



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Oona Antola, Marianna Salko, Sanna Viitasaari

EMG-säätystimien käytettävyyden arviointi kävelyn analyysissä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Jalkaterapeutti AMK

Jalkaterapian tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

21.11.2018

Tekijät Otsikko	Oona Antola, Marianna Salko, Sanna Viitasaari EMG-säärystiminen käytettävyyden arviointi kävelyn analyysissä
Sivumäärä Aika	22 sivua + 6 liitettä 21.11.2018
Tutkinto	Jalkaterapeutti AMK
Tutkinto-ohjelma	Jalkaterapian tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaajat	Jalkaterapian lehtori Pekka Anttila Jalkaterapian lehtori Matti Kantola Fysioterapian yliopettaja Anu Valtonen
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli arvioida Myontec Oy:n EMG-säärystimien käytettävyyttä jalkaterapeutin suorittaman kävelyn analyysin apuvälineenä. Tavoitteena oli tuottaa yhteistyökumppanillemme Myontecille tietoa EMG-säärystimen käytettävyydestä ja siitä, tuoko säärystimin lisäarvoa kävelyn analyysiin. Työ tehtiin yhteistyössä Myontec Oy:n kanssa, joka tarjosi pinta-EMG säärystimet opinnäytetyötä varten. Opinnäytetyön tutkimuksellinen lähestymistapa oli laadullinen. Teoriapohja kerättiin aiemmista aiheeseen liittyvistä julkaisuista, kirjallisuudesta ja sähköisistä tietokannoista. Aineistonkeruumenetelmänä käytettiin triangulaatiota.</p> <p>Käytettävyyden arviointiin tarvittavan aineiston hankintamenetelmänä olivat kyselyt, joista toinen suunnattiin testihenkilöille ja toinen testajille. Käytettävyyden arviointia varten järjestettiin jalkaterapeutin juoksumatolla suoritettavan kävelyn analyysin tilanne. Kävelyn analysointi suoritettiin käyttämällä apuna Templo-videoanalysointiohjelmaa ja Myontec Oy:n Muscle Monitor-tietokoneohjelmaa. Kyselyjen laatimisessa käytettiin apuna Nielsenin käytettävyyden arvioinnin listaa, ja aineisto teemoiteltiin listan viiden arvioitavan pääkohdan perusteella. Kyselyjen vastaukset käytiin läpi ja analysoitiin ymmärtämiseen pyrkivällä analyysitavalla. Kyselyillä kerättiin aineistoa, josta on Myontecille hyötyä EMG-säärystimien jatkokehityksessä.</p> <p>Tuloksissa merkittävimpiä esille nousseita asioita säärystimien käytettävyydestä olivat säärystimien oikea koko mittauksen luotettavuuden kannalta, ja esiin nousi tarve säädeltävän kiinnityksen kehittämiseen. Testajat kokivat säärystimien käytön opetteluun helpoksi ja Muscle monitor-ohjelman selkeäksi. Säärystimet toivat varmuutta subjektiivisen kävelyn analyysin rinnalle, ja silmillä tehtävät kävelyn analyysin havainnot sekä EMG- lihaskäyrät olivat yhdenmukaiset. EMG-käyrästä pystyi havaitsemaan esimerkiksi pohjelihasten passiivisuuden samaan aikaan, kun varvastyöntö vaihe jäi videolla puuttumaan.</p> <p>Kävelyn analyysin avuksi EMG-säärystimin voisi olla hyödyllinen jalkaterapeuteille, jotka ovat erikoistuneet kuntoutukseen ja asiakkaan kehitystä pitää seurata tarkasti. EMG- mittaus voi myös tukea muita löydöksiä, jotka terapeutti on tehnyt havainnoinnilla ja tutkimuksilla. Jatkokehitys ideana voisi olla esimerkiksi EMG-säärystimen käyttö juoksussa, harjoittelun apuna tai jonkin lihasperäisen vaivan tutkimisessa.</p>	
Avainsanat	EMG-säärystimet, kävelyn analyysi, käytettävyys, Myontec

Authors Title	Oona Antola, Marianna Salko and Sanna Viitasaari The Assessment of Usability of Gaiters with EMG Measurement in the Aid of Gait Analysis
Number of Pages Date	19 pages + 6 appendices 21 st November 2018
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Podiatry
Specialisation option	
Instructors	Pekka Anttila, Senior Lecturer Matti Kantola, Senior Lecturer Anu Valtonen, Principal Lecturer
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to assess the usability of wearable EMG technology - in this case, Myontec Ltd's gaiters with EMG sensors – in a gait analysis carried out by a podiatrist. We also aimed to produce important data for Myontec regarding the usability of the gaiters. The gaiters were a prototype at the time of this Bachelor's thesis.</p> <p>This study was conducted in two parts. We had five volunteers who participated in a gait analysis, who afterwards answered a questionnaire about the gaiters and how they felt about them. Furthermore, we assessed the gaiters based on Jakob Nielsen's heuristic evaluation and compared the data we got from the gaiters to the observations we made from the gait analysis.</p> <p>We found that there were many similarities in the observations we made and the EMG data the gaiters produced. The volunteers generally approved of the gaiters and thought that they were not a distraction while walking. In addition, the outcome was that the gaiters do bring some more value to an objective gait analysis, for example the numerical reading.</p> <p>The results lead to the conclusion that the gaiters might be a new tool to a podiatrist, especially in a gait analysis. We conclude that the gaiters have more to offer, even though they have some room for improvement. They might be of use particularly with rehabilitation and while measuring the gradual improvement of a customer.</p>	
Keywords	wearable EMG technology, gait analysis, smart clothing, usability, Myontec, gaiters

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Noninvasiivinen elektromyografia ja älytekstiilit	3
2.1	Emg- mittaustapojen eroja tutkimustyössä	3
2.2	Vaatteisiin kiinnitettävien elektrodien hyödyt ja yhteistyökumppani	4
3	Kävelyn teoria	6
3.1	Normaalin kävelyn vaiheet ja säären alueen lihastyö kävelyn aikana	6
3.2	Kävelyn analyysi	8
4	Käytettävyyden arviointi	8
5	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	11
6	Menetelmälliset ratkaisut	12
6.1	Opinnäytetyössä käytetyt säärystimet ja kävelyn analyysi	12
6.2	Aineistonkeruumenetelmät ja eteneminen	13
6.3	Aineiston analyysi	15
7	Tulokset	16
7.1	Kyselyjen tulokset	16
7.2	Lihasten sähköinen aktiivisuus ja kävelyn analyysi	18
8	Pohdinta	19
	Lähteet	23

