaminen on fysioterapian keino, jolla väitetään olevan spastisuutta vähentävä vaikutus. (Ka-bee-ke, Leche & Knapp 2005, 483.)

Polkulaiteharjoittelun vaikutuksista tehdyssä tutkimuksessa Motl, Snook, Hinkle ja McAuley (2006) huomasivat 20 minuuttia kestävän, ilman vastusta suoritettavan polkulaiteharjoittelun vaikuttavan positiivisesti alaraajojen spastisuuteen. Sosnoffin, Motlin, Snookin sekä Wynnin (2009) tekemässä tutkimuksessa tutkitavat henkilöt suorittivat neljän viikon aikana kolmesti viikossa 30 minuuttia kestävän polkuharjoittelun. Tutkijat eivät löytäneet merkittäviä muutoksia osallistujien spastisuudessa objektiivisissa mittausmenetelmissä, mutta subjektiivisesti arvioitaessa spastisuus oli vähentynyt. Yläraajojen spastisuuden muutosta tutkiessaan Diserens ym. (2007) teettivät tutkimushenkilöillä yläraajojen polkulii-kettä kolmen viikon ajan viisi kertaa viikossa ja tutkimuksen mukaan spastisuus väheni kyynärnivelen ojentaja- sekä koukistajalihaksissa. Lisäksi yläraajojen voiman tuotto sekä liikelaajuus paranivat huomattavasti. (Brashear & Elovic 2010 167–168.)

4.1.2 Asentohoito

Asentohoidolla voidaan jo sairastumisen akuuttivaiheessa vähentää potilaalle spastisuuden aiheuttamia virheasentoja. Sängyssä maatessa suositellaan potilaan asettelua kylkiasentoon halvaantuneen kyljen puolelle, jossa asiakas on tuettu tukevasti tyynyillä ylä- ja alavartalon ollessa kiertyneenä toisiinsa nähden. Selinmakuuasentoa on syytä välttää, koska on mahdollista että se lisää ojenta-japuolen lihasten spastisuutta. (Sandell & Liippola 2011, 10.)

4.1.3 Venyttely

Lyhyet sekä pitkät passiiviset venytykset ylläpitävät nivelten liikelaajuuksia ja vähentävät lihasten spastisuutta. Suositeltavaa on suorittaa ajallisesti eripituisia venytyksiä, jolloin saadaan myös kokonaisvaltaisempia tuloksia. Jo minuutin venyttely alentaa spastisuutta ja esimerkiksi 20 minuutin ranteen koukistajali-hasten venyttelyllä saadaan vähennettyä ranteen sekä hauislihaksen spasti-suutta. (Sandell & Liippola 2011, 11.) Venyttelyllä on helppo tapa saavuttaa sel-vä vaste spastisuuden hoidossa, mutta usein vaste saattaa kestää vain muuta-mia tunteja (Rissanen, Kallanranta & Suikkanen 2008, 303).

Passiivisia venytyksiä spastisille lihaksille tehtäessä on otettava huomioon venytyksen intensiteetti, yhden venytyksen kesto, kuinka kauan lihasta pidetään maksimivenytyksessä, kuinka usein venytysterapiaa tehdään sekä kuinka monta toistoa suoritetaan venytettävälle lihakselle yhden terapiakerran aikana (Brashear & Elovic 2010, 164). Vaikka passiivinen venyttely on paljon käytetty menetelmä spastisuuden hoidossa ja se helpottaa muiden terapeuttisten hoitomuotojen suorittamista, ei sillä tutkimusten mukaan ole kuitenkaan spastisuutta pitkäkestoisesti vähentäviä vaikutuksia. Lisäksi Bovend'Eerd ym. (2008, 1395, 1403) tekemän kirjallisuuskatsauksen mukaan spastisen lihasten venyttelylle ei ole vakioituja standardeja, vaan esimerkiksi venytyksen intensiteetti, kesto sekä toistojen määrä vaihtelee asiakkaan ja venyttelylle asetettujen tavoitteiden mukaan.

4.1.4 Kipsaus, ortoosit ja lastat

Erilaisilla kipsauksilla saadaan aikaan lihakseen pitkäkestoinen venytys, jonka tarkoituksena on lisääntyneen venytysheijasteen väsyttäminen, lihaksen rentouttaminen, lepopituuden lisääminen sekä nivelen liikelaajuuksien parantaminen (Autti-Rämö 1999, 884; Sandell & Liippola 2011, 11). Kipsauksia voidaan tehdä potilaalle myös sarjana, jolloin kipsi otetaan tietyin väliajoin pois ja uudella kipsauksella asetetaan lihas entistä venyneempään asentoon. Uutta kipsausta ei enää tehdä, kun nivel saavuttaa sen maksimaalisen liikelaajuuden tai kun merkittävää liikelaajuuden paranemista ei ole esiintynyt kahdella edellisellä kipsauksella. Sarjakipsauksella maksimoidaan kipsauksen hyöty liikelaajuuden sekä toimintakyvyn paranemiseksi. (Brashear & Elovic 2010, 164.)

Yksilöllisesti valmistetuilla alaraajaortooseilla vähennetään alaraajojen spastisuutta vähentämällä alaraajojen tuntoärsytystä. Lisäksi ortoosien avulla estetään spastisuuden aiheuttamia virheasentoja. (Abankwa & Llewellyn 2006, 35; Autti-Rämö 1999, 884.) Lisäksi voidaan käyttää kevyempiä toiminnallisia lastoja, jotka helpottavat ja rohkaisevat asiakasta käyttämään enemmän spastista raajaa. Lastoja pidetään yleensä pari kertaa päivässä muutaman tunnin ajan

kerrallaan ja spastisuuden vähentämisen lisäksi ne lisäävät passiivisesti suoritettua liikerataa ja mahdollistavat liikkeen helpomman suorittamisen. (Sandell & Liippola 2011, 11.)

4.1.5 Termiset hoidot

Kylmähoitoina voidaan käyttää esimerkiksi kylmäpakkauksia, jääpalahierontaa tai jääkylpyjä. Kylmää käytetään spastisuuden hoidossa koska se hidastaa hermoimpulssien johtumista, vähentää lihasspindelien aktiivisuutta sekä turruttaa ihoreseptoreita. Kylmähoitoa annettaessa täytyy olla kuitenkin varovainen, ettei asiakkaalle aiheuta kudonvaurioita. Tämän vuoksi kylmähoitoja on syytä välttää alueilla, jossa on heikko verenkierto, pahalaatuisia kasvaimia tai tunnoton iho. (Brashear & Elovic 2010, 172.)

Lämmöllä kerrotaan olevan spastisuutta hoitava vaikutus erityisesti lämmön kivunlievityskyvyn vuoksi (Brashear & Elovic 2010, 174). Yksi käytetty lämpöhoitoon muoto on allasterapia, jolla on spastisuutta vähentävä, sekä pehmytkudoksien joustavuutta parantava vaikutus. On tärkeä kuitenkin muistaa, että kylmä- ja lämpöhoitojen vaikutukset vaihtelevat yksilöittäin. (Autti-Rämö 1999, 884; Sandell & Liippola 2011, 11.)

4.1.6 Sähköhoidot

Lisäksi fysioterapiassa voidaan käyttää erilaisia sähköhoitoja spastisuuden hoitoon. Sähköstimulaatioita voidaan käyttää joko spastisen lihaksen aktivaation alentamiseen tai heikon vastavaikuttajalihaksen aktivoimiseen. (Sandell & Liippola 2011, 12.) Sähköhoidoilla on myös kipua helpottava sekä tuntoaistia ja toimintakykyä parantava vaikutus. Käytetyimpiä sähköhoitoon muotoja ovat TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) sekä FES (Functional Electrical Stimulation). FES yhdistetään usein halvaantuneen tai heikentyneen lihaksen toiminnallisiin harjoitteisiin, jolloin lihasta saadaan koulutettua sekä vahvistettua sähköstimulaation sekä harjoitteiden yhteispelillä. (Brashear & Elovic 2010, 168.)

TENS:ssä käytetään sähköstimulaatioita, joiden voimakkuus sekä taajuus ovat alle motorisen kynnyksen mutta yli sensorisen kynnyksen ja sitä voidaan antaa joko suoraan spastiseen lihasryhmään, sen vastavaikuttajalihaksiin tai samanaikaisesti molempiin. TENS:iä käytetään kivunlievitykseen ja sillä on myös spastisuutta lieventävä vaikutus. (Brashear & Elovic 2010, 170.) Sähköhoitoja ei tule antaa asiakkaille joilla on esimerkiksi sydämentahdistin tai muita implantteja, raskaana oleville eikä suoraan kasvaimen, verenvuoron tai kasvavan epifyysin päälle. (Brashear & Elovic 2010, 168.)

4.1.7 Lihasvoimaharjoittelu

Spastisuutta hoidettaessa ei tule myöskään unohtaa lihasvoimaharjoittelua. Lihasvoimaharjoittelua on pidetty kyseenalaisena hoitomuotona, koska sen on epäilty vain voimistavan lihasten spastisuutta. Todellisuudessa lihasvoimaharjoittelu lisää asiakkaan kokonaistoimintakykyä sekä aktiivisuutta vaikuttamatta lihasten spastisuuteen sitä lisäävästi. (Brashear & Elovic 2010, 168.) Pattenin, Lexellin sekä Brownin tutkimus (2004, 293–312) osoittaa, että lihasvoimaharjoittelun vaikutukset spastisuuteen ovat positiivisia.

4.2 Lääkehoito

Spastisuuden hoidossa oraalinen lääkehoito tulee yleensä ajankohtaiseksi silloin, kun keskushermoston vaurio aiheuttaa yleistynyttä spastisuutta, voimakkaita ja usein kivuliaita lihasspasmeja sekä spastisuuden heikentäessä asiakkaan unen laatua huomattavasti (Autti-Rämö 1999, 879). Suomessa yleisimpiä lääkkeitä, joita käytetään vähentämään lihasten spastisuutta, ovat baklofeeni, titsanidiini sekä diatsepaami (Sandell & Piippola 2011, 15). Näistä baklofeeni on usein ensimmäinen vaihtoehto spastisuuden lääkehoidossa. Se vaikuttaa sekä mono- että polysynaptisiin reflekseihin estämällä välittäjäaineiden vapautumista, joka puolestaan johtaa gammamotoneuronien aktiivisuuden vähenemiseen lihaskämeissä. (Brashear & Elovic 2010, 203.) Baklofeenia käytetään varsinkin helpottamaan voimakkaita ja kivuliaita lihasspasmeja sekä auttamaan asiakkaan yleistä rentoutumista (Autti-Rämö 1999, 879). Titsanidiini vaikuttaa sel-

käydintasolla estämällä lihasatonusta nostavien aminohappojen vapautumisen. Titsanidiinin etuna on, että se ei vaikuta hermolihaskiitosien toimintaan eikä luurankolihasien lihassäikeisiin, jolloin se ei myöskään aiheuta lihasheikkoutta. (Brashear & Elovic 2010, 208–209.) Diatsepaami on bentsodiatsepiinien lääke­ryhmän käytetyin lääke spastisuuden hoidossa ja näillä lääkkeillä on hyvin re­laksoiva vaikutus. Tämän lääke­ryhmän lääkkeitä ei kuitenkaan suositella käytet­täväksi pitkiksi ajoiksi niiden riippuvuutta aiheuttavan vaikutuksen vuoksi. (Autti-Rämö 1999, 879; Sandell & Piippola 2011, 15.)

Suun kautta otettavista lääkkeistä voi olla hyötyä yksittäisille potilaille ja niiden annosta on suositeltavaa nostaa hiljattain maksimaalisen hyödyn saavuttami­seksi. Täytyy kuitenkin muistaa myös lääkkeiden aiheuttamat sivuvaikutukset, joita ovat väsymys, huimaus, pahoinvointi sekä kognitiivisen suorituskyvyn heikkeneminen. (Autti-Rämö 1999, 879; Sandell & Piippola 2011, 15.)

Lisäksi on olemassa hoitomuoto, jossa vaikeasta alaraajaspastisuudesta kärsi­välle potilaalle asennetaan vatsapeitteiden alle lääkepumppu ja annetaan lääke tätä kautta suoraan spinaalitalaan. Tämän hoitomuodon etuina ovat vähäisem­mät suorat sivuvaikutukset sekä hoidon tehokkuus. (Rissanen, Kallanranta & Suikkanen. 2008, 272.) Tämän hoitomuodon hoitovaste selvitetään ensin anta­malla spinaalitalaan katetrin kautta vähittäin suurenevia lääkeannoksia, kunnes saavutetaan tila, jossa asiakkaan voimakkaat ja kivuliaat lihasspasmit sekä voimakas lihasjäykkyys vähenevät parantaen asiakkaan elämänlaatua ja toimin­takekyä. Tämän jälkeen potilaalle asennetaan lääkepumppu, joka ohjelmoidaan syöttämään lääkettä asiakkaan päivittäisen tarpeen mukaan. Lääkepumppuhoi­don hengenvaarallisia sivuvaikutuksia voivat olla lääkkeen yliannostus pumpun toimintahäiriöstä johtuen tai pumpun aiheuttama infektio. (Autti-Rämö 1999, 881; Ahoniemi 2015.)

Yksi uusimmista spastisuuden hoitomuodoista on paikallisesti spastiseen lihak­seen ruiskutettava botulinumtoksiini. Toksiini aiheuttaa lihakseen kemiallisen halvaantumisen sitoutuessaan perifeerisiin hermopäätteisiin ja estäessään näin asetyylkoliinin vapautumisen. Botulinumtoksiinilla on myös kipua lievittävä vai-

kutus, joten ruiskeen jälkeen on spastisuuden hoitoon liitettävä myös aktiivinen sekä kohdistettu fysioterapia hyödyn maksimoimiseksi. (Autti-Rämö 1999, 882; Rissanen ym. 2008, 272.) Lääkeruiskun pistämisen jälkeen lääkkeen vaikutus alkaa näkyä noin 1–2 viikon kuluttua ja hermotoiminnan vähitellen palautuessa normaaliksi hoito on uusittava noin 3-6 kuukauden välein. Yleensä aikuisten spastisuuden hoidossa ei kuitenkaan tarvita useita sarjamaisia pistoksia, vaan hoitoon riittää muutama pistos fysioterapian etenemisen sekä asiakkaan yleistilan kohenemisen mahdollistamiseksi. (Sandell & Piippola 2011, 16.)

4.3 Kirurgiset hoidot

Verrattuna lääkehoitoihin, kirurgisilla hoidoilla on pysyvämpi vaikutus ja sen vuoksi kirurgisia hoitomuotoja on ensin tarkkaan harkittava ennen niiden toteuttamista operaatiossa tehtävän peruuttamattoman muutoksen vuoksi (Autti-Rämö 1999, 883). Käytetyin selkäydinleikkaus spastisuuden hoidossa on selektiivinen posteriorinen ritsotomia (SPR). Siinä selkäydin sekä sen takajuuret paljastetaan yleensä L2 – S2 tasolta ja elektronisilla stimulaatioilla selvitetään mitkä hermosäikeet ärsyttävät alaraajan lihaksia poikkeuksellisen voimakkaasti tai lähettävät ärsykejä myös ympäröiviin lihaksiin. Kun näistä hermosäikeistä katkaistaan noin 35–50 %, on spastisuuden todettu vähentyvän huomattavasti. Parhaimman hyödyn saavuttamiseksi on operaation jälkeen aloitettava erittäin intensiivinen postoperatiivinen fysioterapia. (Autti-Rämö 1999, 883; Brashear & Elovic 2010, 243.)

Muita spastisuuden hoidossa käytettyjä kirurgisia toimenpiteitä ovat lihasten tai jänteiden pidennykset, katkaisut sekä siirrot. Käytetyin tekniikka on osittainen pidentäminen. Kyseisessä tekniikassa katkaistaan ainoastaan lihaksen jänne kohdasta, jossa lihas ja jänne kulkevat päällekkäin. Supistuessaan spastinen lihas venyttää jänteen leikattuun kohtaan jäänyttä väliä. Venytyksen suuruus ja näin ollen jänteen pidentyminen riippuu lihaksen spastisuuden voimakkuudesta. Jänteen pidentymistä voi lisätä myös passiivisilla venytyksillä. Noin kolmen kuukauden kuluttua leikkauksesta jänne paranee ja täyttää leikkauksen aiheuttaman välin. (Brashear & Elovic 2010, 250.)

Lihaksen siirtotekniikassa siirretään lihaksen origoa. Lihaksen lähtökohta leikataan irti ja siirretään lähemmäs lihaksen kiinnityskohtaa. Näin ollen leikatun lihaksen spastisuus vähenee ja lihaksen vaikuttaman nivelen toiminnallisuus paranee. V-Y-pidennys, Z-pidennys ja hemitenotomia ovat myös kirurgisia jänneen pidennysleikkauksia. Nämä tekniikat suoritetaan ainoastaan lihaksen jänneosaan ja ne vaativat pitkän terveen jänneen. V-Y -pidennyksessä jänne katkaistaan V-kirjaimen muotoon. Katkaistut päät ommellaan toisiinsa kiinni, jolloin ne muodostavat Y-kirjaimen. Z-pidennyksessä jänne katkaistaan Z-kirjaimen muotoon ja päät ommellaan yhteen, jolloin jänne pitenee sen mukaan, kuinka pitkältä matkalta jänne on leikattu. Hemitenotomiassa jänneeseen tehdään useita osittaisia viiltoja lomittain. Lihaksen venyessä jänne pitenee tehtyjen viiltojen ansiosta. (Brashear & Elovic 2010, 253.)