Liitteet

Liite 1. Aineistonkeruulomake (testaajille)

Liite 2. Lihaskäytännöllisyyslomake, EMG -säärystimien tuottama tieto

Liite 3. Säärystimien käytettävyydelomake (testaajille)

Liite 4. Kysymyksiä testiin osallistuvalla

Liite 5. Testitilanteen eteneminen

Liite 6. Projektin sopimus

1 Johdanto

Jalkaterapeutille kävelyn analyysi on tärkeä työkalu ja arviointimenetelmä, jolla voidaan selvittää esimerkiksi asiakkaan alemman nilkanivelen pronaation kesto sekä ajoitus. Kävelyn analyysin avulla voidaan havaita sellaisia asioita asiakkaan alaraajoista, jotka pelkillä staattisilla biomekaanisilla tutkimuksilla voisivat jäädä huomaamatta. Kävelyn analyysi kuitenkin perustuu pelkkään terapeutin silmillä tehtävään havainnointiin, ja siksi siinä on puutteensa.

Nykyään on mahdollista videoida asiakkaan kävelyä ja hidastaa sitä. Tämä on hyödyllistä etenkin silloin, kun asiakas ei jaksakaan kävellä kovin pitkään, ja tarkoituksena on opettaa asiakasta kävelemään uudestaan, jos esimerkiksi jonkin kiputilan vuoksi kävely on muuttunut. Kun kävely tallennetaan videolle, siihen on mahdollista palata myöhemmin. Uudet teknologiset innovaatiot tekevät kävelyn analyysistä koko ajan helpompaa ja tarkempaa. Erilaisten helposti puettavien mittalaitteiden ansiosta nykyään voidaan tutkia esimerkiksi kävelyssä tapahtuvaa lihasaktiivisuutta, ja sitä kautta saada entistä tarkempaa tietoa siitä mitä asiakkaan jaloissa kävelyn aikana tapahtuu.

Älyvaate teknologian käyttö tutkimustyön apuna on lisääntynyt viime vuosien aikana huomattavasti. Älyvaatteet helpottavat lihasaktiivisuuden keräystä, sillä niissä käytetty teknologia toimii suurilta osin langattomasti eivätkä laboratorio-olosuhteet ole välttämättömät (Soininen 2010). Älyvaatteella tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä EMG-mittaukseen tarkoitettuja tekstiileitä, joissa sähköä johtavat sensorit, johtimet ja elektroniikka on integroitu osaksi tekstiiliä. Datan käsittelyyn kehitetyt ohjelmat helpottavat tulosten tulkitsemista. Älyvaatteille on kehitetty sovelluskaupasta ladattavia puhelinapplikaatioita, joilla pystyy tehokkaasti seuraamaan omaa harjoitteluaan.

Myontec Oy on suomalainen älyvaatteisiin erikoistunut yritys. Heidän tuotteensa on kehitetty tukemaan urheilusuoritusten seuranta ja kehitystä. Tuotteita käytetään myös kuntoutuksen ja ergonomian tutkimisessa. Tuotteiden toiminta perustuu Elektromyografi teknologiaan (EMG), jossa mitataan lihassupistusta edeltäviä lihassolukalvon sähkösignaaleja eli aktiopotentiaalia ja lihasaktiivisuutta. EMG:tä käytetään muun muassa lihasten toiminnan, kapasiteetin, väsymisen rentoutumisen ja voimantuoton tutkimisessa.

Uusien teknologisten innovaatioiden ja mahdollisuuksien hyödyntäminen käytännön jalkaterapiassa avaa uusia näkökulmia jalkaterapeutin ammatissa. EMG- mittauksen suorittaminen on entistä nopeampaa ja vaivattomampaa, joten jalkaterapeutin on helppoa tehdä EMG- mittaukset samalla, kun hän suorittaa kävelyn analyysin. Opinnäytetyösämme arvioimme EMG-säätimien käytettävyyttä kävelyn analyysi tilanteessa, ja pohdimme tuoko se mahdollisesti lisäarvoa kävelyn analyysiin. Opinnäytetyön avulla Myontec Oy saa arvokasta tietoa prototyyppi säätimien toimivuudesta kävelyn analyysi tilanteessa, ja mahdollisia kehitysehdotuksia miten säätimiä kannattaa jatkossa kehittää.

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys koostuu seuraavista osa-alueista. EMG- teknologiasta, johon sisältyy älyvaateteknologia, kävelyn eri vaiheista ja havainnoimisesta sekä käytettävyydestä ja sen arvioimisesta. Opinnäytetyön aineistonkeruumenetelmänä käytetään triangulaatiota. Testaajia on kolme, ja kaikki havainnoivat yksitellen samaa ilmiötä eli testiin osallistuvien henkilöiden kävelyä. Käytettävyyden arvioinnin aineistona on kaksi erilaista kyselyä. Toisen täyttävät testaajat ja toisen testiin osallistuvat henkilöt. Aineiston analysointi menetelmä on laadullinen (kvalitatiivinen), ja aineisto teemoitellaan käytettävyydessä arvioitavien aihealueiden mukaisesti.

2 Noninvasiivinen elektromyografia ja älytekstiilit

2.1 Emg- mittaustapojen eroja tutkimustyössä

EMG-teknologia mittaa lihassolujen aktiopotentiaalia. Yksittäinen lihassolu supistuu aina kokonaan, joten käytettävää voimaa on mahdollista säädellä vain supistuvien lihassolujen määrää ja supistustaajuutta hallitsemalla. (Korhonen & Mattila 2015.) Mitä enemmän lihassoluja supistuu ja mitä useammin ne syttyvät, sitä suuremman sähköisen impulssin se lähettää. EMG:llä mitataan tätä signaalia ja sen voimakkuutta. Näin voidaan selvittää lihasten aktiivisuustaso, aktivoitumisjärjestys, lihastasapaino ja havaita mahdollisia lääketieteellisiä poikkeuksia. (Ahtiainen & Häkkinen 2017.)

Perinteisesti pinta EMG-tutkimus on elimistön ulkopuolella tapahtuva mittaus, eli se on noninvasiivinen mittaustapa. Noninvasiivisilla menetelmillä ei yleensä saada yhtä tarkkaa tietoa kuin invasiivisilla, esimerkiksi neula EMG-mittauksella, mutta niiden käytössä on vähemmän riskejä. Lihaskudos ei vahingoitu tai tulehdu yhtä helposti kuin invasiivisissa mittauksissa. (Rangayaan 2002:79.)

Pinta EMG-mittauksessa pintaelektrodit kiinnitetään tavallisimmin ihoon kaksipuolisella tarralla. Ihon ja elektrodin väliin tulee laittaa esimerkiksi geeliä, jotta niiden välinen johtavuus paranisi. Ihon pinnalla on tavallisesti rasvaa tai likaa, joka heikentää sähkövirran virtaamista lihaksen ja elektrodien välillä. Tämä voi heikentää mittaustuloksia. Iho tulisi puhdistaa ennen mittausta sopivalla liuotainaineella ja karhentaa ihoa hieman esimerkiksi vanupuikolla. Ihanteellista olisi vähentää ihon impedanssia eli vaihtovirralla aiheuttamaa vastusta noin 5-10 kilo-ohmiin ($k\Omega$). Pintaelektrodien EMG-mittauksen signaalin amplitudin voimakkuus vaihtelee hyvin paljonkin, esimerkiksi mikrovolttitasolta useaan millivolttiin. (Partanen 2014:32.)

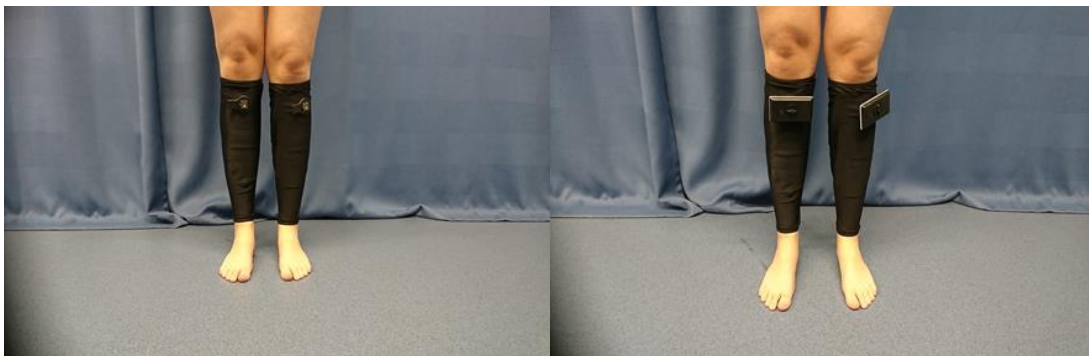
Perinteisissä EMG-mittauksissa on mahdollista tapahtua monenlaisia häiriötekijöitä, niin kehon sisäpuolella kuin ulkopuolellakin. Tavanomaisimpia ulkopuolisia häiriötekijöitä ovat taustakohina, mittauksen aikana mahdollisesti syntyvät liikeartefaktat ja kehon muut fysiologiset signaalilähteet. Taustakohina voi johtua muun muassa radiosta, televisiosta, sähkölampuista tai mistä tahansa laitteesta, joka lähettää sähkömagneettista säteilyä. Liikeartefaktat taas syntyvät pääasiassa elektrodien ja johtimien liikkeestä iholla. Liikkeestä aiheutuva häiriö vaikuttaa kuitenkin vain matalilla taajuuksilla, joten häiriö on mahdollista suodattaa pois. (Partanen 2014:32-33.)

Pinta EMG:tä mitattaessa syntyvä kuvaaja, eli elektromyogrammi on epästationaarinen signaali. EMG:n analysointiin sovelletaan erilaisia kvantifointimenetelmiä, jotta lihaksiston toimintaa voitaisiin tulkita ja hahmottaa helpommin. EMG-mittalaitteiden keräämä informaatiota lihaksien toiminnasta kutsutaan raakadatsiksi. Raakadata koostuu useiden motoristen yksiköiden toiminnasta syntyvistä jännitevaihteluista. Raakadata on kaikkien lihaksien toimintaa analysoivien menetelmien perusta. Tämän takia raakadatan perusteella on vaikea tehdä ollenkaan tulkintoja. (Partanen 2014:34.) Myontec Oy:n Muscle Monitor -ohjelmassa raakadata käsitellään automaattisesti luettavampaan muotoon, mikä helpottaa tutkijan työtä huomattavasti. Ohjelman uusissa versioissa raakadataa on mahdollista katsella mutta siitä ei toistaiseksi tehdä mitään laskelmia.

2.2 Vaatteisiin kiinnitettävien elektrodien hyödyt ja yhteistyökumppani

Vaatteisiin kiinnitetyt EMG elektrodit tarjoavat uuden, vaivattoman tavan mitata lihasaktiivisuutta. Vaatteet, jotka sisältävät elektrodeja helpottavat mittauksia, sillä tekstiilit eivät vaadi laboratorio-olosuhteita (Soininen 2010). Eroja ei pinta-EMG ja EMG-tekstiilien kanssa tehdyillä mittauksilla juuri ole ja niiden tuottama data on vertailukelpoista keskenään (Colyer, McGuigan 2018). Älyvaateteknologia on tutkitusti tuottanut luotettavia tutkimustuloksia (Bengts ym. 2017).

Merkittävin ero pinta EMG:n ja EMG-tekstiilien mittausperiaatteissa on se, että älyvaatteilla mitataan tyypillisesti synkronisesti toimivia lihasryhmiä, kun taas perinteisellä EMG:llä mitataan aina yksittäisiä lihaksia. Lihasyhmien mittaus älyvaatteilla mahdollistaa mittauksen toistettavuuden ilman mittauskohtaisia normeeraus -mittauksia, mitä perinteiselle EMG-mittaukselle aina tarvitaan. (Myontec Oy 2018.)



Kuva 1. säärystimet ja lähettimet puettuna

EMG-vaatteita käytettäessä riittää myös elektrodien kastelu vedellä, eikä geelejä tai välittäjäaineita tarvita. Säätimet on suunniteltu tyköistuviksi, jotta vaatteeseen integroidut elektrodit mittaavat lihasten sähköisen aktiivisuuden. Säätimien hygieniasta on helppo huolehtia, sillä vaatteet voi pestä pesukoneessa. (Myontec Oy 2018.)