5 POLKULIIKE JA -LAITE

5.1 Polkuliike

Polkuliikkeessä molemmat alaraajat suorittavat samanlaista liikettä resiprokaalisesti eli vastavuoroisesti toisiinsa nähden. Samalla kun toinen alaraaja painaa pedaalia alaspäin työntövaiheessa, toinen raaja on palautumisvaiheessa. (Palastanga & Soames 2012, 273.) Karkeasti yksi kokonainen pedaalin kierros voidaan jakaa myös lihasten työskentelyn osalta kahteen osaan, vetämiseen ja työntämiseen. Tarkemmin tarkasteltuna yksi kokonainen kierros voidaan jakaa myös neljään eri päävaiheeseen: ylävaihe, etuvaihe, alavaihe ja takavaihe. Poljettaessa pedaalin saapuessa päävaiheen rajalle, tapahtuu myös pääasiassa työskentelevien lihasten vaihtuminen. (Ahokas ym. 1987, 218.)

Työntövaihe alkaa pedaalin saavuttaessa sen korkeimman mahdollisen kohdan ja yleensä voimankäyttö on sama koko alastyöntövaiheen ajan. Työntövaiheen alussa lonkka on koukistunut lähes 90 astetta ja nilkka on täysin dorsifleksiossa. Tästä asennosta työntövaiheen puoleen väliin tultaessa lonkka ojentuu alkuasennosta noin 20 astetta m. gluteus maximuksen sekä hamstring lihasten konsentrisen sekä isotonisen lihastyön avulla. M. gluteus mediuksen voimakkaan supistumisen myötä painoa kantavan lonkan puolella ilmenee myös hyvin pientä lonkan abduktiota. Työskentelevän alaraajan puolella lonkassa tapahtuu myös pientä sisärotaatiota työntövaiheen lopussa, jolloin lantio kiertää eteenpäin valmistautuessaan vastaavaan liikesarjaan toisessa alaraajassa. Lonkan sisärotaatio tapahtuu m. gluteus minimuksen sekä tensor fascia lataen työskentellessä samanaikaisesti, m. gluteus mediuksen etuosan avustaessa liikettä. Työntövaiheen lopussa polvi ojentuu lähes täysin suoraksi m. quadriceps femoriksen supistumisen ansiosta. Työntövaiheessa ilmenee myös voimakasta pohkeen lihasten aiheuttamaa plantaarifleksiota. (Palastanga & Soames 2012, 273–274.)

Palautumisvaiheessa ylöspäin liikkuva pedaali työntää jalkaa ylöspäin. Tässä vaiheessa painoa vähennetään nousevan alaraajan puolelta, mutta jalka säilyt-

tää kosketuksen pedaalin, jotta se on valmiina seuraavaa työntövaihetta varten. Alaraajan noustessa ylöspäin pedaalin mukana esiintyy nilkassa dorsifleksiota, jota kontrolloi nilkan plantaarifleksoreiden eksentrisen lihastyö. Samaan aikaan tulee myös polven sekä lonkan fleksio johtuen pedaalin ylöspäin suuntautuvasta liikkeestä. Tätä liikettä kontrolloi vähäinen m. quadriceps femoriksen, m. gluteus maximuksen sekä hamstring lihasten eksentrisen lihastyö. Kun jalka ja pedaali saavuttavat kierron korkeimman pisteen, alkaa työntövaihe jälleen alusta. (Palstanga & Soames 2012, 274.)

5.2 Polkulaite

Thera-Trainer Tigo 530 (kuva 4) harjoittelulaite soveltuu sekä ylä- että alaraajojen harjoittamiseen. Laitetta on helppo, turvallinen sekä miellyttävä käyttää ja siinä on alaraajoille tuet sekä pohkeen että jalkapöydän kohdalla. Tuet voidaan nopeasti avata ja sulkea, ne ovat luotettavat eivätkä tuet aiheita painaumia ihoon. Laitetta voidaan käyttää joko pyörätuolissa tai normaalissa tuolissa istuen. Tuoli tai pyörätuoli voidaan kiinnittää laitteeseen kiinnikkeiden avulla ja kiinnikkeissä on myös kallistumisen esto, joka estää tuolia kaatumasta ja varmistaa laitteen sekä käyttäjän välisen sopivan välimatkan. Laitteen moottoriyksikkö mahdollistaa polkuliikkeen harjoittamisen passiivisesti, avustetusti sekä täysin aktiivisesti. Laitteeseen kiinnitetyltä ohjaus- ja näyttöyksiköltä voidaan lukea harjoituksen aikana harjoitukseen käytetty aika ja sen aikana kuljettu matka. Lisäksi yksiköstä voidaan nähdä sekä säätää laitteen vastusta, avustusta ja nopeutta (kierrosta minuutissa). (Thera Trainer 2013, 22; Motomed 2015.)



Kuva 4. Thera-Trainer Tigo 530 laite käytännössä

Thera-Trainer Tigo 530 laitteessa on myös ohjelmoituna harjoituksen aikana ilmenevän spasmin tunnistusohjelma. Tämä tunnistusohjelma lisää huomattavasti käyttäjän turvallisuutta, koska spasmin ilmetessä laite automaattisesti tunnistaa sen ja moottoriyksikkö pysäyttää polkuliikkeen. Hetken pysähdyksissä olon jälkeen laite automaattisesti jatkaa liikettä eteenpäin, venyttäen lihasta ja rentouttaakseen spasmia. (Thera Trainer 2014, 21.)

6 TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TARKOITUS SEKÄ TUTKIMUSONGELMA

6.1 Tavoite ja tarkoitus

Opinnäytetyön tavoitteena on kerätä tietoa aivoverenkiertohäiriötä, selkäydinvauriota sekä CP-vammaa sairastavien asiakkaiden spastisten alaraajojen lihasten spastisuuden aiheuttaman lihasaktiivisuuden mahdollisesta muutoksesta ennen ja jälkeen avustetulla polkulaitteella suoritetun polkuharjoituksen. Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa tutkittua tietoa edellä mainittuja oireyhtymiä sairastavien asiakkaiden spastisten lihasten toiminnasta sekä kyseisen terapiamuodon vaikutuksesta heidän kuntoutuksessa. Toimeksiantaja voi hyödyntää tuloksia suunnitellessaan ja arvioidessaan neurologisten asiakkaiden kuntoutuksessa käytettäviä terapiamuotoja. Lisäksi tarkoituksena on tuottaa fysioterapia-alalle tietoa terapiamuodon vaikutuksesta alaraajojen spastisuuteen. Työn tekijät syventävät työn kautta omaa ammattitaitoaan tulevaa ammattia varten

6.2 Tutkimusongelma

Miten polkulaitteella suoritettu 20 minuutin avustettu polkuliike vaikuttaa aivoverenkiertohäiriötä, selkäydinvauriota sekä CP -vammaa sairastavien neurologisten asiakkaiden spastisuuden aiheuttamaan alaraajojen lihasten lihasaktivaatioon?

7 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

7.1 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyömme on tapaustutkimus. Tapaustutkimus on tutkimustapa tai –strategia. Se voidaan määritellä empiiriseksi tutkimukseksi, jonka kohteena on jokin ilmiö tai tapahtumakulku ja se on tarkkapiirteinen sekä perusteellinen tulkinta tarkkailtavasta ilmiöstä. Tapaustutkimuksen sisällä voidaan käyttää erilaisia aineistoja ja menetelmiä. (Metsämuuronen 2009, 222.) Tässä työssä käytimme aineistonkeruumenetelmänä määrällistä eli kvantitatiivista menetelmää. Määrällisessä tutkimuksessa aineisto kerätään erilaisilla mittareilla, joista saadaan numeerista dataa. (Heinonen ym. 2013, 34.) Opinnäytetyössämme käytimme aineistonkeruutapoina elektromyografiaa, Modified Modified Ashworth Scalea sekä kysymyslomaketta.

7.2 Tutkimuksen kulku

Opinnäytetyön tekemisen aloitimme aiheen valinnalla. Alussa pyöritimme ideoita urheilufysioterapian, työkyvyn säilyttämisen ja neurologisen fysioterapian alueilta. Hyvin varhaisessa vaiheessa saimme yhteydenoton tulevalta toimeksiantajaltamme. Hän ehdotti aihetta neurologisten asiakkaiden spastisuuteen liittyen. Ensin mietimme yhdessä kinesioiteippaukseen liittyvää työtä. Tämä aihe hylättiin toimeksiantajan sekä tekijöiden yhteisellä päätöksellä. Syksyllä 2014 päädyimme tekemään tutkimusta polkuliikkeen vaikutuksista spastisuuteen. Päätökseen vaikutti se, että toimeksiantajalla on paljon neurologisia potilaita, joiden kuntoutuksessa käytetään avustettua polkulaitetta. Toimeksiantaja halusi saada tutkittua tietoa terapiamuodon toimivuudesta.

Toimeksiantajan asiakkailla monilla on spastisuutta alaraajoissa, joten päätimme tutkia alaraajojen lihasten spastisuuden mahdollisia muutoksia. Toimeksiantaja ehdotti, että hyödyntäisimme työssämme EMG-laitetta. Nämä ajatukset yhdistelemällä tulimme tulokseen, että mittamme EMG-mittarilla lihasten spastisuutta ennen ja jälkeen polkulaitteella suoritettun terapian sekä itse terapian ai-

kana. EMG-mittauksen lisäksi päätimme käyttää spastisuuden arvioinnissa hyväksi Modified Modified Ashworth Scalea ja kysymyslomaketta.

Opinnäytetyön tiedonhaun aloitimme Lapin ammattikorkeakoulukirjaston aineistosta. Tämän lisäksi käytimme hyväksi nettitietokantoja kuten PubMediä, Chinaia ja Pedroa. Lähdimme liikkeelle tutustumalla samanlaisista aiheista tehtyihin tutkimuksiin sekä julkaisuihin. Näistä materiaaleista saimme ideoita, lähdekirjallisuutta ja suuntaa miten lähteä toteuttamaan omaa työtä. Aineiston pohjalta lähdimme rakentamaan teoreettista viitekehystä, joka muokkautui ja täydentyi koko opinnäytetyöprosessin ajan.

Kirjallisuudesta etsimme, mitkä alaraajan lihakset tekevät työtä polkuliikkeen aikana, jotta osasimme valita oikeat mitattavat lihakset. Löytämiemme lähteiden perusteella polkuliikkeeseen osallistuvia lihaksia ovat mm. m. gluteus maximus, m. iliopsoas, m. rectus femoris, m. semitendinosus, m. biceps femoris, m. tibialis anterior ja m. gastrocnemius. (Palastanga & Soames 2012, 273–274; Ahonen ym. 1987, 218–220; Hamill & Knutzen 2003, 191) Näiden lähteiden perusteella valitsimme mitattaviksi lihaksiksi edellä mainitut lihakset. Gastrocnemiuksesta valitsimme mitattavaksi osaksi lateraalisen osan, koska elektrodit olivat helpompi asetella siihen kuin mediaaliseen osaan, joten oletimme saavamme luotettavampia tuloksia.

Mitattavien lihasten päättämisen jälkeen aloimme suunnitella mittaustapahtumaa ja hankkimaan mittaukseen tarvittavia välineitä. Lapin ammattikorkeakoulusta saimme lainaan Mega Electronicsin ME6000-elektromyografilaitteen ja MegaWin ohjelmiston. Koulun kautta saimme myös tarvittavat elektrodit sekä desinfiointi ja kiinnitysvälineet. Elektrodeina käytettiin Ambu® Blue Sensor EKG-elektrodeja, jotka olivat M kokoa. Ihon desinfiointi tapahtui Fysioline Oy:n DesiPower Iho-desinfiointiaineella. Elektrodien kiinnipysyminen varmistettiin liimaamalla Jaybird & Main:in ADHESIVE TAPE -urheiluteippiä elektrodeista lähtevien johtojen päälle.

Ennen varsinaista mittausta harjoittelimme elektrodien asettelua toisillemme, EMG-laitteen käyttöä sekä Modified Modified Ashworth Scale-mittausta. Näiden ohella työstimme kysymyslomakkeen, jonka hyväksyimme ohjaavilla opettajilla. Elektrodien asettelut katsoimme MegaWin-ohjelmalta. Kaksi mittaavaa elektrodia asetettiin keskelle lihasrunkoa ja yksi maadoituselektrodi lihaksen reunalle (MegaWin 2010, 78).

Mittauspäivämääräksi sovimme 19.3.2015. Mittaukset suoritettiin yhden päivän aikana. Ennen mittauspaikalle menoa arvoimme jokaiselle roolit mittauksen ajaksi. Yhdelle tuli tehtäväksi elektrodien asettelu, toiselle MMAS-mittauksen tekeminen ja kolmannen vastuulla oli EMG-laitteet ja mittauspäiväkirja.

Mittaustilanne oli jokaisen mitattavan henkilön kohdalla samanlainen. Aluksi mitattava asettui kyljelleen hoitopöydälle, jolloin hänelle asetettiin elektrodit gluteus maximukseen, biceps femorikseen, semitendinosukseen ja gastrocnemius lateraaliseen osaan. Tämän jälkeen mitattava kääntyi selälleen, jolloin asetettiin elektrodit iliopsoakseen, rectus femorikseen ja tibialis anterioriin. Elektrodien asettelut on esitetty liitteessä 1. Iho puhdistettiin ennen elektrodien asettamista ja tarvittaessa ihokarvat ajettiin pois. Signaalihäiriöiden minimoimiseksi elektrodeista EMG-laitteeseen lähtevät johdot teipattiin urheiluteipillä ihoon kiinni heti elektrodien vierestä. Mittauksen aikana ME6000-laite oli kiinnitettynä tietokoneeseen, jossa oli MegaWin-ohjelma. Elektromyografiasta saatu data tallentui reaaliajassa MegaWin ohjelmalle.

Elektrodien asettelujen jälkeen suoritettiin ensimmäinen MMAS-mittaus. EMG-mittari rekisteröi MMAS-mittauksesta mahdollisesti aiheutuvaa spastisuuden tuottamaa lihasaktivaatiota. Mittauksen suoritti kaksi testaajaa. Toinen oli opiskelija opinnäytetyöryhmästä ja toinen yrityksessä työskentelevä fysioterapeutti, jolla oli kokemusta neurologisten asiakkaiden kanssa työskentelystä. He suorittivat mittaukset toisistaan riippumatta eli he eivät olleet läsnä toistensa mittauksissa, eivätkä tienneet, minkä arvosanan toinen oli antanut. Ensimmäisenä mitattiin selinmakuulla gastrocnemius ja tibialis anterior. Sen jälkeen mitattava kääntyi kylkiasentoon, jossa suoritettiin biceps femoriksen sekä semiten-

dinosuksen, rectus femoriksen, gluteus maximuksen ja iliopsoaksen testaus. Lihakset testattiin edellä mainitussa järjestyksessä.

Seuraavaksi mitattavat siirtyivät pyörätuoliin polkuharjoituksen suorittamiseksi. Polkuharjoitus suoritettiin avustettuna polkuliikkeenä Thera Trainer Tigo 530-laitteella. Sekä polkulaite että pyörätuoli tuettiin niin, että niiden liikkuminen ei ollut mahdollista mittauksen aikana. Polvikulma asetettiin kaikille 110 asteen, avustusnopeus oli aluksi kaikilla 25 kierrosta minuutissa ja viiden minuutin jälkeen avustus nostettiin 30 kierrokseen minuutissa. Polkuharjoitus kesti 20 minuuttia, jonka jälkeen mitattava siirtyi takaisin hoitopöydälle ja MMAS-mittaus toistettiin samalla kaavalla kuin ennen mittausta. Lopuksi mitattavalta henkilöltä kerättiin vastaukset kysymyslomakkeeseen.

7.3 Tutkimusjoukko

Tutkimukseen osallistui viisi 36–64 -vuotiasta henkilöä, joista kolme oli miestä ja kaksi naista. Tutkittavat henkilöt saimme toimeksiantajamme kautta. Tutkimukseen osallistumisen edellytyksinä oli, että tutkittavalla on neurologisesta sairaudesta johtuvaa spastisuutta alaraajoissa, hänellä on kognitiiviset ja toimintakyvylliset valmiudet osallistua tutkimukseen sekä hän on itse halukas osallistumaan tutkimukseen. Tutkimukseen osallistuvien henkilöiden spastisuutta aiheuttavia neurologisia sairauksia ovat CP-vamma, aivoverenkiertohäiriö ja selkäydinvamma.