Suomalainen Myontec Oy koostuu monipuolisesta joukosta kansainvälisistä urheilusta, ohjelmoinnissa sekä tutkimustyössä menestyneistä ammattilaisista. Myontec Oy pyrkii kehittämillään tuotteillaan tuomaan uusia näkökulmia perinteisten suoritusmittaavien tapojen rinnalle, muun muassa lihasten aktiivisuuden mittaamisen avulla.

Myontec Oy:n lihasten toimintaa ja aktiivisuutta mittaavaa teknologiaa voidaan hyödyntää kuntoutuksessa ja ergonomian tutkimuksessa sekä pelialalla ja lääketieteen saralla, kuten jopa sotilas- ja avaruusteknologiaa tutkittaessakin.

3 Kävelyn teoria

3.1 Normaalin kävelyn vaiheet ja säären alueen lihastyö kävelyn aikana

Kävelyssä on eriteltävissä kahdeksan eri vaihetta, joiden kautta voidaan analysoida ihmisen liikettä tehokkaasti ja määrittää kävelyssä tapahtuvia mahdollisia virheitä tai häiriöitä. Kävelyssä tapahtuvat häiriöt voidaan nimetä ja määrittää sen mukaan, missä vaiheessa ne tapahtuvat ja mikä kävelyn elementeistä ei toimi toivotulla tavalla. (Ahonen, Sanström 2011: 297.)

Kävelysyikliksi kutsutaan yhden jalan läpi käymää liikettä. Sykli voidaan jakaa liikkeiden perusteella. Jako normaalin kävelysyklin vaiheissa on kaksiosainen: tukivaihe ja heilahdusvaihe. Tukivaihe on kestoaltaan hieman pidempi. Sen pituus on 60 % askelsyklistä ja se voidaan jakaa neljään tai viiteen osaan: alkukontakti, kuormitusvaste, keskitukivaihe ja päätöstukivaihe. Tässä lähteessä ei ole eritelty esiheiladusvaihetta, joka kuitenkin on usein eritelty omaksi vaiheekseen tukivaiheen loppuun. Heilahdusvaihe on kestoaltaan lyhyempi vaihe, se on 40 % koko askelsyklistä ja se sisältää seuraavat vaiheet: alkuheiladus, keskiheiladus ja loppuheiladus. Loppuheiladuksen jälkeen alkaa uusi tukivaihe alkukontaktilla. Vaiheista voidaan erottaa myös kiinnekohtia: kantaisku, kanta-keinu, kannannosto, päkiäkeinu ja varvastyöntö. (Whittle 2002: 46-47.)

Kävelyssä suurimpina voimantuottajina säären alueella toimivat pohjelihaksisto ja M. Tibialis Anterior. Alkukontaktissa M. tibialis anterior on aktiivinen tuottaen nilkan dorsaalifleksio-liikettä ja estää näin varpaiden pitkien ojentajalihasten kanssa jalkaterää hallitsematonta laskeutumista (läpsähtämistä) alustalle vaiheen aikana. Kuormitusvasteessa M. tibialis anterior tekee plantaarifleksio-suuntaista konsentrista lihastyötä jarruttaen jalkaterän liikettä kohti alustaa ja säätelee samalla jalkaterän pronaatio-suuntaista liikettä. Pohjelihakset jarruttavat alkukontaktivaiheessa liiallista nilkan koukistusta sekä sisäkiertoa sääressä. Ne ovat mukana säätelemässä myös kantaluun eversio-suuntaista liikettä ja estävät polven yliojentumisen. (Ahonen 2004: 144.)

Kävelyn keskitukivaiheessa nilkan liikesuunta muuttuu dorsaalifleksio-suuntaiseksi. M. tibialis anterior on passiivisena ja nilkan koukistuminen tapahtuu pääosin inertian aikaansaamana ja pääasialliseksi voimantuottajaksi siirtyy pohjelihaksisto, M. triceps surae. Pohjelihaksisto tukee polven asentoa ja estää mahdolliset yliojennukset. Lihakset ovat avustamassa myös subtalaarinivelen supinaatio-suuntaisessa liikkeessä, joka tapahtuu

reiden ulkokierron avulla. Keskitukivaiheessa pohjelihaksiston konsentrisen lihastyö jatkuu, lihaksiston tehtävänä on hidastaa säären eteenpäin suuntautuvaa liikettä, sekä avustaa muita lihaksia aikaansaamaan säären ulkokierto ja tukea jalkaterän etuosan ulkoreuna alustaa vasten. (Ahonen 2004: 146.)

Päätöstukivaiheessa kanta kohoaa maltillisesti ja M. triceps surae tuottaa plantaarifleksio-suuntaista liikettä, kun askel ponnistetaan loppuun saakka eli tapahtuu propulsio. Vaihe alkaa, kun tukiraajan puoleinen kantapää kohoaa alustalta ja loppuu siihen, kun heilahtava alaraaja koskettaa alustaa kantapää edellä. M. gastrocnemius vaikuttaa polven toimintaan ehkäisemällä sen yliojentumista ja samaan aikaan se estää myös nilkan liiallisen dorsaalifleksio liikkeen. Säären etuosan lihakset ovat passiivisina tässä askelsyklin vaiheessa, kun taas säären takaosan lihakset ja pohjelihakset ovat aktiivisina. Pohjelihasten tehtävä on tämän vaiheen aikana tukea säärtä alustasta välittyvää reaktivoimaa vastaan ja auttaa polven koukistumisessa. Pohjelihasten tehtävänä on myös avustaa jalkaterän sisäreunalle tapahtuvassa painonsiirrossa, kun ulkoreuna lähtee kohoamaan pois alustasta. (Ahonen 2004: 147.)

Esiheilahdusvaiheessa jalkaterässä tapahtuu passiivinen kantapään irtoaminen alustasta ja aktiivinen varvastyöntö, kun jalkaterästä muodostuva jäykkä vipuvarsi lukitsee jalkaterän. Samalla alkaa askelsyklin toinen kaksoistukivaihe, kun vastakkainen alaraaja osuu alustaan. Polven koukistuminen esiheilahdusvaiheessa tapahtuu osittain inertian vaikutuksesta, mutta Mm. gastrocnemii-lihakset auttavat koukistuksen tekemisessä. (Ahonen 2004: 306.)

Esiheilahdusvaihetta seuraa alkuheilahdusvaihe, joka alkaa siitä, kun jalka irtoaa alustasta. Tässä askelsyklin vaiheessa tapahtuu paljon eteenpäin vievää liikettä. Vaihe päättyy, kun heilahtava jalka ohittaa tukijalan. Tässä vaiheessa reiden eteenpäin heilahtaminen on vapaan alaraajan heiluriliike, jolloin alaraajan lihaksissa ei tapahdu paljoakaan aktiivista lihastyötä. (Sandström-Ahonen 2011: 307.)

Keskiheilahdusvaihe alkaa, kun jalka jatkaa matkaansa tukijalan ohi. Vaihe tulee päätökseensä säären ollessa pystysuorassa asennossa. Tässä vaiheessa nilkka aloittaa koukistumisen ja tästä syystä säären etuosan lihakset kuten M. tibialis anterior aktivoituvat uudelleen. Loppuheilahdusvaihe on viimeinen askelsyklin vaihe. Tässä vaiheessa sääri ojentuu suoraksi. polvinivelen avulla. Vaihe ja koko sykli päättyy, kun jalka osuu

alustaan. Tässä vaiheessa säären etuosan lihakset pitävät nilkan dorsifleksiossa ja tekevät konsentrista lihastyötä, jottei jalkaterä iskeytyisi liian lujaa alustaan. (Sandström-Ahonen 2011: 308.)

3.2 Kävelyn analyysi

Kävelyn analyysi on tärkeä työkalu jalkaterapeutin työssä. Analyysin avulla voidaan havaita erilaisia alaraajojen biomekaanisia poikkeavuuksia, jotka eivät tule esille muualla kuin ihmisen liikkeessä. Kävelyssä tapahtuvat poikkeavuudet voivat osaltaan aiheuttaa ihmiselle muita ongelmia, kuten erilaisia kiputiloja. Tehtyjen havaintojen perusteella voidaan tehdä päätelmiä kävelyn muutokseen vaikuttavista tekijöistä. Kävelyn analyysissä havaintoja tehdään koko kehosta, nivelten asennoista ja liikkeestä, edestä, takaa ja sivulta katsottuna. (Saarikoski 2004: 209-218.) Lonkan, polven ja nilkan nivelten liikesuunnat ja toiminta, sekä mahdollisen epänormaalin toiminnan syyn selvittäminen ovat keskeisiä osia jalkaterapian näkökulmasta.

Kävelyn analyysi perustuu usein terapeutin subjektiiviseen kokemukseen ja havainnointiin, joka tapahtuu paljaalla silmällä. Apuna voidaan käyttää esimerkiksi: suurnopeuskameroita, juoksumattoa, jalkapohjan paineantureita sekä erilaisia mobiililaitteeseen ladattavia applikaatioita. Sitä, mitä kävelyn aikana lihaksistossa tapahtuu, on hankalaa täysin havainnoida subjektiivisilla menetelmillä.

Videokameroiden käytön on todettu olevan yksi hyödyllisimmistä apuvälineistä kävelyn analyysin tukena. Videoinnin avulla voidaan toistaa testattavan suoritus lukemattomia kertoja, ilman että testattavan tarvitsee kävellä kuin muutaman kerran. Tämä on erityisen hyödyllistä silloin, kun testattavalla on kipuja, jotka tekevät kävelystä vaikeaa. Kameran tallentama video voidaan myös esittää testattavalle itselleen. Tämä tekee kävelyn analyysin ja opettamistilanteet helpommiksi. Videolta on mahdollista myös tarkastella kävelyä hidastettuna ja nähdä tarkemmin pieniä yksityiskohtia, joita paljain silmin ei välttämättä huomaisi. (Whittle 2002: 130.)

4 Käytettävyyden arviointi

Käytettävyys on ominaisuus, joka liittyy tuotteen käyttämiseen. Usein sillä tarkoitetaan miten tehokkaasti, taloudellisesti ja miellyttävästi käyttäjä kykenee suorittamaan tietyn tehtävän tiettyjen toimintojen välityksellä, jotka ovat edellytys sille, että asetettu tavoite

saavutetaan. Useimmiten mitattaessa käytettävyyttä ja sen ominaisuuksia mainitaan opittavuus, tehokkuus ja miellyttävyys. Olennaista kaikille näille ominaisuuksille on, että ne pystytään mittaamaan empiirisesti. (Kaartokallio - Mäkelä - Ranta - Silius - Tervakari 2002: 7.)

Käytettävyys voidaan terminä määritellä monella erilaisella tavalla. Eri tutkijoiden käsitykset käytettävyydestä eroavat toisistaan, etenkin siinä, onko käytettävyyttä mahdollista arvioida objektiivisesti yleistettäviksi käytettävyysindekseiksi, vai onko käytettävyys puhtaasti kontekstisidonnainen ominaisuus, joka tulee ymmärtää subjektiivisena kokemukseksi. (Kaartokallio ym. 2002: 11.)

Jakob Nielsen kuvailee käytettävyyttä osana tuotteen käyttökelpoisuutta. Se on Nielsenin mukaan tärkeä osa minkä tahansa tuotteen tai järjestelmän hyväksyttävyyttä. Käytettävyys termi kuvaa kaikkia systeemin alueita, joiden kanssa ihminen voisi olla tekemisissä. Myös järjestelmän asennus ja ylläpito ovat tärkeitä käytettävyydessä arvioitavia asioita. Nielsen listaa käytettävyyteen viisi eri osa-alueita: opittavuus, tehokkuus, muistettavuus, virheet ja subjektiivinen tyytyväisyys. Näitä tulisi arvioida käytettävyyttä tarkasteltaessa Nielsenin listan perusteella. (Kaartokallio ym. 2002: 10.)