7.4 Tutkimuksessa käytetyt mittarit

7.4.1 Elektromyografia

Elektromyografia on tekniikka, jolla mitataan lihaksen aktiopotentiaalia ja sähköistä toimintaa sen supistuessa motoneuroni-impulssin johdosta. Se tarjoaa ainoan objektiivisen tavan arvioida, milloin lihas on aktiivinen. (Bartlett, 2005, 228–229.) Elektromyografiassa rekisteröidään lihastoiminnan heikkoja aktiivintoja, jotka johtuvat lihassupistuksen aikana lihassolukalvolla tapahtuvista säh-

köisesti varautuneiden ionien konsentraatiomuutoksista. Lihaksen aktiopotentiaalien mittaaminen antaa tietoa lihaksen kuormitusasteesta sekä motorisen hermon tuoman aktiopotentiaalien määrästä lihakseen. (Kauranen & Nurkka 2010, 303.) Koska EMG mittaa lihaksen sähköistä eikä mekaanista aktivaatiota, sitä ei voi käyttää erottamaan konsentrista, eksentristä tai isometristä lihassupistusta. Suhde lihassupistuksen voiman ja EMG aktivaation välillä ei myöskään ole suoraan verrannollinen, mutta se on erityisen hyvä määrittämään supistuksen alkua ja loppua. (Levine, Richards & Whittle 2012, 105.)

Suunniteltaessa EMG-mittauksia on syytä miettiä, mitä mittauksella halutaan selvittää ja millaista informaatiota mittauksen halutaan lihaksen aktiivisuudesta antavan. Jotta mittaukselliset tulokset ovat jatkossa vertailukelpoisia muihin tuloksiin verrattuna, täytyy mittausolosuhteet vakioida niin tarkasti kuin mahdollista. Vakioinnissa tulee huomioida nivelkulmat, liikelaajuudet, liikenopeus, lihastyön muoto, kuormitusaste, voimataso, toistojen määrä sekä mittausympäristö. (Kauranen & Nurkka 2010, 307.) Yleensä EMG-diagnostiikassa haetaan vastausta kysymykseen onko lihas aktiivinen oikeaan aikaan. Lisäksi tutkitaan, onko lihaksen aktiivisuus jatkuvaa vai katkonaista, ilmeneekö eksitoivaa tai inhiboivaa refleksitoimintaa sekä onko lihas symmetriassa toiseen vastaavaan lihakseen. Usein EMG-mittauksesta saa parhaan hyödyn, kun siihen yhdistää jonkin toisen samanaikaisen lihastoimintaa kuvaavan mittauksen. Neurologiassa EMG-mittauksia voidaan hyödyntää asiakkaiden diagnosoinnissa. Fysioterapiassa EMG:tä käytetään asiakkaan tutkimisessa, hermolihastoiminnan ilmentämisessä, havainnollistamisessa, hoidon seurannassa ja opetuksessa. (Kauranen 2011, 256–258.)

EMG-dataa voidaan kerätä joko pinta-, neula- tai lankaelektrodeilla. Pintaelektrodeilla pystytään mittaamaan suuria pinnallisia lihaksia. Neulaelektrodit soveltuvat pienten, syvien lihasten sekä yksittäisten motoristen yksiköiden mittaamiseen, sillä elektrodi asetetaan ihon läpi suoraan haluttuun pisteeseen. Lankaelektrodit sopivat dynaamisiin mittauksiin ja syvien lihasten tutkimiseen, koska ne ovat ohutta, taipuisaa lankaa ja ovat näin ollen kohtalaisen kivuttomia ja

huomaamattomia liikkeidenkin aikana. Lankaelektrodi asetetaan paikalleen ha-
luttuun lihakseen kanyylin avulla. (Kauranen 2011, 256–257.)

Elektrodien asettelutapa vaihtelee lähteestä riippuen. Steve M. Gnatzin (2001,11) mukaan aktiivi elektrodit tulisi asettaa mitattavan lihaksen motorisen yksikön kohdalle, joka sijaitsee yleensä suurimman lihasmassan päällä. Referenssi elektrodi tulisi asettaa sähköisesti neutraalille alueelle, kuten luun tai jän-
teen päälle. Kun taas Kaurasen ja SENIAM:in (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assesment of Muscles) mukaan elektrodi tulisi asettaa puoli-
väliin motorisen hermon hermopäätettä ja distaalisen jänteen alkamiskohtaa. (Kauranen 2010, 308. Seniam 2015.) Mittauksen toistettavuuden sekä luotetta-
vuuden kannalta on tärkeää, että elektrodit asetetaan aina samaan kohtaan mitattavaan lihakseen (Halaki & Ginn 2011, 176–177).

Raaka-EMG-signaali on vanhin ja yleisimmin käytetty EMG -signaalin rekiste-
röinti- sekä tallennusmuoto. Sitä voi tarkastella joko sellaisenaan tai muokata
lisäanalyysyjä varten ja raaka-emg -signaali toimiikin ”pohjasignaalina” amplitu-
di- ja frekvenssipohjaisille analyyseille. (Kauranen & Nurkka, 2010, 317.) Raa-
ka-EMG-signaalista nähdään lihaksen aktiivisuustason muutokset, ja tämän
pohjalta voidaan tutkia lihaksen aktiivisuuden kestoa sekä sitä, aktivoituuko li-
has vai ei. Raaka-EMG-signaali sisältää sekä negatiivisia että positiivisia vaihei-
ta nollalinjan molemmilta puolilta, ja signaalin piirtämän viivan paksuus sekä
korkeus vaihtelevat pintaelektromyografian signaalin voimakkuuden mukaan.
Mitä paksumpi ja korkeampi viiva on, sitä voimakkaampia ovat myös signaali
sekä signaalin aiheuttama lihassupistus (Criswell, 2011, 43–45.)

7.4.2 Modified Modified Ashworth Scale

Ashworth Scale (AS), Modified Ashworth Scale (MAS) sekä Modified Modified
Ashworth Scale (MMAS) -asteikoilla arvioidaan lihastonusta kliinisissä mittauk-
sissa sekä tutkimuksissa. Ne mittaavat lihaksen aiheuttamaa vastusta passiivi-
sen pehmytkudosvenytyksen aikana (Levine, 2009). Useimmissa spastisuutta
käsittelevissä tutkimuksissa kyseisiä asteikkoja on käytetty joko ensisijaisena tai

toissijaisena mittausjärjestelmänä. Ashwartin asteikko eri muotoineen on luultavasti eniten käytetty ja tunnetuin mittausmenetelmä spastisuutta subjektiivisesti arvioitaessa. (Brashear & Elovic 2010, 56.)

Alkuperäinen asteikko on julkaistu ensimmäisen kerran vuonna 1964. Testissä arvioidaan asiakkaan lihastonusta asteikolla 0-4. Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että yläraajojen spastisuuden mittauksessa AS on luotettava, mutta alaraajojen kohdalla tutkimustulokset ovat olleet kyseenalaisia. (Brashear & Elovic 2010, 56.) Bohannon ja Smith julkaisivat vuonna 1978 MAS:n, jonka tarkoituksena oli vahvistaa alkuperäistä asteikkoa lisäämällä siihen arvon 1+ lihastonuksen tarkempaa arviointia varten asiakkailta, joilla spastisuus on vähäisempää. (Bohannon & Smith 1987, 206.) MAS:a tutkittaessa on saatu ristiriitaisia tuloksia. Gregson ym. (1999, 1013) totesivat MAS:n olevan luotettava mittausmenetelmä mitattaessa myös alaraajojen lihaksien spastisuutta. Blackburn ym. (2002, 29) ja Ansari ym. (2006, 124) puolestaan esittivät eriäviä näkemyksiä MAS:n luotettavuudesta, minkä johdosta Ansari ym. kehittivät MMAS:n vuonna 2006. He poistivat asteikosta 1+ arvon ja muokkasivat alkuperäisiä kriteereitä. Vuonna 2011 Gothbi ym. osoittivat MMAS:n olevan luotettava tapa mitata spastisuutta. (Ghotbi, Ansari, Naghdi & Hasson 2011, 87.)

Testin alussa asiakas asettuu joko selin-, kylki- tai päinmakuulle mitattavasta lihaksesta riippuen (Ghotbi ym. 2011, 85; Levine 2009). Mikäli testattavan lihaksen ensisijainen liikesuunta on fleksio, testataan lihas viemällä se äärifleksionsta ääriekstensioon yhden sekunnin aikana. Jos mitattavana lihaksen ensisijainen liikesuunta on puolestaan ekstensio, testataan lihas tuomalla lihas ääriekstensiosta äärifleksioon. Tulos määräytyy passiivisen liikkeen aikana ilmaantuvan lihaksen vastustuksen mukaan 0-4, jossa 0 tarkoittaa "ei lisääntynyttä lihastonusta" ja 4 tarkoittaa "mitattava lihas on jäykkä fleksiossa tai ekstensiossa". (Taulukko 2)

Taulukko 2. MMAS-arviointiasteikko (Brashear & Elovic 2010, 57.)

Modified Modified Ashworth Scale (MMAS)	
Pisteytys	Kuvaus
0	Ei lisääntynyttä lihastonusta.
1	Hieman lisääntynyt lihastonus, joka ilmenee liikeradan lopussa.
2	Selvästi lisääntynyt lihastonus, joka ilmenee jäykkyytenä liikeradan keskivaiheessa ja vastus jatkuu liikeradan loppuun asti, mutta kyseessä oleva lihas on helposti liikuteltavissa.
3	Huomattavasti lisääntynyt lihastonus ja passiivinen liike on hankalaa.
4	Kyseessä oleva lihas on jäykkä fleksiossa tai ekstensiossa.

Vaikka Ashworth Scale, Modified Ashworth Scale ja Modified Modified Ashworth Scale -asteikkojen luotettavuudesta on ristiriitaisia tutkimustuloksia, on niiden käyttö kliinisissä tutkimuksissa suositeltavaa menetelmien vakioituessa. (Pandyan ym. 1999; Allison ym. 1995.)

7.4.3 Kysymyslomake

Kysymyslomake on yksi tutkimuksen aineistonkeruutavoista. Sen avulla voidaan joko sähköisesti tai paperilomakkeella suorittaa tiedonhankintaa. (Järvinen & Järvinen 2011, 147.) Lomakkeen suunnitteluvaiheessa tulee ottaa huomioon tutkimusongelma, tutkimuksen tavoitteet sekä tutkimuksessa käytetty metodi. Nämä edellä mainitut tekijät tulee miettiä tarkkaan ennen kysymyslomakkeen tekemistä, jotta lomakkeen kysymykset vastaavat tutkimuksen pääkysymystä. Kysymykset tulisi rajata tarkoituksenmukaisesti tutkimusongelmaan. Näin saadaan rajattua turhat kysymykset pois, joiden vastaukset eivät olennaisesti liity kyseiseen tutkimukseen. (Heinonen, Keinänen & Paasonen 2013, 40.) Koko tutkimuksen onnistuminen voi siis riippua kysymyslomakkeen laadusta (Vehkalahti 2008, 20).

Kysymyslomakkeen kysymykset voidaan tehdä kahdella eri tavalla, joita ovat suljettu- eli monivalinta- ja avointapa (Heinonen ym. 2013 40). Avoinnissa

kysymyksissä vastaaja saa omin sanoin vastata kysymykseen. Tämän tavoitteena on saada vastaajalta spontaaneja mielipiteitä. Tärkeää on, että avoimissa kysymyksissä kysytään vain yhtä asiaa kerrallaan. (Vilkkä 2009, 86; Heinonen ym. 2013, 41.) Monivalintakysymyksissä vastausvaihtoehdot on annettu valmiiksi, mutta kysymyksen asettelu tai vaihtoehtojen esittelytapa ei saa olla haluttuun lopputulokseen johdattelua. Kysymysten vastausvaihtoehtojen täytyy olla muotoiltu niin, että ne ovat toisensa poissulkevia. (Järvinen & Järvinen 2011, 148.) Opinnäytetyössämme kysymyslomakkeen kysymykset ovat monivalintakysymyksiä. Kysymysten asettelussa huomioimme, etteivät ne johdattele vastaajia vastaamaan kysymykseen tietyillä tavoilla eikä vastausvaihtoehdot sulje pois toisiaan (Liite 4).

Vastausvaihtoehtojen määrällä on merkitystä kyselylomakkeella saatavaan dataan sekä tuloksiin. Käytetyin vastausvaihtoehtojen määrä on viisi. Tätä asteikkoa kutsutaan myös Likertin viisiportaiseksi asteikoksi, jolla vastaajaa pyydetään vastaamaan tämän suhtautumisestaan kyseiseen väittämään. Viisiportaisessa vastausasteikossa keskimäinen vastausvaihtoehto on yleensä neutraali, esimerkiksi erittäin huono, huono, ei huono eikä hyvä, hyvä, erittäin hyvä. Ongelmakohtana viisiportaisessa asteikossa pidetään keskimäistä vaihtoehtoa, koska epävarmat vastaajat valitsevat neutraalin vaihtoehdon, eikä tutkija saa tällöin kysymyslomakkeellaan kunnollista dataa. (Vehkalahti 2008, 35; Heinonen ym. 2013, 42.) Opinnäytetyömme kysymyksissä on käytetty viisi- sekä kolmeportaista asteikkoa, joissa keskimäinen vaihtoehto oli neutraali. Yhdessä kysymyksessä vastausvaihtoehdot kasvavat lievimmästä vaihtoehdosta suurempaan.

7.5 Tulosten analysointi

Lihasten aktiivisuuden rekisteröinnissä käytimme ME6000 mittaria, joka rekisteröi sekä siirtää saatua dataa reaaliajassa tietokoneelle MegaWin analysointiohjelmaan. MegaWin -ohjelma muuttaa saadun datan graafiseen muotoon tietokonenäytölle, josta voi seurata lihasten aktiivisuutta kanavakohtaisesti y-akselilta mikrovolteina sekä mittaukseen kulutettua aikaa x-akselilla sekuntei-

na. Tutkimustilanteen loputtua ohjelma automaattisesti tallentaa kerätyn datan tietokoneohjelmalle, jotta dataa voi jälkeempään tutkia, muokata sekä analysoida monella eri tavalla.

Tässä opinnäytetyössä valitsimme datankeräysmuodoksi raaka-EMG:n, koska se säilyttää kaiken mitatun tiedon lihasten sähköisestä aktiivisuudesta. Lisäksi raakadatasta on helppo erotella tarvittavaa, tutkimuksen kannalta olennaista tietoa jatkoanalyysijä varten. Raakadatasta muokkasimme lisäanalyysia varten tasasuunnatun ja keskiarvoistetun EMG-signaalin. Tätä signaalia käytetään silloin, kun halutaan selvittää lihaksen aktiivisuutta ja aktiivisuuden tasoa. Tasasuunnatussa EMG -signaalissa nähtävillä on nollalinjan yläpuolella olevia positiivisia arvoja, jolloin käyrän nousu kuvaa lihaksen aktiivisuuden tasoa. (Kauranen & Nurkka 2010, 318.)

Tasasuunnatusta ja keskiarvoistetusta EMG -signaalista valitsimme mielenkiintoalueet mukailien MMAS -mittausta. Mielenkiintoalueeksi valittiin kahden sekunnin alue siltä ajalta, kun manuaalinen MMAS -testaus suoritettiin. Kahden sekunnin alueen valitsimme siksi, että MMAS -mittauksen suoritusnopeus on yksi sekunti. Jos lihaksessa esiintyy spastisuutta, mikä saattaa hidastaa testin suoritusnopeutta, se tulee paremmin ilmi kahden sekunnin alueella. EMG siis kertoo lihaksen aktiivisuudesta manuaalisen MMAS -mittauksen aikana. Näin saimme mielenkiintoalueet jokaiselta tutkittavalta henkilöltä lihaskohtaisesti ennen ja jälkeen polkuliikkeen.

Jokaiselta mielenkiintoalueelta avasimme perustulokset, joista näkee valitun alueen keskiarvon, SD:n (standard deviation), minimin, maksimin, alan sekä mediaanin. Näistä yleisimmin käytettyjä parametreja ovat keskiarvo, maksimi ja ala. Keskiarvo kertoo lihasaktiivisuuden keskimääräisen suuruuden. Maksimi kuvaa käyrän huippuarvoa ja ala muodostuu käyrän korkeudesta ja kuluneesta ajasta. Lisäksi mediaani tarkoittaa suuruusjärjestykseen järjestetyn aineiston keskimmäistä arvoa, SD eli keskihajonta tarkoittaa aineiston arvojen keskimääräistä poikkeamaa keskiarvosta sekä minimi kuvaa käyrän pienintä arvoa. (Metsämuuronen 2009, 350; Vilka 2007, 124–125; Seppänen, Kervinen, Parkkila,

Karkela & Meriläinen 2005, 50–52.) Opinnäytetyössämme tärkeimpiä lihasaktiivisuutta kuvaavia arvoja ovat keskiarvo, maksimi ja ala, sillä SD ja mediaani kuvaavat vain arvojen vaihtelua. Ala kuvaa tässä opinnäytetyössä spastisuuden aiheuttaman lihasaktivaation suuruutta ja maksimi on spastisuuden aiheuttaman lihasaktiivisuuden huippuarvo.

Saaduista perustuloksista laskimme keskiarvot Microsoft Excel- taulukkolaskentaohjelman avulla. Keskiarvoihin laskettiin lihaskohtaisesti kummankin testaaajan jokaisen testattavan aikana EMG -signaalista saadut perusarvot. Toisin sanoen yhteen palkkiin on laskettu 10 mittauksen keskiarvo (2 testaajaa, 5 testattavaa). Tulokset esitimme keskiarvoistetussa muodossa, sillä ne ovat hyvin verrattavissa MMAS -testistä saatujen tulosten kanssa. MMAS -mittauksella saadaan tietoa vain sillä hetkellä mitattavasta lihaksesta, joten EMG -mittauksestakin olemme kiinnostuneita vain sen hetkisestä mitattavasta lihaksesta. Esimerkiksi MMAS -testillä etureittä mitattaessa EMG:llä saatava mielenkiintoinen ja merkittävä informaatio on myös vain etureiden lihasaktivaatio. Toisekseen keskityimme opinnäytetyössämme yleisesti avustetun polkuharjoittelun vaikutuksiin alaraajan lihasten spastisuuteen emmekä erittele, miten polkuharjoitus vaikuttaa eri sairauksien aiheuttamaan spastisuuteen.

MMAS-mittauksesta saadut tulokset analysoimme myös Excel-ohjelmalla. Yhdistimme kahden eri testaaajan testauksista saatujen tuloksien keskiarvot. Molempiin palkkeihin on siis yhdistetty keskiarvoksi kummankin testaaajan jokainen testattu tutkimushenkilö lihaskohtaisesti. Näin keskiarvoon on laskettu 10 mittauksen arvot.

Kysymyslomakkeen analysoinnissa hyödynsimme jälleen Excel-ohjelmaa. Erottelimme kysymyskohtaisesti kysymyslomakkeista saadut vastaukset. Muodostimme jokaisesta kysymyksestä kuvion tulososioon, mihin on eroteltu vastausvaihtoehdot ja vastausten määrät.

7.6 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus

Käsitteillä etiikka ja moraalit on puhekielessä monesti sama tarkoitus. Samasta asiasta voidaan sanoa, että se on joko eettisesti tai moraalisesti väärin. Tieteellisessä käytössä väärinymmärryksien ehkäisemiseksi nämä käsitteet on kuitenkin hyvä erottaa toisistaan. Etiikka on tieteenala, jossa tarkastelun kohteena on moraalit. Se tutkii asioita ja ilmiöitä moraalista näkökulmasta. Tällöin tutkitaan, onko jokin oikein vai väärin, hyvää vai pahaa. Etiikka tieteenä vaatii, että tutkittavalla asialla on moraalinen näkökulma. Moraalit on puolestaan kokemusperäinen ilmiö, jota voidaan havainnoida. Moraalia arvioidaan yhteisön hyväksymien normien, sääntöjen ja käsitysten mukaan. (Karjalainen, Launis, Pelkonen & Pietarinen 2002, 42–43.)

Tutkimusetiikalla tarkoitetaan hyvää tieteellistä käytäntöä, joka tutkijoiden tulisi huomioida tehdessään tutkimusta ja se kulkee läpi tutkimusprosessin alusta loppuun saakka. Se antaa pelisäännöt tutkimuksen tekemiselle suhteessa kollegoihin, tutkimuskohteisiin, toimeksiantajaan ja suureen yleisöön. Sääntöihin luetaan eettiset periaatteet kuten arvot, hyveet ja normit. (Vilkkä 2007, 89.) Tutkijat noudattavat hyvää tieteellistä käytäntöä käyttäessään eettisesti kestäviä tiedonhankinta- sekä tutkimusmenetelmiä. Käytännössä se tarkoittaa, että tutkijat käyttävät tutkimuksessaan tiedeyhteisön hyväksymiä menetelmiä. Jotta tutkimustulokset täyttävät tieteelliselle tutkimukselle asetetut vaatimukset, täytyy tutkimuksen tuottaa uutta tietoa tai soveltaa aikaisempaa tietoa uudella tavalla. Tutkimusetiikka edellyttää tutkijan rehellisyyttä, huolellisuutta ja tarkkuutta tutkimustyössä ja tutkimustulosten esittämisessä. (Vilkkä 2009, 29–30.)

Hyvä tieteellinen käytäntö odottaa tutkijan toimivan toisia tutkijoita kohtaan rehellisesti sekä vilpittömästi. Tällä tarkoitetaan tutkijan kunnioitusta toisten tutkijoiden töitä ja heidän saavutuksiaan kohtaan. Saavutuksien huomioon ottaminen osoitetaan tarkoilla lähdeviitteillä tekstin sisällä ja siten, että omat sekä toisten tutkimustulokset esitetään totuudenmukaisesti. (Vilkkä 2009, 30–31.)

Tutkimusetiikassa vilpillinen ja epärehellinen toiminta jaetaan kahteen osaan: piittaamattomuuteen ja vilppiin. Tutkimusvilpissä esitetään epärehellisesti saavutettuja tutkimustuloksia ja -suunnitelmia muulle yleisölle. Yleensä se jaotellaan tutkimustulosten keksimiseen, saatujen tulosten väärentämiseen ja toisten tutkijoiden tulosten plagioimiseen. Näiden lisäksi tutkimusvilppinä pidetään saatujen tulosten valikoivaa esittämistä, jolloin tutkija jättää esittämättä tutkimustulosten kannalta olennaisia asioita. Piittaamattomuudella tarkoitetaan tutkijan puutteellisia tietoja ja taitoja. Toisin sanoen tutkija ei hallitse tarvittavia menetelmiä saavuttaakseen tutkimukselle asetetut tavoitteet. (Karjalainen ym. 2002, 221–222; Vilka 2009, 31.)

Anonymiteetillä tarkoitetaan henkilötietojen poistamista tai muuttamista siten, ettei tutkimuksessa ole tunnistettavissa siihen osallistuneita yksittäisiä henkilöitä tai organisaatioita (Mäkinen 2006, 114; Vilka 2007, 90). Anonymisointia vaativat kaksi eri lakia, henkilötietolaki 1999/523 sekä laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta 1999/621. Lainsäädännöllä ei ole tarkoitus estää tai vaikeuttaa tutkimuksen tekemistä, vaan niillä pyritään varmistamaan tietojen oikeanlainen käyttö. (Vilka 2007, 95.) Anonymiteetin ylläpitämisellä on tutkimuksen kannalta huomattavia etuja, sillä tutkimuksen osallistuvien tunnistamattomuus antaa tutkijalle vapauksia. Tutkijan on helpompi käsitellä tutkittavia koskevia arkoja asioita, koska hänen ei tarvitse pelätä aiheuttavansa heille haittaa anonymiteetin suojellessa heitä. Lisäksi anonymiteetin säilyttäminen helpottaa tietojen saantia osallistujilta ja lisää tutkimuksen objektiivisuutta. Tutkijan on aina pyrittävä anonymiteetin säilyttämiseen ja se voidaan saavuttaa tutkimuksessa eri keinoin. Tutkimuksen tutkimustavasta riippuen voidaan tutkittaviin henkilöihin viitata esimerkiksi numeroilla, kirjaimilla tai keksityillä nimillä. (Mäkinen 2006, 114–115.)

Tässä opinnäytetyössä olemme suorassa yhteydessä tutkittaviin henkilöihin, joten eettiset kysymykset nousevat merkittävään osaan. Noudatamme koko opinnäytetyöprosessin ajan hyvää tieteellistä käytäntöä suojaamalla tutkimukseen osallistuvien henkilöiden anonymiteetin ja varmistamalla heidän itsemääräämisoikeuden. Työssä ei esiinny tietoa, mistä tutkimushenkilöt voitaisiin tun-

nistaa ja kerätty materiaali tuhoetaan asianmukaisesti työn valmistumisen jälkeen. Varmistamme myös, että tutkittavat pysyvät ajan tasalla työn tarkoituksesta ja vaiheista. Tutkimushenkilöille lähetetään etukäteen infokirje koskien mittausta ja sen etenemistä. Pyrimme tuottamaan uutta tutkittua tietoa, jotta tutkimuksemme täyttää tieteelliselle tutkimukselle asetetut vaatimukset. Lisäksi kunnioitamme opinnäytetyössämme muiden tutkijoiden saavutuksia esittämällä tarkat lähdeviitteet tekstin sisällä sekä esitämme oman tutkimusprosessimme totuudenmukaisesti alusta loppuun asti. Pidämme huolta omasta tietotaidosta perehtymällä aiheeseen huolellisesti ja harjoittelemalla mittareiden käyttöä.

Tutkimuksen luotettavuuden kuvaamiseen käytetään reliabiliteetin ja validiteetin käsitteitä. Vaikka molemmat käsitteet tarkoittavat luotettavuutta, eroavat ne määritelmältään toisistaan. Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksen toistettavuutta. Tämä tarkoittaa sitä, että tutkimuksen ollessa reliabeeli, samalla tavalla toteutettu tutkimus samasta aihealueesta antaa saman tuloksen tutkijasta riippumatta (Vilkkä 2007, 149.) Validiteetti puolestaan ilmaisee sen, kuinka hyvin tutkimuksen mittari tai tutkimusmenetelmä mittaa sitä, mitä tutkimuksessa on tarkoitus mitata (Metsämuuronen 2009, 74).

Tutkimuksen reliabiliteettia täytyy tarkastella koko tutkimuksen ajan. Reliabiliteettia tarkastellessa tarkastelun alla ovat mittaukseen kohdistuvat asiat ja toteutuksen huolellisuus ja tarkkuus. Mittauksen ollessa tarkka, siihen ei sisälly satunnaisvirheitä. Satunnaisvirheitä voivat olla esimerkiksi väärinymmärrykset tutkittavan ja tutkijan välillä sekä tutkijan suunnittelemattomuus ja huolimattomuus. (Vilkkä 2007, 149; Vilkkä 2005, 162.)

Toistettavuutta mitattaessa käytetään reliabiliteettikerrointa, joka voidaan laskea kolmella eri tavalla. Ensimmäinen tapa on toistomittaus, jossa tutkimus toistetaan eri aikaan samalla mittarilla. Tämä tapa on epäluotettavin, koska eri aikana suoritettuihin mittauksiin osallistuva yksilö voi muuttua mittausten välillä. Toinen tapa on rinnakkaismittaus, jossa suoritetaan samaan aikaan sama tutkimus eri mittarilla. Kolmas tapa on yhtenäisyysmittaus eli sama mittaus suoritetaan samaan aikaan samalla mittarilla. (Metsämuuronen 2009, 75–76.)

Tutkimuksen validius on hyvä, kun tutkimuksessa ei esiinny systemaattisia virheitä. Systemaattisia virheitä voivat olla esimerkiksi tutkimustulosten häviäminen tai tutkittavien henkilöiden valheelliset vastaukset. Tutkimuksen validiutta on tarkasteltava jo tutkimuksen suunnitteluvaiheessa, jolloin tutkijan on tarkasti määriteltävä teoreettiset käsitteet ja pystyttävä operationalisoimaan eli siirtämään ne käytettäviin mittareihin. (Vilkkä 2007, 161.)

Tutkimuksen kokonaisluotettavuuden muodostavat siis reliabelius ja validius. Kun mittauksen otos edustaa hyvin perusjoukkoa sekä mittauksen yhteydessä on tullut vähän satunnaisvirheitä sekä systemaattisia virheitä, tutkimus on kokonaisluotettava. Uusintamittaus on yksi tapa määrittää tutkimuksen kokonaisluotettavuutta. Tutkimuksen kokonaisluotettavuutta voidaan lisätä esimerkiksi tutkimalla sitä, mitä pitikin tutkia, valitsemalla perusjoukko ja määrittelemällä otos huolellisesti, määrittelemällä mitattavat asiat selkeästi ja toteuttamalla tutkimusprosessi huolellisesti ja totuudenmukaisesti. Kokonaisluotettavuuteen vaikuttaa myös tutkimukselle ennalta todettu vaikeusaste, joka määrittää, miten tutkimus toteutetaan. Määrällisen tutkimuksen on aina oltava tieteellisten asetusten mukainen, joita ovat muun muassa uuden tiedon tuottaminen, tulosten puolueettomuus, tutkimusetiikan noudattaminen ja anonymiteetin säilyttäminen. (Vilkkä 2007, 152–154.)

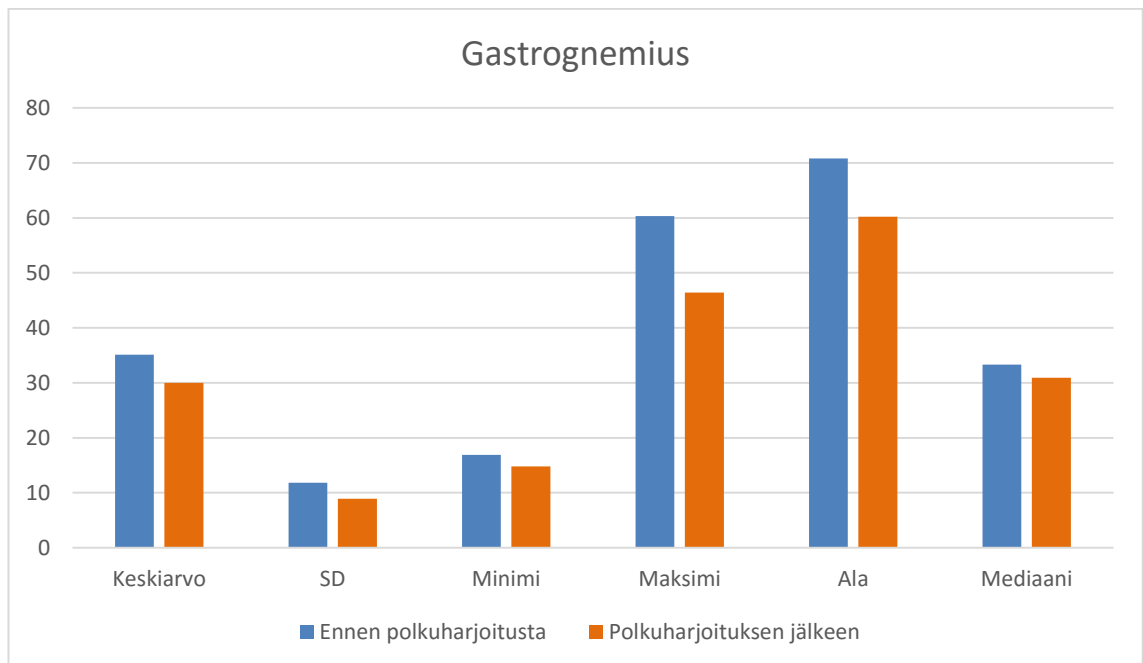
Opinnäytetyössämme huolehdimme työn luotettavuudesta vakioimalla mittaustilanteen siten, että mittaus on jokaisen mitattavan henkilön kohdalla samanlainen. Ennen varsinaista mittausta huolehdimme omasta osaamisesta harjoittelemalla mittaustilannetta ja mittareiden käyttöä. Kirjaamme myös tarkkaan ylös kaikki mittausvaiheet ja mittauksen aikana esiintyvät tapahtumat. Noudatamme erityistä huolellisuutta tutkimustilanteessa toteuttamalla mittaukset ennalta suunnitellun suunnitelman mukaisesti. Satunnaisvirheitä sekä systemaattisia virheitä pyrimme välttämään laatimalla suunnitelman yksityiskohtaisesti ja säilyttämällä tutkimuksessa kerättyä materiaalia huolellisesti. Väärinymmärryksiä ehkäistään pitämällä huolta että tutkimushenkilöillä on koko ajan ajantasainen tieto tutkimuksen kulusta.