Nielsenin listassa opittavuutta mitataan usein sillä, kuinka nopeasti käyttäjä kykenee saavuttamaan jonkin tietyn taitotason. Tehokkuutta arvioitaessa tulee ensin määritellä ns. kokenut käyttäjä eli käyttäjä, joka on käyttänyt sovellusta jonkun tietyn ajan. Usein tämäkin mitataan ajallisesti. Listalla kolmantena on muistettavuus. Tätä kohtaa pystytään harvoin mittaamaan yhtä tarkasti kuin muita kohtia. Muistettavuutta voidaan testata sellaisilta käyttäjiltä, jotka eivät ole vähään aikaan käyttäneet kyseistä sovellusta tai laitetta. Virheiden määrä puolestaan ilmaisee suoraan käytettävyyttä. Virhe määritellään miksi tahansa toiminnoksi, joka ei johda haluttuun tavoitteeseen. Subjektiivista tyytyväisyyttä mitataan useimmiten jonkinlaisella kyselylomakkeella, mutta sitä voidaan arvioida esimerkiksi myös verenpaineen mittauksella tai silmien liikkeellä. (Kaartokallio ym. 2002: 10.)

Nielsenin lista on yksi yleisimpiä käytännössä hyödynnettäviä käytettävyyden arvioinnin sääntökokoelmia. Eri lähteissä siitä löytyy hieman erilaisia versioita, mutta pääpiirteet ovat samat: vuorovaikutuksen käyttäjän kanssa pitää olla yksinkertaista ja luonnollista, vuorovaikutuksessa tulee käyttää käyttäjän kieltä, käyttäjän muistin kuormitus tulee minimoida, käyttöliittymän tulee olla yhdenmukainen, järjestelmän tulee antaa käyttäjälle

kunnollista palautetta reaaliajassa, ohjelmassa ja sen osissa tulee olla selkeät poistumistiet, oikopolkuja ja tehokasta työskentelyä tulisi tukea, virheilmoitusten tulee olla selkeitä ja ymmärrettäviä, virhetilanteisiin joutumista tulisi välttää ja käyttöliittymässä tulee olla kunnolliset avustustoiminnot ja dokumentaatio. (Kuutti 2003: 49.)

Käytettävyyden arvioinnin voi suorittaa henkilö, jolla ei ole aiempaa kokemusta kyseisestä laitteesta tai sovelluksesta. Tällainen henkilö kykenee keskimäärin löytämään noin 22 % käytettävyyden ongelmista. Jos käytettävyyttä arvioi henkilö, joka on käytettävyyden asiantuntija, eli käyttänyt arvioitavaa tuotetta aiemminkin, luku kaksinkertaistuu. Paras mahdollinen lopputulos saadaan aikaiseksi sillä, että arvioija tuntee sekä arvioitavan laitteen tai sovelluksen ja on perehtynyt käytettävyyden periaatteisiin. (Kuutti 2003:49.) Useampaa arvioijaa käyttämällä pystytään löytämään luonnollisesti enemmän käytettävyyso ongelmia, sillä eri arvioijat kiinnittävät huomiota eri asioihin. Useat tutkimukset puoltavat tätä ajatusta, että ongelmien löytymisprosentti nousee, kun käytetään useampaa kuin yhtä arvioijaa. Arvioijien määrän nostaminen yli viiden ei enää nosta ongelmien löytymismäärää. (Kuutti 2003: 48.)

5 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoitus on arvioida Myontecin säärystimii ja niiden käytettävyyttä kävelyn analyysin tukena. Tavoitteena on tuottaa tietoa Myontecille siitä, kuinka säärystimii voi käyttää apuna jalkaterapeutin tekemässä kävelyn analyysissä.

Opinnäytetyön kehitystehtävä on:

1. Myontecin säärystimien käytettävyyden arviointi kävelyn analyysin tukena

6 Menetelmälliset ratkaisut

6.1 Opinnäytetyössä käytetyt säärystimet ja kävelyn analyysi

Tässä opinnäytetyössä käytetyt säärystimet olivat ensimmäinen pari Myontec Oy:n valmistamia lihasaktivaatioita mittaavia säärystimisiä. Säärystimet mittasivat säären alueen kolmen suurimman lihaksen, M. Tibialis anteriorin, M. Soleuksen, sekä Mm. gastrocnemii (yhdistettynä lateralis ja medialis) -lihaksia. Säärystimien toiminta perustuu EMG-teknoologiaan, kuten Myontec Oy:n aiemmissakin tuotteissa. Opinnäytetyössä tehtävät mitaukset ja analyysi osuus suoritettiin käyttämällä Myontec Oy:n kehittämää Muscle Monitor -ohjelmaa.



Kuva 2. Säärystimet ja lähettimet.

Tämän opinnäytetyön kävelyn analyysissä tarkkailtiin erityisesti ylemmän ja alemman nilkkanivelen toimintaa kävelysyklin aikana. Kävelyn analyysin aikana havainnoitiin alkukontaktissa tapahtuvaa kantaluun asentoa ja ylemmän nilkkanivelen asentoa. Keskitukivaiheessa pyrittiin havainnoimaan, irtoaako kantaluu oikeaan aikaan alustasta, tapahtuuko vaiheen lopussa alemmassa nilkkanivelessä resupinaatio-suuntaista liikettä ja liikkuuko ylempi nilkkanivel dorsifleksiosta plantaarifleksioon.

Päätöstukivaiheen aikana tarkkailtiin sitä, tapahtuuko kantapään irrotessa alustasta ylemmässä nilkkanivelessä dorsifleksio-suuntaista liikettä, ja onko kantaluu inversiossa. Esiheilahdusvaiheen aikana pyrittiin analysoimaan varvastyöntöä, alemman nilkkanivelen plantaarifleksoitumista, alemman nilkkanivelen supinaatiota, joka muuttuu heilahdusvaiheen edetessä pronatio- suuntaiseksi liikkeeksi.

Päätöstukivaiheen aikana tarkkailtiin sitä, tapahtuuko kantapään irrotessa alustasta ylemmässä nilkkanivelessä dorsifleksio-suuntaista liikettä, ja onko kantaluu inversiossa. Esiheilahdusvaiheen aikana pyrittiin analysoimaan varvastyöntöä, alemman nilkkaniveleen plantaarifleksoitumista, alemman nilkkaniveleen supinaatiota, joka muuttuu heilahdusvaiheen edetessä pronaatio- suuntaiseksi liikkeeksi.

6.2 Aineistonkeruumenetelmät ja eteneminen

Tämän opinnäytetyön aineistonkeruumenetelmä oli triangulaatio. Työssä yhdistetään useampaa eri aineistoa, tässä tapauksessa testaaajien omia havaintoja ja testiin osallistuneiden henkilöiden kyselyiden vastauksia. Tutkimuksessa oli useampi kuin yksi testaaaja, jotka kaikki havainnoivat vuorotellen samaa ilmiötä. Triangulaatiolla saadaan parannettua opinnäytetyön tuloksien luotettavuutta. (Willberg 2009: 7.)