8 TULOKSET

8.1 EMG

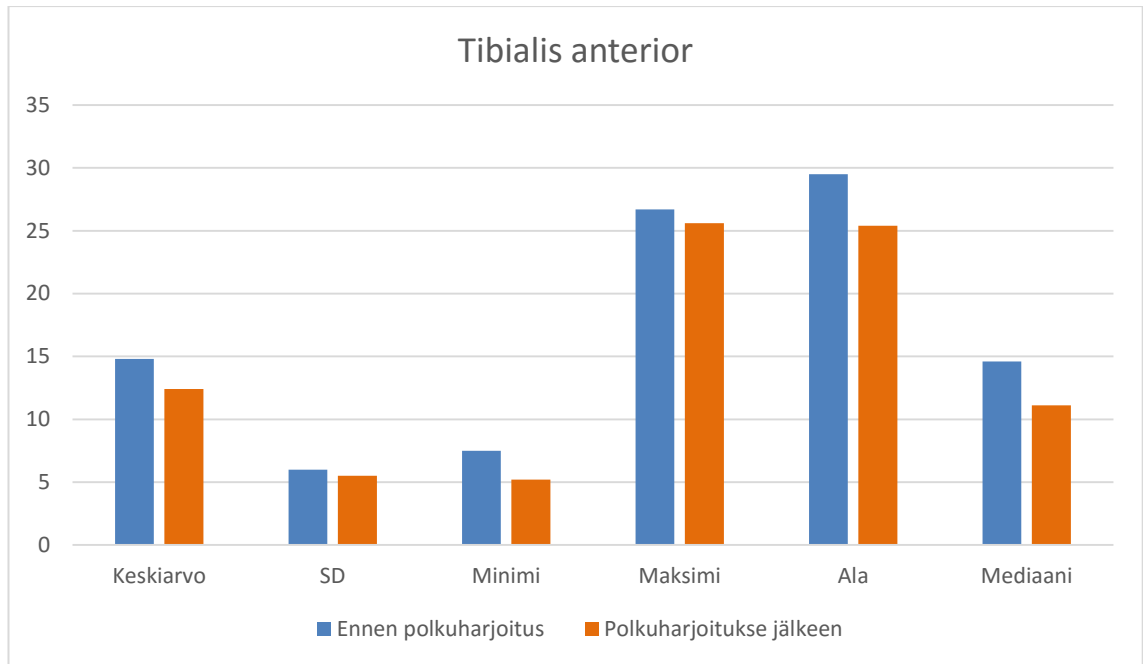
Kaikki tulokset on esitetty lihaskohtaisesti. Jokaisen lihaskohtaiseen kuvioon (1-5) on yhdistetty kahden testiaan viideltä tutkittavalta henkilöltä MMAS-testauksen aikana saadut EMG-tulokset. EMG rekisteröi MMAS-mittauksen aikana spastisuuden aiheuttamaa lihasaktivaatiota.

Kuviossa 1 on esitetty m. gastrognemiuksen EMG-mittarilla mitatun spastisuuden aiheuttaman lihasaktivaation perustuloksien keskiarvot koko tutkimusjoukolta. Keskiarvo laski 5,1 uV eli 14,5 %. Maksimiarvo laski 13,9 uV eli prosentteissa 23,1 %. Ala laski 10,6 uV, jolloin prosentuaalinen lasku oli 15 %.



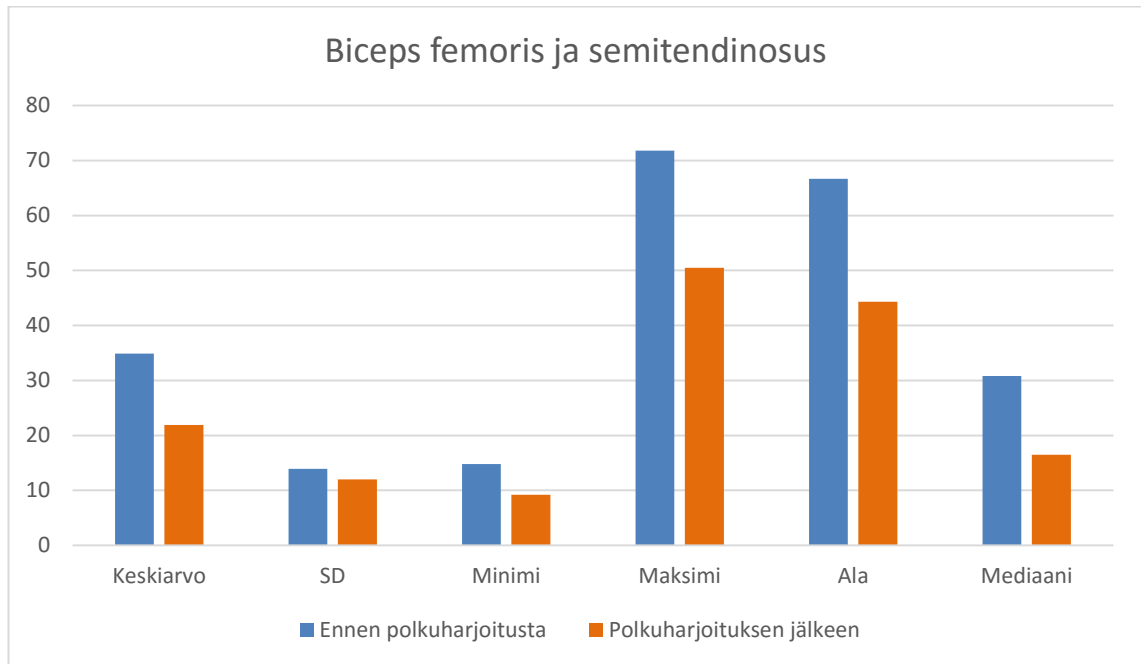
Kuvio 1. Spastisuuden aiheuttaman lihasaktivaation keskiarvot m. gastrognemiuksen kaikista EMG-mittauksista.

Kuviossa 2 on esitetty m. tibialis anteriorin EMG-mittarilla mitatun spastisuuden aiheuttaman lihasaktivaation perustuloksien keskiarvot koko tutkimusjoukolta. Keskiarvo laski 2,4 uV, joka on prosentteissa 16,2 %. Maksimiarvo laski 1,1 uV ja prosentuaalisesti 4,1 %. Ala laski 4,1 uV eli 13,9 %.



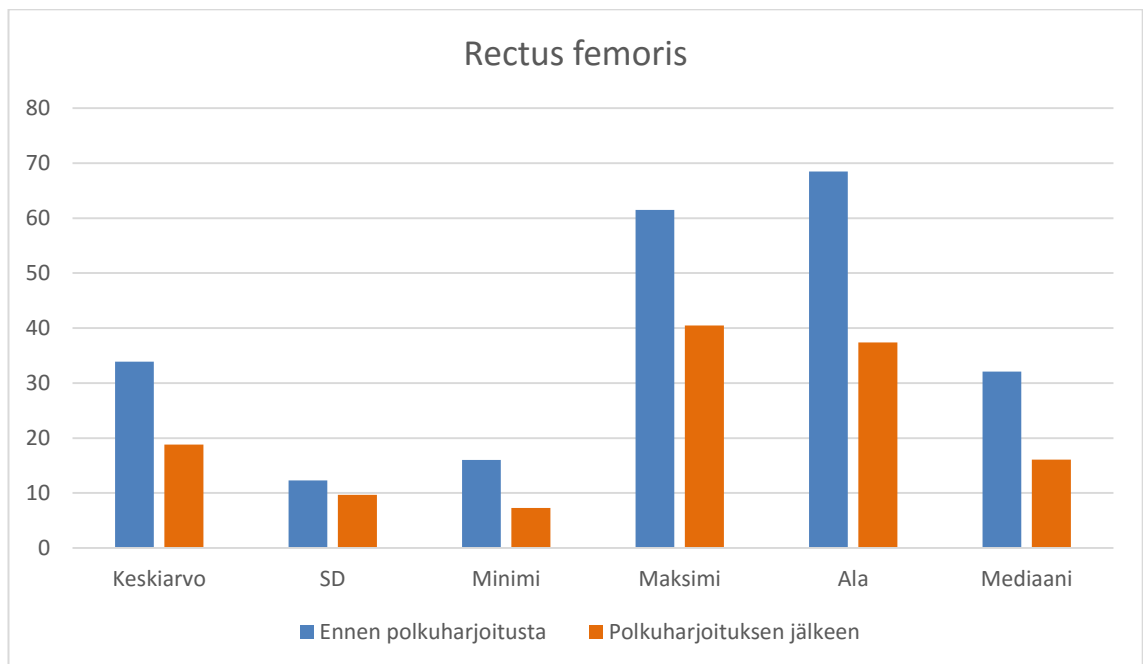
Kuvio 2. Spastisuuden aiheuttaman lihasaktivaation keskiarvot m. tibialis anteriorin kaikista EMG-mittauksista.

Kuviossa 3 on esitetty m. biceps femoriksen ja semitendinosuksen EMG-mittarilla mitatun spastisuuden aiheuttaman lihasaktivaation perustuloksien yhdistetyt keskiarvot koko tutkimusjoukolta. Keskiarvo laski 13 uV eli 37,2 %. Maksimiarvo laski 21,3 uV eli 29,7 %. Ala laski 22,4 uV, jolloin prosentuaalisesti lasku oli 33,6 %.



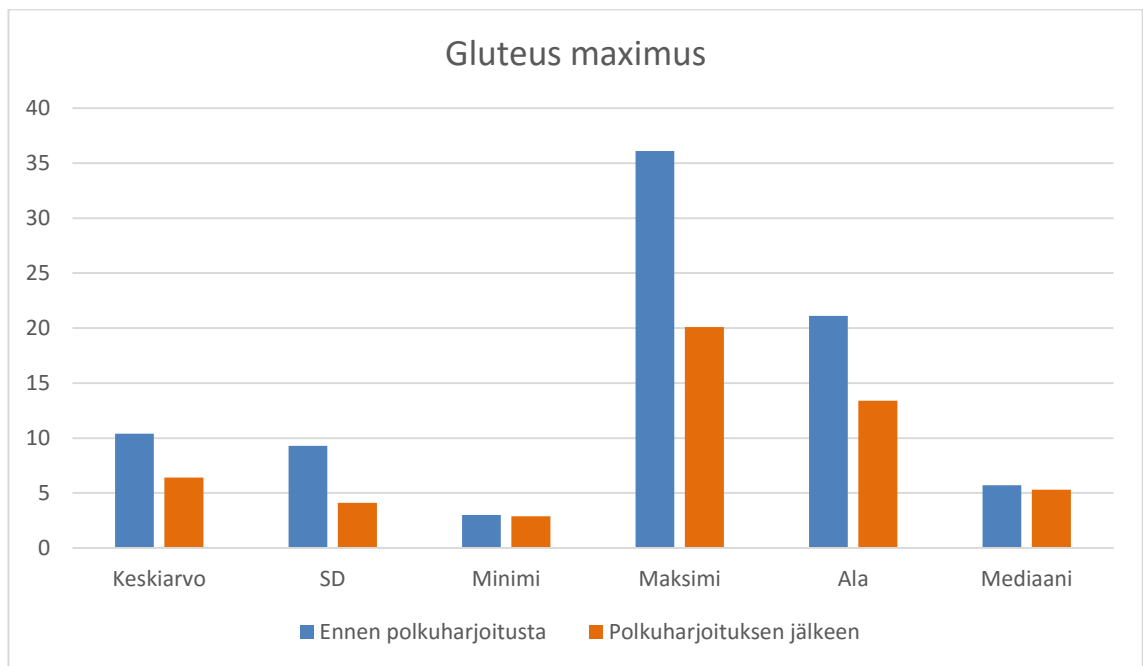
Kuvio 3. Spastisuuden aiheuttaman lihasaktivaation keskiarvot m. biceps femoriksen ja m. semitendinosuksen kaikista EMG-mittauksista.

Kuviossa 4 on esitetty m. rectus femoriksen EMG-mittarilla mitatun spastisuuden aiheuttaman lihasaktivaation perustuloksien keskiarvot koko tutkimusjoukosta. Keskiarvo laski 15,1 uV eli 44,5 %. Maksimiarvo laski 21 uV eli 34,1 %. Ala laski 31,1 uV eli prosentteissa 45,4 %.



Kuvio 4. Spastisuuden aiheuttaman lihasaktivaation keskiarvot m. rectus femoriksen kaikista EMG-mittauksista.

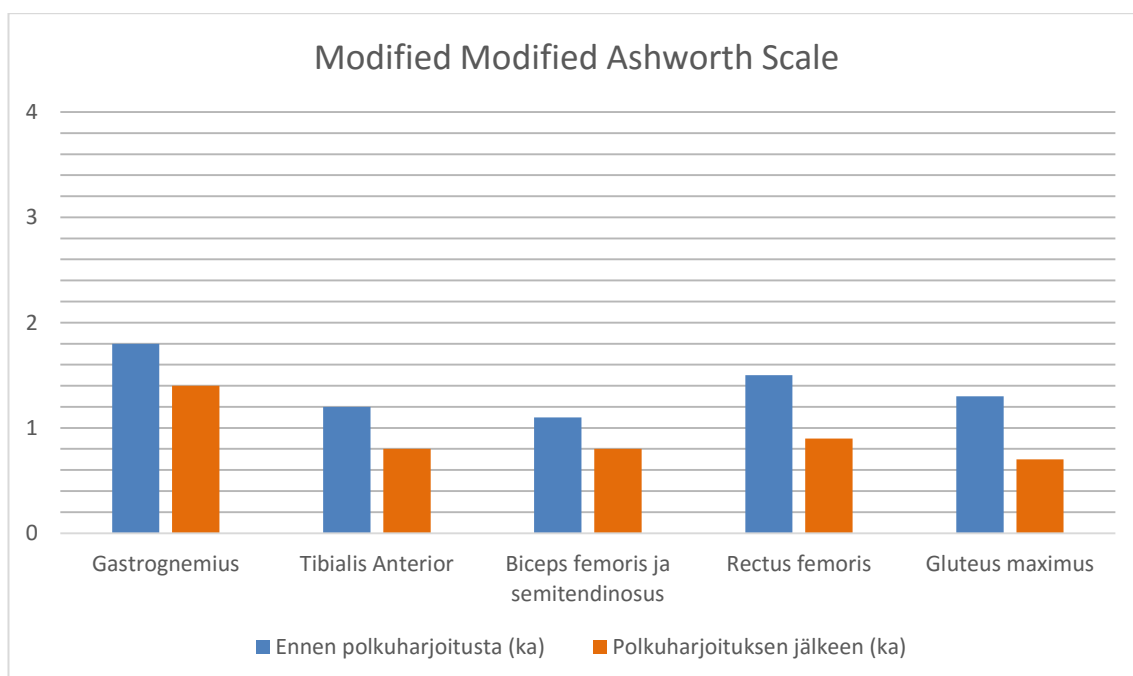
Kuviossa 5 on esitetty m. gluteus maximuksen EMG-mittarilla mitatun spastisuuden aiheuttaman lihasaktivaation perustuloksien keskiarvot koko tutkimusjoukolta. Keskiarvo laski 4 uV eli 38,5 %. Maksimiarvo laski 16 uV eli 44,3 %. Ala laski 7,7 uV eli prosentuaalinen lasku oli 36,5 %



Kuvio 5. Spastisuuden aiheuttaman lihasaktivaation keskiarvot m. gluteus maximuksen kaikista EMG -mittauksista.

8.2 Modified Modified Ashworth Scale

Kuviossa 6 on esitetty koko tutkimusjoukon MMAS-mittauksien tulosten keskiarvot ennen ja jälkeen polkuharjoituksen. MMAS-mittarilla mitattiin lihasten spastisuutta manuaalisesti. Gastrognemiuksen tulos on laskenut 0,4 yksikköä eli 22,3 % ja tibialis anteriorin 0,4 yksikköä eli 33,4 %. Takareiden (biceps femoris ja semitendinosus) tulos on vähentynyt 0,3 yksikköä 27,3 %. Rectus femoriksen tulos on laskenut 0,6 yksikköä ja 40 % sekä gluteus maximuksen 0,6 yksikköä 46,2 %. Tulokset on pyöristetty yhden desimaalin tarkkuudella.

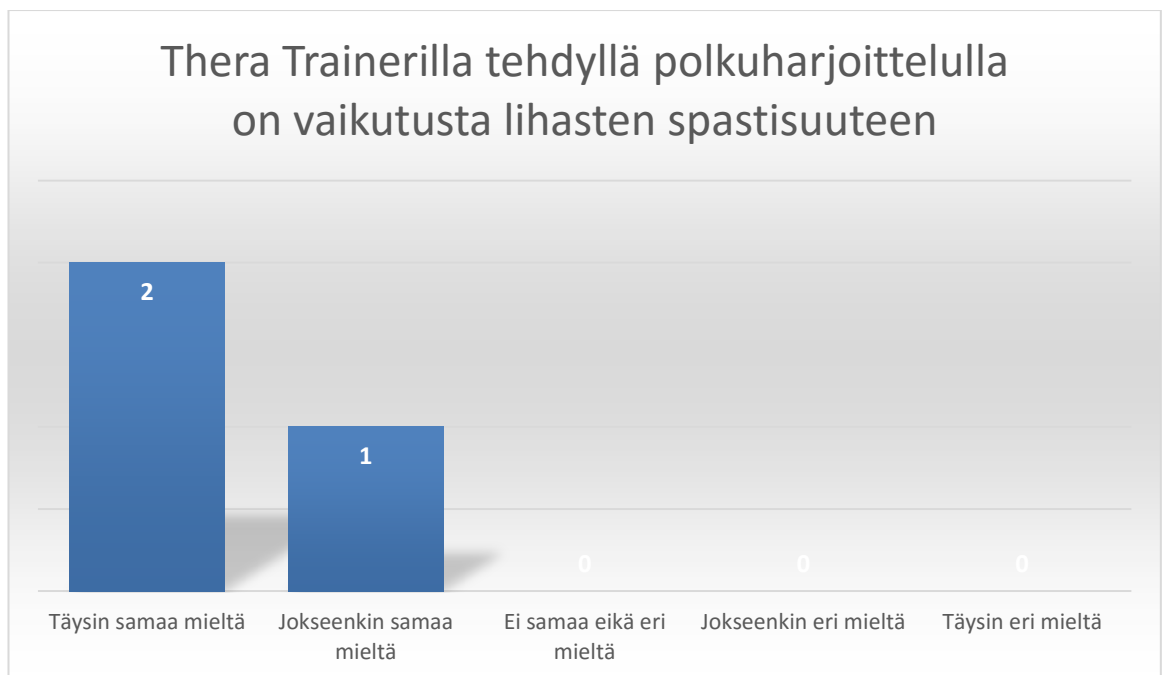


Kuvio 6. Koko tutkimusjoukon MMAS -mittauksella saatujen spastisuutta kuvaavien tulosten keskiarvot ennen ja jälkeen polkuharjoittelun

8.3 Kysymyslomake

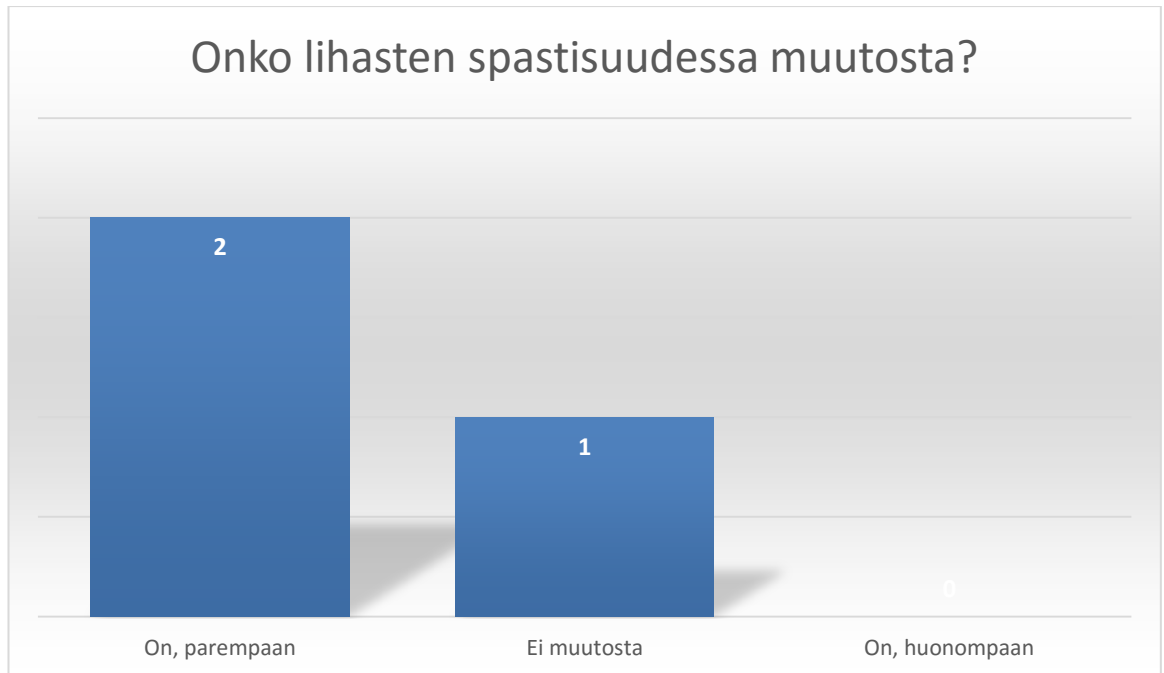
Kuvioissa 7-11 on esitetty kysymyslomakkeilla saadut vastaukset kysymyksenkohtaisesti. Jokaiselle kysymykselle on oma kuvionsa, jossa näkyy itse kysymys, vastausvaihtoehdot sekä kuinka monta kertaa kutakin vastausvaihtoehtoa on vastattu. Kahden vastaajan vastaukset olivat ristiriidassa muiden kysymyslomakkeen kysymysten kanssa, joten niitä ei ole otettu huomioon tuloksissa.

Ensimmäisessä kysymyksessä (kuvio 7) kysyttiin tutkittavan mielipidettä väittämään polkuharjoituksen vaikutuksesta lihasten spastisuuteen. Kaksi tutkittavaa vastasi olevansa ”täysin samaa mieltä” ja yksi tutkittava ”jokseenkin samaa mieltä” väittämän kanssa.



Kuvio 7. Koko tutkimusjoukon vastaukset väittämään: ”Thera Tainerilla tehdyllä polkuharjoittelulla on vaikutusta lihasten spastisuuteen.”

Toisessa kysymyksessä (kuvio 8) kysyttiin, onko lihaksen spastisuudessa muutosta. Tutkittavista kaksi vastasi ”on, parempaan” ja yksi vastasi ”ei muutosta”.



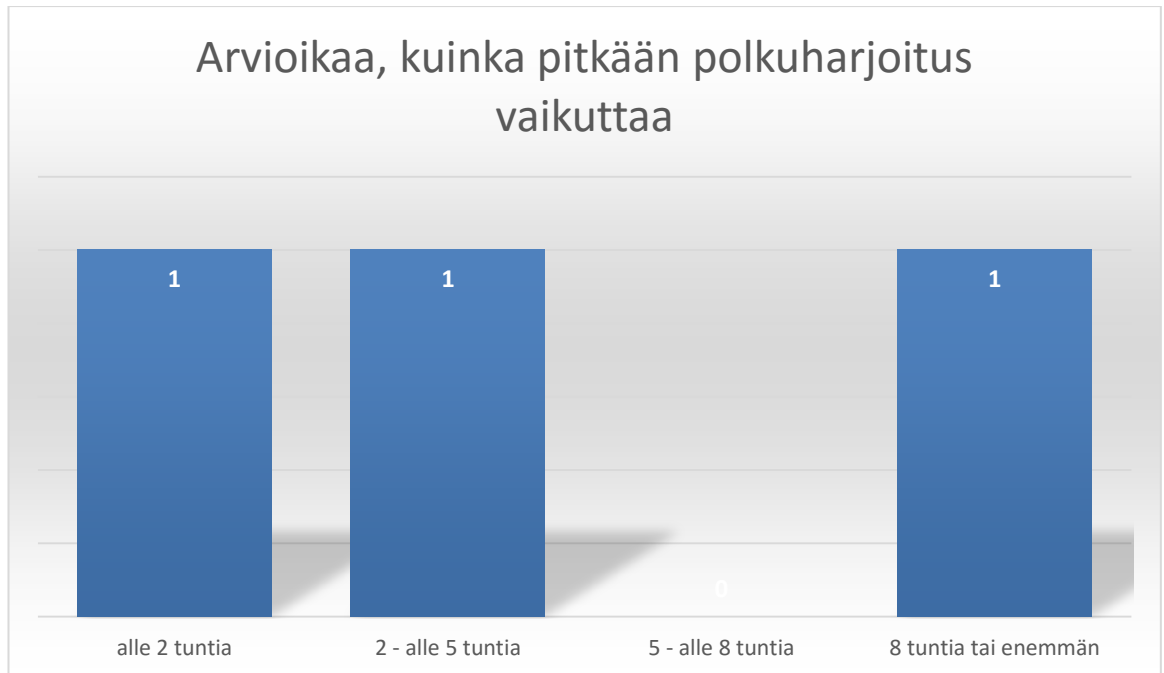
Kuvio 8. Koko tutkimusjoukon vastaukset kysymykseen: ”Onko lihasten spastisuudessa muutosta?”

Kysymyksessä kolme (kuvio 9) kysyttiin, missä arkipäivän tilanteissa tutkittavat huomaavat polkuharjoituksen spastisiteettia alentavia vaikutuksia. Vaihtoehdot "istuminen", "nukkuminen" ja "siirtymiset" valitsi kaksi tutkittavaa ja vaihtoehdot "peseytyminen", "pukeutuminen" ja "WC:ssä käynti" valitsi yksi tutkittavista. Yksi tutkittavista ei valinnut yhtään vastausvaihtoehtoa.



Kuvio 9. Koko kysymysjoukon vastaukset kysymykseen: "Missä arkipäivän tilanteissa huomaatte polkuharjoituksen vaikutukset?"

Neljännessä kysymyksessä (kuvio 10) pyydettiin arvioimaan, kuinka kauan polkuharjoitus vaikuttaa spastisuuteen. Yksi tutkittavista vastasi "alle 2 tuntia", yksi vastasi "2 – alle 5 tuntia" ja yksi vastasi "8 tuntia tai enemmän".



Kuvio 10. Koko tutkimusjoukon arviot, kuinka pitkään polkuharjoitus vaikuttaa.

Viimeisessä kysymyksessä (kuvio 11) pyydettiin arvioimaan spastisiteetista johtuvien ongelmien haitta-asteetta jokapäiväisissä toiminnoissa asteikolla 1-5. Kysymyksessä oli kaksi osiota, joista ensimmäisessä pyydettiin arvioimaan haitta-astetta päivänä, jolloin polkuharjoitusta ei ollut suoritettu ja toisessa osiossa päivänä, jolloin polkuharjoitus oli suoritettu. Kolme vastaajista valitsi vaihtoehdon ”4 = voimakas haitta-aste” kuvaamaan päivää, jolloin polkuharjoitusta ei ollut suoritettu. Vastaavasti kaksi valitsi vaihtoehdon ”3 = kohtalainen haitta-aste” ja yksi vaihtoehdon ”4 = voimakas haitta-aste” kuvaamaan päivää, jolloin polkuharjoitus oli suoritettu.



Kuvio 11. Koko tutkimusjoukon arviot spastisiteetista johtuvien ongelmien haitta-asteesta jokapäiväisissä toiminnoissa päivinä jolloin polkuharjoitus on suoritettu ja päivinä jolloin harjoitusta ei ole suoritettu.

9 POHDINTA

9.1 Pohdintaa tuloksista

Tutkimustulosten mukaan avustetulla polkuliikeharjoituksella on lihasten spastisuutta lieventävä vaikutus. Tulos tulee esille kaikilla opinnäytetyössä käytetyillä mittareilla. Nämä tulokset ovat linjassa aikaisemmin polkuharjoituksen vaikutuksista tehtyjen tutkimusten kanssa. (Kakebeeke ym. 2005, 483; Durner, Neumann & Haase. 1.)

EMG -mittarilla saatujen tulosten mukaan polkuliikkeellä on spastisuutta alentava vaikutus kaikissa mittaamissamme lihaksissa. Etenkin tässä opinnäytetyössä merkittävät spastisuutta kuvaavat parametrit, joita ovat ala- sekä maksimiarvo, ovat laskeneet huomattavasti jokaisen lihaksen kohdalla. Pienintä lasku muihin lihaksiin verrattuna on ollut m. tibialis anteriorilla ja m. gastrocnemiuksella. Tähän voisi mahdollisesti vaikuttaa se, että nämä lihakset ovat polkuliikkeen aikana tuettu remmillä kiinni polven alta pedaalista lähtevään tukeen, jolloin lihakset mahdollisesti aktivoituvat vähemmän avustetun polkuliikkeen aikana. Muilla lihaksilla lasku on ollut ala- ja maksimiarvoilla jopa noin 30–50%. Huomattavaa myös on, että jokainen perusarvo jokaisessa lihaksessa on laskenut polkuharjoittelun vaikutuksesta verrattuna polkuharjoittelua ennen mitattuihin arvoihin.

Tulokset on esitetty kaikkien mitattavien keskiarvona lihaskohtaisesti, mikä poistaa tulosten yksilöllisen vertailun mahdollisuuden. Toisin sanoen yhdellä tutkitavalla lihasten spastisuus on voinut nousta polkuharjoittelun johdosta, mutta muiden tutkittavien spastisuuden väheneminen on ollut niin selvää, että ne peittävät alleen mahdollisen spastisuuden nousun. Päädyimme kuitenkin esittämään tulokset lihaskohtaisesti, koska tutkimuksen tavoitteena oli kerätä tietoa avustetun polkuharjoituksen vaikutuksista alaraajojen lihasten spastisuuteen neurologisilla potilailla, emmekä halunneet erotella polkuharjoituksen vaikutuksia eri sairauksista johtuvaan lihasten spastisuuteen. Emme myöskään halunneet vertailla eri sairauksista johtuvaa spastisuutta keskenään.

Modified Modified Ashworth Scale puoltaa EMG-mittauksella saatuja tuloksia. Tulostuloksista nähdään, että jokaisen testattavan lihaksen tulosten keskiarvo laskee avustetun polkuharjoituksen jälkeen verrattuna ennen polkuharjoittelua suoritettuihin mittauksiin. Jokaisen lihaksen kohdalla tulos on laskenut vähintään 20 % ja parhaimmillaan jopa 46 %. MMAS ja EMG-tuloksia tarkasteltaessa voimme huomata, että m. gluteus maximuksen tulos eli spastisuuden lasku on ollut huomattavasti suurin (MMAS 46,2 % ja EMG maksimiarvo 44,3 %). M.gluteus maximuksen suuri spastisuuden väheneminen voi johtua mahdollisesti lihaksen isosta roolista polkuliikkeen eri vaiheiden aikana. Vastavuoroisesti m. tibialis anteriorin (MMAS 33,4 % ja EMG maksimiarvo 4,1 %) sekä m. gastrocnemius (MMAS 22,3 % ja EMG maksimiarvo 23,1 %) muutokset olivat vähäisemmät, joka voi johtua näiden lihasten vähäisemmästä osallisuudesta polkuliikkeen aikana. (Palastanga & Soames 2012, 273–274.) Voidaan siis todeta, että polkuharjoitus alentaa lihasten spastisuutta manuaalisen mittauksen perusteella.

Kyselylomakkeella saadut tulokset lisäävät MMAS:n sekä EMG-mittauksen spastisuutta vähentävien tulosten rinnalle tutkittavien henkilöiden omia kokemuksia avustetun polkuliikeharjoittelun vaikutuksesta alaraajojen spastisuuteen. Tutkittavien henkilöiden vastauksien mukaan avustetulla polkuliikkeellä on spastisuutta alentava vaikutus.

Opinnäytetyössä saadut tulokset siis osoittavat polkuliikkeellä olevan spastisuutta vähentävä vaikutus alaraajan lihasten spastisuuteen. Lisäksi on myös huomioitava mittareiden vertailukykyisyys, joka ilmenee jokaisella mittarilla saaduissa tuloksissa ja näin voidaan todeta, että opinnäytetyössä käytetyt sekä niiden avulla saadut tulokset vastaavat asettamaamme tutkimusongelmaan. Lisäksi saadut tulokset osoittavat että avustettu polkuharjoittelu on tarkoituksenmukainen terapiamuoto spastisuuden hoidossa.

9.2 Pohdintaa tutkimuksen eettisyydestä ja luotettavuudesta

Olimme tutkittaviin henkilöihin yhteydessä ennen tutkimuksen mittausvaihetta lähettämällä heille selvityksen tutkimuksen kulusta ja tutkimussuostumislomakkeen (Liite 2). Infokirjeellä (Liite 3) kerroimme tutkittaville henkilöille tarvittavat tiedot opinnäytetyöstämme, sen etenemisestä, tavoitteesta sekä tarkoituksesta. Tutkimussuostumuslomakkeella henkilöt hyväksyivät tutkimukseen osallistumisen ja samalla heille kerrottiin, että osallistuminen on täysin vapaaehtoista sekä he voivat lopettaa tutkimukseen osallistumisen missä vaiheessa tutkimusta tahansa. Opinnäytetyön aikana kerätyt materiaalit tutkittavista henkilöistä hävitettiin opinnäytetyön valmistumisen jälkeen asianmukaisesti.

Opinnäytetyöprosessin aikana pysyimme itsellemme asetetuissa vaatimuksissa liittyen tutkimuksen luotettavuuteen ja eettisyyteen. Tutkittavien henkilöiden anonymiteetti säilyi läpi koko prosessin. Emme ole yksilöineet tutkimukseen osallistuneita henkilöitä tutkimuksen aikana, mikä näkyy myös tutkimuksen tulosten esilletuonnissa. Anonymiteetin säilymistä varmistamiseksi olemme esittäneet tulokset lihaskohtaisesti, jolloin tuloksista ei voi erotella yhden tutkittavan henkilön tuloksia. Lisäksi olemme esittäneet tutkimukseen osallistuvat henkilöt niin, ettei heitä voi tunnistaa opinnäytetyön mistään vaiheesta.

Tutkimuksen aikana kunnioitimme muita tutkijoita käyttämällä asianmukaisia lähdemerkintöjä sekä -viitteitä. Koimme erittäin hyödylliseksi tarkkojen merkintöjen tekemisen mittaustapahtumien kulusta sekä sen aikaisista tapahtumista. Tämä auttoi meitä mittaustapahtumien aukikirjoituksessa sekä tulosten analysoinnissa. Analysointi vaiheessa hyödynsimme kirjaamiamme tarkkoja merkintöjä synkronoidessamme MegaWin ohjelmalla mielenkiintoalueita samoihin kohtiin MMAS -mittauksien kanssa. Lisäksi opinnäytetyön eteneminen on esitetty vilpittömästi sekä totuudenmukaisesti.