Säärystimien käytettävyyden arvioimiseksi järjestettiin testitilanne, jossa simuloitiin jalkaterapeutin suorittama kävelyn analyysi (liite 5). Testitilanteen avulla kerättiin tietoa säärystimien käytettävyydestä testaaajilta, ja testiin osallistuneilta henkilöiltä joiden kävelyä testitilanteessa tarkkailtiin. Testaaajat täyttivät testitilanteiden jälkeen kyselyn, jossa arvioitiin säärystimien opittavuutta, tehokkuutta, muistettavuutta, virheitä ja miellyttävyyttä kävelyn analyysi tilanteessa (liitteet 1-3). Testihenkilöt täyttivät avoimia kysymyksiä sisältäneen kyselyn, jossa kysymykset koskivat pääosin subjektiivista tyytyväisyyttä ja mikä oli testihenkilön yleinen mielipide säärystimistä (liite 4).

Säärystimien käytön tehokkuutta arvioitiin testaaajien kyselyissä mittaamalla aikaa, joka säärystimien käyttövalmiiksi saamiseen kului. Ennen käyttöä säärystimien elektrodit tuli kostuttaa, pukea, lähettimet piti kiinnittää säärystimiin ja lopuksi tarkistaa, että säärystimet on puettu oikein päin ja oikean lihaksen kohdalle. Myös sovelluksen käytön tehokkuutta arvioitiin. Virheiden määrä ja virheelliset kohdat kirjattiin ylös kyselyssä. Opittavuutta arvioitiin testaaajan oman subjektiivisen kokemuksen kautta.

Aineistona kävelyn analyysissä oli suurnopeuskameroiden tuottama video ja EMG-säärystimien tuottama lihasten aktiivisuuskäyrä. Ensimmäinen kävelyn analyysi tilanne suoritettiin siten, että testihenkilö käveli juoksumatolla ilman säärystimiiä. Tämä tehtiin sen vuoksi, jotta voitaisiin vertailla muuttavatko säärystimet testihenkilöiden kävelyä. Kävelyn analyysi tilanne EMG -säärystimien kanssa toistettiin jokaisen testihenkilön kohdalla kolme kertaa, jotta jokainen testaaaja saisi suorittaa mittauksen.

Ennen varsinaisia testejä suoritettiin pilottitesti, jolla varmistettiin testitilanteen sujuvuus. Testiin osallistui viisi henkilöä. Kaikki testiin osallistujat olivat vapaaehtoisia, perusterveitä ihmisiä ja he täyttivät sisäänottokriteerit. Sisäänottokriteerinä testiin oli osallistuvan henkilön oltava Metropolia Ammattikorkeakoulun opiskelija, kykenevä kävelemään juoksumatolla noin 20 minuutin ajan, myös laitteen istuvuuden varmistamiseksi oli osallistujan pohkeen ympärys oltava paksuimmasta kohdasta mitattuna noin 37 cm.

Testiin osallistujille ei koitunut testiin osallistumisesta minkäänlaisia kustannuksia. Testiin osallistujien henkilöllisyyttä ei aineiston perusteella ole mahdollista selvittää, eikä testiin osallistuneista ole säilytetty mitään henkilökohtaisia tietoja. Opinnäytetyö prosessi oli käynnissä koko vuoden 2018. Taulukossa 1 on eritelty opinnäytetyön vaiheet ja eteneminen.

Taulukko 1. Opinnäytetyön aikataulusuunnitelma

Tammikuu 2018	Aiheen valinta, rajausta, ryhmytyminen ja suunnitelman laatimisen aloitus
Helmikuu 2018	Pinta EMG laitteiston käyttön opettelu ja keskustelu yhteistyökumppanin kanssa.
Maalis-huhtikuu 2018	Tiedonkeruu aiheesta ja Myontecin järjestämä koulutus säärystimien käytöstä.
Toukokuu 2018	Aiheen uudelleen rajausta, pinta EMG laitteen poisjätto. Teoreettisen tietoperustan syventäminen.
Kesä-heinäkuu 2018	Valmiin tekstin puhtaaksi kirjoitus. Teoria pohja valmiiksi. Säärystimiin tutustuminen ja käytön harjoittelu.
Elokuu 2018	Teoriapohjan ja protokollan viimeistely. Testihenkilöiden valikoiminen, kirjeiden laatiminen testihenkilöille. Henkilöiden värväys ja kirjeiden lähetys.
Syyskuu 2018	Pilottitesti ja testimittauksien suorittaminen.
Lokakuu 2018	Tuloksien analysointi ja pohdinta. Abstraktien tekeminen.
Marraskuu 2018	Opinnäytetyön arviointi ja julkistaminen.

6.3 Aineiston analyysi

Aineiston keräyksen jälkeen kyselylomakkeet käytiin yksitellen läpi ja vastauksista tehtiin yhteenveto. Yhteenvedossa kiinnitettiin huomiota käytettyjen sanojen positiivisiin, negatiivisiin ja neutraaleihin sävyihin. Tässä opinnäytetyössä käytetyt menetelmät ovat kvalitatiivisia eli laadullisia ja aineiston analysointi tapa on ymmärtämiseen pyrkivä. Ymmärtämiseen pyrkivä tapa on tyypillinen laadullista aineistoa analysoidessa. (Hiltunen nd:3.) Laadullisen aineiston analysoinnissa voi käyttää teemoittelua (Silius 2008). Tässä opinnäytetyössä jaoteltiin kerätty aineisto eli kyselyiden vastaukset valikoiden teema-alueittain, jotka ovat Nielsenin listan käytettävyyden viisi osa-alueita.