Opinnäytetyön luotettavuutta lisää se, että mittaustilanne on vakioitu. Mittaustilanteet ovat suoritettu saman kaavan mukaisesti jokaiselle mitattavalle henkilölle. Mittaajilla oli samat roolit jokaisessa mittauksen vaiheessa ja mittauksen vai-

heet suoritettiin aina samassa järjestyksessä. Opinnäytetyömme tavoitteena oli kerätä tietoa avustetun polkuharjoittelun vaikutuksista alaraajojen spastisuuteen, joten oli erityisen tärkeää, että polkuharjoittelu oli etukäteen suunniteltu sekä vakioitu. Nivelkulmat sekä liikelaajuudet onnistuimme vakioimaan asettelemalla pyörätuolin niin, että kaikkien tutkimushenkilöiden polvikulma oli sama polkulaitteen pedaalin ollessa sen korkeimmassa kohdassa. Onnistuimme hyvin myös fiksoimaan polkulaitteen sekä pyörätuolin paikoilleen, jolloin polvikulma pysyi samana koko harjoituksen ajan. Liikenopeus, lihastyön muoto, kuormitusaste sekä voimataso pysyivät myös samana kaikilla tutkimushenkilöillä polkulaitteen mahdollistamien asetuksien avulla. Näillä asetuksilla pystyimme myös määrittämään toistojen määrän samaksi kaikille henkilöille. Lisäksi mittausympäristö pysyi kaikilla tutkimushenkilöillä samana ja onnistuimme sulkemaan tutkimukseen käytetyn tilan ulkopuolisilta häiriöiltä.

EMG-mittauksessa huolehdimme tutkimuksen luotettavuudesta asettelemalla elektrodit saman mittaajan toimesta samoihin paikkoihin samassa järjestyksessä mitattavan ollessa samassa asennossa. Elektromyografia-mittauksesta saatujen tuloksien luotettavuuteen on voinut vaikuttaa alentavasti mahdolliset tutkimusympäristöstä ja liikkeestä aiheutuvat häiriösignaalit. Liikkeestä aiheutuvia häiriöitä pyrimme minimoimaan teippaamalla elektrodeista lähtevät johdot kiinni ihoon. Myös tutkijoiden vähäinen kokemus kyseisen mittarin käytöstä on voinut alentaa mittauksen luotettavuutta, jota kuitenkin pyrimme vähentämään harjoittelemalla mittarin käyttöä etukäteen.

Alkuperäisessä suunnitelmassa tarkoituksena oli mitata myös spastisuuden aiheuttamaa lihasaktivaatiota iliopsoas-lihaksessa. Päätimme jättää tämän lihaksen huomioimatta lopullisista tuloksista koska emme löytäneet kirjallisuudesta valmista mallia käytössämme olevalle kolmen elektrodin asettelutavalle. Käytimme mittauksessa itse soveltamaamme asettelutapaa, jonka koimme kuitenkin epätarkaksi ja mittauksen luotettavuutta alentavaksi. Oma asettelun vuoksi oli epävarmaa, mittasivatko elektrodit sitä mitä oli tarkoituskin.

Modified Modified Ashworth Scale-mittauksen luotettavuutta parantaa mittaajien riippumattomuus toisistaan, joka toteutettiin eristämällä mittaajat toisistaan mittauksen ajaksi. Luotettavuutta alentaa molempien mittaajien ensikertalaisuus kyseisen mittarin käytössä, mikä näkyi erityisesti pisteyttämisen vaikeutena. Mittaajina toimivista henkilöistä toinen oli opinnäytetyön tekijä ja toinen oli toimeksiantajalla töissä. Tämä saattoi vaikuttaa molemmilla mittaajilla tiedostamatta tulosten kannalta suotuisaan arviointiin.

Tätä opinnäytetyötä varten rakentamaamme kysymyslomaketta ei voida pitää täysin luotettavana tiedonkeruumenetelmänä. Se on suunniteltu liian kiireisellä aikataululla ja huolimattomasti. Tulosten analysointivaiheessa huomasimme, että kysymyslomakkeen ymmärtämisessä on ollut väärinymmärryksiä, joka johtuu heikosta kysymysten asettelusta. Kysymyslomakkeen ensimmäisen ja toisen kysymyksen asettelussa oli päällekkäisyyksiä sekä ne kysyivät osittain samaa asiaa. Jouduimme myös jättämään lopullisesta analyysistä kaksi kysymyslomaketta pois, koska kaksi vastaajista oli vastannut toiseen kysymykseen, ettei spastisuudessa ole muutosta, mutta seuraavassa kysymyksessä kuvaili arkipäivän tilanteita, joissa huomaa polkuharjoittelun aiheuttamia vaikutuksia spastisuudessa. Suurin virhe kyselylomakkeen kohdalla oli se, ettei sitä testattu ennen varsinaista mittausta.

Opinnäytetyöprosessin aikana olemme oppineet suunnittelemaan, toteuttamaan sekä arvioimaan tutkimuksen tekemistä. Syvensimme tietämystämme spastisuudesta, sen aiheuttajista sekä spastisuuden helpottamiseen käytetyistä terapiamuodoista. Opimme suunnittelemaan ja toteuttamaan mittaustilanteen sekä harjaannuimme käyttämään opinnäytetyössä käytettyjä mittareita. Lisäksi opimme arvioimaan kriittisesti lähdemateriaaleja sekä omaa työskentelyä. Opinnäytetyömme haasteena koimme ajan tehokkaan hyödyntämisen, aiheen rajaamisen ja punaisen langan löytämisen. Jos mahdollista, suunnittelisimme mittauksen eri osiot vielä tarkemmin ja varmistaisimme mittareiden, erityisesti kysymyslomakkeen, toimivuuden hyvissä ajoin.

9.3 Johtopäätökset

Edellä esitettyjen tulosten perusteella voidaan todeta, että avustetulla polkuharjoituksella on alaraajojen spastisuutta alentava vaikutus. Kaikilla mittareilla saadut tulokset vahvistavat avustetun polkuharjoituksen tarkoituksenmukaisuutta alaraajojen lihasten spastisuuden lievittämisessä. Tutkimustulosten pohjalta toimeksiantaja voi käyttää saatuja tuloksia hyväksi suunnitellessaan yksilöllisiä kuntoutussuunnitelmia ja perustellessaan avustetun polkuharjoittelun valintaa fysioterapian terapiamuotona.

9.4 Jatkotutkimusmahdollisuudet

Mielestämme opinnäytetyön tuloksista herää useita hyviä jatkotutkimusmahdollisuuksia. Olisi mielenkiintoista tutkia, onko avustetulla polkuliikkeellä pitkäkestoisia vaikutuksia spastisuuteen. Toisena aiheena voitaisiin tutkia, minkä pituinen harjoituksen tulisi vähintään olla spastisuutta alentavien tulosten saavuttamiseksi. Lisäksi voitaisiin tutkia, voiko tämän tutkimuksen kaltaista tutkimusmenetelmää soveltaa yläraajan avustettuun rytmiseen liikkeeseen ja millaisia tuloksia siitä saataisiin. Yksi mielenkiintoinen jatkotutkimusaihe olisi myös selvittää, onko avustetulla polkuharjoittelulla erilainen vaikutus eri neurologisesta sairaudesta johtuvaan spastisuuteen.

LÄHTEET

Abankwa, D. & Llewellyn, A. 2006. Orthoses in the Management of Spasticity in the Lower Limb. *Advances in clinical neuroscience and rehabilitation*. Viitattu 22.9.2015
<http://www.acnr.co.uk/pdfs/volume6issue2/v6i2rehab.pdf>

Ahoniemi, E., Savolainen, S., Malmivaara, A., Pohjolainen, T., Gerhard, B., Dahlberg, A., Hellström, P., Kankare, J., Ronkainen, A. 2015. Selkäydinvamman käypähoitosuositus. *Suomalainen Lääkäriseura Duodecim*.

Aivoliitto ry. 2013. Aivoverenkiertohäiriöt (AVH) lukuina. Viitattu 22.9.2015
http://www.aivoliitto.fi/files/1091/avh_lukuina2013_web.pdf

Alaranta, H., Pohjolainen, T., Salminen, J. & Viikari-Juntura E. 2003. *Fysiatrია*. 3. painos. Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim.

Albertsone, C., Benzel, E., Najm, I. & Steinmetz, M. 2009. *Anatomic Basis of Neurologic Diagnosis*. New York: Thieme Medical Publisher, Inc.

Ansari, N.N., Naghdi, S., Moammeri, H. & Jalaie, S. 2006. Ashworth Scales are unreliable for the assessment of muscle spasticity. Viitattu 24.9.2015
http://www.researchgate.net/publication/6938175_Ashworth_Scales_are_unreliable_for_the_assessment_of_muscle_spasticity

Atula, S. 2015. Aivohalvaus. Viitattu 27.6.2015
www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00001&p_haku=aivohalvaus

Autti-Rämö, I. 1999, Spastisuuden hoito. Viitattu 27.8.2015
<http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo90222.pdf>

Bartlett, R. 2005. *Introduction to Sports Biomechanics*. Spon Press.

Behnke, R. 2012. *Kinetic anatomy*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Benzel, E.C., Waxman, S.C. & Byrne, T.N. 2000. *Diseases of the Spinal Cord*. USA: Oxford University Press.

Bickenbach, J., Biering-Sørensen, F., Knott, J., Shakespeare, T., Stucki, G., Tharion, G. & Wee, J. 2013. *International Perspectives on Spinal Cord Injury*. World Health Organization.

Blackburn, M., van Vliet, P. & Mockett, S. 2002. Reliability of Measurements Obtained With the Modified Ashworth Scale in the Lower Extremities of People With Stroke. Viitattu 24.9.2015
<http://ptjournal.apta.org/content/82/1/25.full.pdf+html>

Bohannon, R. & Smith, M. 1987. Interrater Reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity. Viitattu 24.9.2015
<http://ptjournal.apta.org/content/67/2/206.full.pdf>

Bovend'Eerd, T.J., Newman, M., Barker, K., Dawes, H., Minelli, C. & Wade, D.T. 2008. The Effects of Stretching in Spasticity: A Systematic Review. Archives of physical medicine and rehabilitation. Viitattu 22.9.2015.
http://www.researchgate.net/publication/5322125_The_Effects_of_Stretching_in_Spasticity_A_Systematic_Review

Brashear, A & Elovik, E. 2010. Spasticity – Diagnosis and Management. Viitattu 24.9.2015
<http://ez.lapinamk.fi:2054/lib/ramklibrary/reader.action?docID=10440674>.

Criswell, E. 2011. Cram's introduction to Surface electromyography. Second Edition. Massachusetts: Jones and Bartlett Publishers.

Carr, J. & Shepherd, R. 2010. Neurological Rehabilitation – Optimizing Motor Performance. 2nd Edition. China: Churchill Livingstone.

Dillman, D & Brambrink, A. 2008. Acute Brain and Spinal Cord Injury: Evolving Paradigms and Management. CRC Press.

Donner, M. & Koskiniemi, M. 2004. Lapsen neurologinen kehitys ja tutkiminen. Vantaa: Kandidaattikustannus Oy.

Edwards, S. 2007. Neurological Physiotherapy – A problem-solving approach. China: Churchill Livingstone.

Frosbom, M-J., Kärki, E., Leppänen, L. & Sairanen, R. 2001. Tampere: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Gjelsvik, B.E.B. 2008. The Bobath Concept in Adult Neurology. Germany: Thieme.

Gothbi, N., Nakhostin Ansari N., Naghdi, & S. Hasson, S. 2011. Measurement of Lowerlimb Muscle Spasticity: Intrarater Reliability of Modified Modified Ashworth Scale. Journal of Rehabilitation Research & Development.

Gregson, J., Leathley, M., Moore, P., Sharma, A., Smith, T. & Watkins, C. 1990. Reliability of the Tone Assessment Scale and the Modified Ashworth Scale as Clinical Tools for Assessing Poststroke Spasticity. Viitattu 24.9.2015
[http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(99\)90053-9/pdf](http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(99)90053-9/pdf)

Haataja, L., Pihko, H. & Rantala, H. 2014. Lastenneurologia. Helsinki: Duodecim.

Halaki, M. & Ginn, K. 2011. Normalization of EMG Signals: To Normalize or Not to Normalize and What to Normalize to? Viitattu 24.9.2015
http://www.researchgate.net/publication/275772143_Normalization_of_EMG_Signals_To_Normalize_or_Not_to_Normalize_and_What_to_Normalize_to

Hamill, J. & Kuntzen, K. 2004. Biomechanical Basis of Human Movement. USA: Lippincott Williams & Wilkins.

Harvey, L. 2008. Management of Spinal Cord Injuries – A guide for Physiotherapists. China: Churchill Livingstone.

Heinonen, J., Keinänen, A. & Paasonen, J. 2013. Turvallisuuustutkimuksen tekeminen. Tallinna: Tietosanoma Oy.

Herrgård, E., Iivanainen, M., Koivikko, M., Rantala, H. & Sillanpää, M. 2004. Lasten neurologia. Jyväskylä: Duodecim.

Järvinen, P. & Järvinen, A. 2011. Tutkiemustyön metodeista. Tampere: Opinpan kirjja.

Latash, M.L. 1998. Neurophysiological Basis of Movement. USA: Human Kinetics.

Levine, P. 2009. Testing Spasticity: The Modified Ashworth Scale. Viitattu 6.3.2015
<http://physical-therapy.advanceweb.com/Article/Testing-Spasticity-The-Modified-Ashworth-Scale.aspx>

Karjalainen, S., Launis, V., Pelkonen & Pietarinen, J. 2002. Tutkijan eettiset valinnat. Tampere: Gaudeamus Kirja.

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

Kauranen, K. 2011. Motorinen säätely ja motorinen oppiminen. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Kauranen, K. 2014. Lihas – rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Kemijärven Fysikaalinen hoitolaitos 2015. Viitattu 24.9.2015
www.kemijarvenfysikaalinenhoitolitos.fi

Keskinen, K.L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2010. Kuntotestauksen käsikirja. Toinen painos. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O. & Vierimaa, H. 2008. Anatomia ja fysiologia – Rakenteesta toimintaan. WSOY Oppimateriaalit Oy.

- Levine, D., Richards, J. & Whittle, M.W. 2012. Whittle's Gait Analysis. Fifth Edition. China: Churchill Livingstone.
- Liverman, C.T., Altevogt, B.M. & Joy, J.E. 2005. Spinal Cord Injury: Progress, Promise and Priorities. National Academies Press.
- MegaWin 2010, MegaWin 3.0 Software User Manual. Viitattu 27.8.2015
<http://www.meditech-swe-den.se/Manualer/MEGA/800172%20Megawin%20User's%20manual%20rev%20301.pdf>.
- Miller, F. Bachrach, S. 2006. Cerebral Palsy: A Complete Guide for Caregiving. Johns Hopkins University Press. Viitattu 24.9.2015
<http://ez.lapinamk.fi:2054/lib/ramklibrary/reader.action?docID=10188508>
- Metsämuuronen, J. 2009. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä 4. Jyväskylä: International Methelp Oy.
- Mumenthaler, M., Mattle, H. & Taub, E. 2006. Fundamentals of Neurology – An Illustrated Guide. Germany: Thieme.
- Mäkinen, O. 2006. Tutkimusetiikan ABC. Vaajakoski. Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Neumann, D. 2010. Kinesiology of the Musculoskeletal System. USA: Mosby Elsevier.
- Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S-E. 2009. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 18. painos. Helsinki: WSOY.
- Palastanga. N. & Soames, R. 2012. Anatomy and Human Movement - Structure and Function. Sixth Edition. China: Churchill Livingstone.
- Patten, C., Lexel, J. & Brown, H.E. 2004. Weakness and strength training in persons with poststroke hemiplegia: Rationale, method, and efficacy. Journal of Rehabilitation Research and Development. Viitattu 22.9.2015
<http://www.rehab.research.va.gov/jour/04/41/3A/Patten.html>
- Pope, P.M. 2007. Severe and Complex Neurological Disability – Management of the Physical Condition. China: Butterworth-Heinemann.
- Reyes, M.R. & Chiodo, A. 2011. Spasticity and Spinal Cord Injury. Viitattu 22.9.2015.
http://www.msktc.org/lib/docs/Factsheets/SCI_Spasticity_and_SCI.pdf
- Rissanen, P. Kallanranta, T. & Suikkanen, A. 2008. Keuruu: Kustannus Oy Duodecim.

Rosenbaun, P.L. & Rosenbloom, L. 2012. Practical guide, volume 8: Cerebral Palsy: From diagnosis to adult life. Mac Geith Press. Viitattu 22.9.2015.
<http://ez.lapinamk.fi:2054/lib/ramklibrary/detail.action?docID=10579856>

Rosqvist, E. Harri-Lehtonen, O. Airaksinen, T. Ylinen, A. & Kallinen, M. 2009. CP-vammaisen toimintakyky heikkenee jo nuorena aikuisena. Suomen Lääkäri-lehti. Osoitteessa
http://www.cp-liitto.fi/files/923/CP-vammaisen_toimintakyky_heikkenee_jo_nuorena_aikuisena.pdf

Rosqvist, E. Mäenpää, H. Kallinen, M. Koivikko, M. Korpela, R. & Ylinen, A. 2010. CP-vammaisen aikuisen hyvinvointi ja kuntoutus elämänkaarella. Viitattu 26.8.2015.
www.cp-portaali.fi/files/84/Opetusmateriaali_osa_II_versio_25_10.pdf

Salmenperä, R., Tuli, S. & Virta, M. 2002. Neurologisen ja neurokirurgisen potilaan hoitotyö. Tampere: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Sand, O., Sjaastad, Ø.V., Haug, E., Bjålie, H.G. & Toverud, K.C. 2011. Ihminen – Fysiologia ja anatomia. WSOYpro Oy.

Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Keuruu: VK-Kustannus Oy.

Seniam 2015. Placement and fixation of the sensor. Viitattu 21.9.2015
www.seniam.org

Seppänen, R., Kervinen, M., Parkkila, I., Karkela, L. & Meriläinen, P. 2005. Maol taulukot. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy

Sillanpää, M. 2009. Duodecim Terveyskirjasto: CP-oireyhtymä. Viitattu 24.9.2015
http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=seh00132

Sillanpää, M., Herrgård, E., Iivanainen, M., Koivikko, M. & Rantala, H. 2004. Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim.

Sisto, S.A., Druin, E. & Sliwinski, M.M. 2009. Spinal Cord Injuries: Management and Rehabilitation. USA: Mosby Elsevier.

Soinila, S., Kaste, M. & Somer, H. 2007. Neurologia. Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim.

Stokes, M. 2004. Physical Management in Neurological Rehabilitation. 2nd Edition. China: Elsevier Mosby.

Sunnerhagen, K.S. & Francisco, G.E. 2013. Enhancing patient-provider communication for long-term post-stroke spasticity management. *Acta Neurologica Scandinavica*. Viitattu 22.9.2015
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ane.12128/abstract;jsessionid=D3BE6AA4E6BA09D19DF5BEA3ED2395DB.f02t01>

Trompetto, C., Marinelli, L., Mori, L., Pelison, E., Currà, A., Molfetta, L. & Abbruzzese, G. 2014. Pathophysiology of Spasticity: Implications for Neurorehabilitation. *Hindawi*. Viitattu 24.9.2015
<http://ez.lapinamk.fi:2065/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=06c75e1a-ccdc-4a88-941e-42db10078109%40sessionmgr4003&vid=16&hid=4204http://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/354906/>

Vehkalahti, K. 2008. Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät. Vammala: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Vilka, H. 2007. Tutki ja havainoi. Vaajakoski: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa – määrällisen tutkimuksen perusteet. Vaajakoski: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

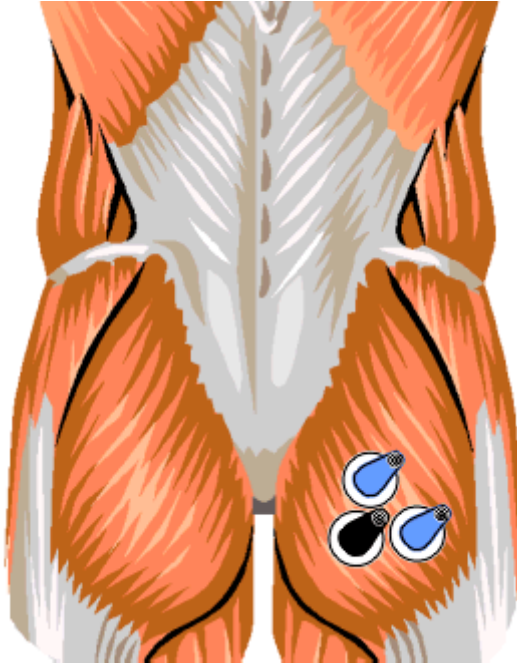
Vilka, H. 2009. Tutki ja kehitä. Jyväskylä: Kustannusosakeyhtiö Tammi

LIITTEET

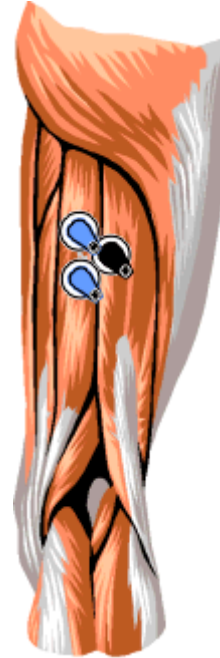
- Liite 1. Elektrodien asettelu
- Liite 2. Tutkimussuostumus
- Liite 3. Infokirje
- Liite 4. Kysymyslomake
- Liite 5. Toimeksiantosopimus

LIITE 1 1(2) Elektrodiien asettelu

m. Gluteus maximuksen asettelu



m. Semitendinosuksen asettelu



m. Biceps femoriksen asettelu



m. Gastrocnemiuksen asettelu



LIITE 1 2(2) Elektrodien asettelu

m. Quadriceps femoriksen asettelu



m. Tibialis anteriorin asettelu



LIITE 2 Tutkimussuostumus



Tutkimussuostumus

Minua on pyydetty osallistumaan tutkimukseen, jonka tavoitteena on kerätä tietoa hemi-, para-, di- ja tetraplegia asiakkaiden spastisten lihasten spasmin aiheuttaman lihasaktivaation muutoksesta ennen ja jälkeen Thera-trainerilla suoritettavan polkuharjoituksen. Minulle on kerrottu suullisesti sekä kirjallisesti tutkimuksen tarkoituksesta ja toteutuksesta.

Olen saanut tarpeeksi tietoa tutkimuksesta ja sen etenemisestä. Minulle on kerrottu, että tutkimustilanne videoidaan ja videotallenteita käytetään vain opinnäytetyön työstämiseen. Tiedän, että antamani tietoja käsitellään täysin luottamuksellisesti, eikä opinnäytetyöstä voi tunnistaa henkilöllisyyttäni. Kerätty materiaali tuhotaan asianmukaisesti työn valmistumisen jälkeen.

Minulle on annettu tiedotteet tutkimuksen sisällöstä ja osallistumisesta tutkimukseen sekä tutkimussuostumus. Olen allekirjoittanut kaksi tutkimussuostumuslomaketta, joista toinen on minulle ja toinen tutkijoille. Osallistun tutkimukseen täysin vapaaehtoisesti ja tiedän, että voin halutessani keskeyttää osallistumiseni tutkimukseen milloin tahansa. Tutkimukseen osallistuminen ei aiheuta minulle ylimääräisiä kustannuksia.

Päivämäärä/paikka _____

Tutkittavan allekirjoitus ja nimenselvennys _____

Suostumuksen vastaanottajan allekirjoitus ja nimenselvennys _____

Infokirje tutkimukseen osallistuville

Olemme kolmannen vuosikurssin fysioterapeuttiopiskelijoita Lapin ammattikorkeakoulusta. Opintoihimme kuuluu opinnäytetyön tekeminen. Tässä opinnäytetyössämme toimeksiantajana toimii Kemijärven Fysikaalinen Hoitolaitos Ky.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on kerätä tietoa hemi-, para-, di- ja tetraplegia asiakkaiden spastisten lihasten lihasaktivaatiosta ennen ja jälkeen Thera-trainerilla suoritettavan polkuharjoituksen. Tutkimuksen tarkoituksena on saada tietoa tutkimukseen osallistuvien asiakkaiden spastisten lihasten toiminnasta ja kyseisen hoitomuodon vaikutuksesta heidän hoidossa. Tämän lisäksi työn tarkoituksena on tuottaa toimeksiantajalle ja fysioterapia-alalle tutkittua tietoa kyseisen harjoitusmuodon vaikutuksesta.

- Opinnäytetyön mittaukset suoritetaan Kemijärven Fysikaalisessa Hoitolaitoksessa 19.3.2015.
- Tutkimukseen osallistuminen ei vaadi tutkittavalta minkäänlaista erityistä valmistautumista terapiatilanteeseen.
- Ennen ja jälkeen polkuliikkeen testataan lihasten spastisuutta manuaalisesti käyttäen Modified Modified Ashworth Scalea.
- Tutkittavalta mitataan EMG –laitteella alaraajan lihasten lihasaktivaatiota Thera-trainerilla suoritettavan polkuharjoittelun aikana sekä ennen ja jälkeen harjoituksen.
- Mittaustilanne kestää noin yhden tunnin, josta polkuharjoituksen osuus on 20 minuuttia.
- Mittauksen ajaksi tutkittaville asetetaan yhteensä 21 iholle liimattavaa pinta-elektrodia (kolme elektrodia/lihas).
- Tutkittava saa täytettäväkseen kyselylomakkeen, jolla selvitetään polkuharjoituksen vaikutuksia.
- Mittauksesta saatavien tulosten perusteella selvitetään onko Thera-trainerilla suoritettavalla polkuharjoituksella alentava vaikutus lihasten spastisuuteen.
- Valmis työ on luettavissa Theseuksessa ja toimeksiantajalla joulukuussa 2015.

Tutkimukseen liittyvissä kysymyksissä voitte ottaa yhteyttä meihin.

Joona Kortelainen, fysioterapeuttiopiskelija puh. 045 1207341	Henri Hanhela fysioterapeuttiopiskelija puh. 040 5966350	Harri Karvonen fysioterapeuttiopiskelija puh. 050 3726696
---	--	---

LIITE 4 1(2) Kysymyslomake

Osallistujan numero: _____

Ikä: _____

Sukupuoli: _____

1. Thera Trainerilla tehdyllä polkuharjoittelulla on vaikutusta lihasten spastisuuteen

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> | 1. Täysin samaa mieltä |
| <input type="checkbox"/> | 2. Jokseenkin samaa mieltä |
| <input type="checkbox"/> | 3. Ei samaa eikä eri mieltä |
| <input type="checkbox"/> | 4. Jokseenkin eri mieltä |
| <input type="checkbox"/> | 5. Täysin eri mieltä |

2. Onko lihasten spastisuudessa muutosta?

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | 1. On, parempaan |
| <input type="checkbox"/> | 2. Ei muutosta |
| <input type="checkbox"/> | 3. On, huonompaan |

3. Missä arkipäivän tilanteissa huomaatte polkuharjoituksen vaikutukset?

- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Istuminen |
| <input type="checkbox"/> | Nukkuminen |
| <input type="checkbox"/> | Siirtymiset |
| <input type="checkbox"/> | Syöminen |
| <input type="checkbox"/> | Peseytyminen |
| <input type="checkbox"/> | Pukeutuminen |
| <input type="checkbox"/> | WC:ssä käynti |
| <input type="checkbox"/> | Esineisiin tarttuminen ja kurottelu |
| <input type="checkbox"/> | Muu, mikä? _____ |

LIITE 4 2(2) Kysymyslomake

4. Arvioikaa, kuinka pitkään polkuharjoitus vaikuttaa.

<input type="checkbox"/>	alle 2 tuntia
<input type="checkbox"/>	2 - alle 5 tuntia
<input type="checkbox"/>	5 - alle 8 tuntia
<input type="checkbox"/>	8 tuntia tai enemmän

5. Arvioikaa spastisiteetista johtuvien ongelmien haitta-astetta jokapäiväisissä toiminnoissa asteikolla 1-5. (1 = ei haitta-astetta, 2 = lievä haitta-aste, 3 = kohtalainen haitta-aste, 4 = voimakas haitta-aste, 5 = suurin mahdollinen haitta-aste)

Päivä ilman harjoitusta:

1 2 3 4 5

Päivä jolloin harjoitus on suoritettu:

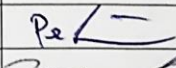

1 2 3 4 5

LIITE 5 Toimeksiantosopimus

LAPIN AMK
Lapland University of Applied Sciences

OPINNÄYTETYÖN TOIMEKSIANTOSOPIMUS

Tämä sopimus soveltuu käytettäväksi ainoastaan sellaisten opinnäytetöiden yhteydessä, joita ei toteuteta ammattikorkeakoulun ulkopuolisen rahoituksen hankkeessa.

Toimeksiantaja	Nimi (esim. yritys) Kemijärven Fysikaalinen hoitolaitos KY Yhteystiedot (yhteyshenkilö, puhelin, sähköposti) Pekka Kolehmainen, 0440306883 peksii@hotmail.com	
	Työn aihe Neurologisten potilaiden spastisten alaraajojen lihasakti-vaation muutos ennen ja jälkeen polkuliikkeen EMG-laitteella mitattuna	
Tekijä	Nimi Henri Hanhela, Hari Karvonen ja Joonas Kortelainen	Opiskelijanumero R1101117, R1200448 ja A1201583
	Katuosoite Karhunkaatajantie 10 a 2, Maakuntakatu 15 a 6, Ahkiomaantie2 a 52	Postinumero 96100
	Puhelin 0405966350, 0503726696 ja 0451207341	Postitoimipaikka Rovaniemi
	Suoritettava tutkinto Fysioterapian ko.	Sähköpostiosoite henri.hanhela@edu.lapinamk.fi, hari.karvonen@edu.lapinamk.fi ja joona.kortelainen@edu.lapinamk.fi
Lapin AMK	Yhteyshenkilön nimi (ohjaaja) Kaisa Turpeenniemi	Ryhmätunnus 705f12
	Toimipaikka ja osoite Lapin AMK Jokiväylä 11C, 96300, Rovaniemi	Tehtävänimike Yliopettaja
	Puhelin 0408417856	Sähköpostiosoite kaisa.turpeenniemi@lapinamk.fi
Toimeksiantosopimuksen ehdot		
Ohjaus	Ohjaava opettaja valvoo työtä ammattikorkeakoulun puolesta ja antaa työn edellyttämiä ohjeita ja neuvoja. Ammattikorkeakoulu ja opettaja eivät ole konsulttivastuussa työstä.	
Dokumentointi	Ammattikorkeakoulun opinnäytetyöt ovat julkisia. Työstä laaditaan ammattikorkeakoulun opinnäyteohjeen mukainen kirjallinen esitys, josta toimitetaan yksi kansitettu kappale ammattikorkeakoulun kirjastoon tai julkaistaan sähköisessä muodossa Theseus-verkkokirjastossa. Työ arkistoidaan oppilaitoksella sekä tulostettuna että sähköisessä muodossa.	
Oikeudet	Opinnäytetyön tekijänoikeudet kuuluvat tekijälle. Toimeksiantaja saa rinnakkaisen käyttöoikeuden opinnäytetyön tuloksiin opinnäytetyön valmistuttua. Ammattikorkeakoululla on jatkuvasti voimassa oleva oikeus käyttää tuloksia omassa opetus- ja TKI-toiminnassaan. Sopijapuolilla on mahdollisuus sopia muista opinnäytetyön tuloksista koskevista oikeuksista kuitenkin niin, että tämän sopimuskohdan nojalla ammattikorkeakoulun saamat oikeudet säilyvät voimassa.	
Keksinnöt	Jos tekijä on osallisena keksintöön, joka patentoidaan, mainitaan hänet yhtenä keksijöistä. Mahdollisesta keksintökorvauksesta sovitaan erikseen noudattaen ammattikorkeakoulun tai toimeksiantajan keksintöohjeen linjauksia. Opinnäytetyön tai sen osan julkaiseminen tai hyödyntäminen ei saa vaarantaa sen tai sen osan suojaamista patentilla tai hyödyllisyysmallilla.	
Vastuut	Opinnäytetyön tulos toimitetaan sellaisena kuin se on. Tekijä tai ammattikorkeakoulu eivät anna tulokselle takuuta eivätkä vastaa sen soveltuvuudesta toimeksiantajan tarpeisiin. Sopijapuolet ovat vastuussa toisilleen sopimusrikkomuksen aiheuttamista välittömistä vahingoista. Vastuun syntyminen edellyttää tahallaan tai törkeällä huolimattomuudella aiheutettua sopimusrikkomusta.	
Lisäksi sovitaan		
Salassapito	Ohjaavilla opettajilla ja opinnäytetyön tekijöillä on salassapitovelvollisuus työn aikana esille tulleisiin luottamuksellisiin asioihin. Toimeksiantajan tulee tarkistaa, että julkaistava opinnäytetyö ei sisällä salassa pidettävää aineistoa. Tarvittaessa käytetään toimeksiantajan erillistä salassapitosopimusta.	
	Tätä sopimusta on laadittu kolme (3) samansisältöistä kappaletta, yksi (1) kullekin sopimuksen osapuolelle. Sopimus perustuu ammattikorkeakoulun hyväksymään opinnäytetyösuunnitelmaan ja se astuu voimaan allekirjoitushetkellä.	
	Paikka ja päivämäärä	Allekirjoitus
Toimeksiantaja	Kemijärvi 19.3.2015	
Tekijä	Kemijärvi 19.3.2015	
Lapin AMK	201 25. 9. 2015	