Tulokset esitetään tässä opinnäytetyössä prosentuaalisesti, sekä subjektiivisen kokemuksen kautta. Laadullisessa menettelyssä sisällönanalyysin avulla pystytään analysoimaan suullisia sekä kirjallisia kommunikaatioita, jonka avulla voidaan tarkastella asioiden merkityksiä, seurauksia ja yhteyksiä. Tällä tarkoitetaan kerätyn aineiston tiivistämistä sellaiseen muotoon, että tutkittavia asioita voidaan yleistettävästi tai lyhyesti kuvailla. Tärkeää on, että samanlaisuudet ja eriävyydet eritellään tutkimusaineistosta. (Laadulliset tutkimusmenetelmät hoitotieteessä 2003: 2123.) Vastaukset jaettiin Nielsenin listan mukaisiin teemoihin. Vastauksista tehtiin yhteenveto, jossa esille nostettiin samankaltaiset mielipiteet ja selvästi eroavat mielipiteet.

7 Tulokset

7.1 Kyselyjen tulokset

Testattavista 80 % koki säärystimet helpoksi pukea. 20 % koki säärystimien pukemisen haastavaksi ja kertoivat pelkäävänsä, että säärystimet menevät pukemisen yhteydessä rikki. 60 % kertoivat säärystimien istuvan hyvin, 20 % mainitsi säärystimien olevan napakat mutta eivät kuitenkaan epämiellyttävät. 20 % kertoivat säärystimien mallin olevan epäsopiva, sillä ne olivat toisesta kohdasta kireät ja toisesta löysät. 80 % mukaan lähettimien mahdollista liikettä tai säärystimia ei huomannut kävellessä. 20 % kokivat säärystimet hieman liian suuriksi niin leveys- kuin pituussuunnassakin, etenkin lähettimien kiinnityksen jälkeen säärystimet eivät tuntuneet pysyvän paikallaan ja lähetin/lähettimeet tuntuivat heiluvan. 20 % kertoi säärystimien kosteuden häiritsevän ja ärsyttävän säärtien ihoa.

Yleinen testiin osallistujien käyttökokemus säärystimistä oli positiivinen. Testiin osallistujat kuvailivat säärystimia kommentoissaan helppokäyttöisiksi, miellyttäviksi ja kevyiksi sekä huomaamattomiksi kävelyn aikana. Avointa kehitysehdotus kysymystä testiin osallistuneille ei annettu, mutta useimmat toivoivat parempaa pukemisen säädettävyyttä säärystimisiin.

Testaajat kokivat Muscle monitor -ohjelman käytön helpottuvan toistuvien käyttökertojen myötä. Käytön opettelu helpotti ohjelman selkeä ulkoasu ja asettelu. Ohjelman käyttö koettiin selkeäksi ja yksinkertaiseksi. Tässä opinnäytetyössä ohjelmassa käytettiin vain kävelyn mittaukseen tarkoitettua tilaa. Ohjelmasta löytyi useita muitakin mittaustiloja, joita ei käytetty tai testattu opinnäytetyön yhteydessä.

Testaajien mielestä säärystimin ja Muscle monitor -ohjelman käyttäminen oli kokonaisuudessaan kokemuksena positiivinen. Yksi testaaja kuvaili käytön ohjelman toimiessa olleen erittäin jouhevaa ja miellyttävää. Toinen testaaja oli hieman pettynyt datan keräämisen vaikeuteen, kolmas testaaja oli sitä mieltä, että toistojen jälkeen käyttö oli helppoa, vaikka käytössä ilmeni paljon pieniä häiritseviä asioita, kuten molempien säärystimien mittauksen käynnistys ja pysäyttäminen erikseen. Huomiota käytettävyyden arvioinnissa kiinnittivät myös eriävyydet vasemman ja oikean säärystimen lihasaktivaation kuvaajien asettelussa, joka hankaloitti analysointivaihetta.

Säärystimien pukemisen ohjeistaminen testiin osallistuneille henkilölle koettiin helpoksi. Säärystimien asettaminen anatomisesti oikein ja langattomuuden mahdollistavien säärystimien lähettimien kiinnitys koettiin haastavaksi. Lähettimien irrotuksessa ongelmia tuotti kiinnitysmekanismin ajoittainen jumiutuminen liikkumattomaksi, jolloin kiinnitysmekanismin avaamiseksi piti käyttää voimaa.

Ajan havaittiin jokaisen testihenkilön kohdalla vähenevän toistojen myötä. Havaittiin myös, että saman tutkimushenkilön kanssa säärystimien ohjeistama aika oli lyhyempi viimeisellä kuin ensimmäisellä tutkijalla. Mittauksen lopettaminen, säärystimien riisuminen ja ohjelman sammuttaminen oli jouhevaa.

Mittausten aikana ilmenneistä virheistä ja virhealttiista kohdista pidettiin kirjaa. Säärystimien lähettimet eivät jokaisella mittauskerralla toimineet. Muscle Monitor -ohjelma teki tästä virheilmoituksen, jossa ei kuitenkaan ollut korjausehdotusta. Osalla mittauskerroista yhden mitattavan lihaksen aktiivisuus kuvaaja saattoi jäädä virheelliseksi tai sitä ei näkynyt ollenkaan. Tämän virheen arvioitiin johtuvan lähettimen kiinnitysvirheestä, säärystimen epäsopivasta koosta testiin osallistuneelle tai säärystimen väärästä asettelusta. Testin aikana koko Muscle Monitor -ohjelma kaatui kerran, ja sillä hetkellä käynnissä ollut mittaus oli aloitettava alusta. Ohjelmassa on mahdollista merkitä lippu symbolilla kohtia lihasaktiivisuus kuvaajassa. Merkkilippujen asettelu oli myös nimetty virhealttiiksi kohdaksi, sillä merkkilipun saaminen haluttuun kohtaan koettiin haasteelliseksi.

Kaikki testaajat kokivat lähettimiin liittyvät asiat virhealttiina. Lähettimien sopiva kiinnitys ja irrottaminen aiheuttivat useilla testikerroilla ongelmia. Akun kesto toistuvissa testitilanteissa nousi myös esille. Lähettimiä täytyi ladata muutamien testikertojen välissä. Haastavaksi koettiin se, että lähettimissä ei ollut mahdollista saada niistä virtaa pois päältä, ja niiden jatkuvassa poisotossa ja takaisin säärystimiin kiinnitettäessä ilmeni vaikeuksia lähettimien signaalien kanssa. Säärystimien pukemisessa virhealttiiksi kohdaksi koettiin säärystimien pukeminen anatomisesti oikein, jotta elektrodit osuivat varmasti mitattavan lihaksen kohdalle. Muita mainittuja virhealttiita kohtia olivat mittauksien aloittaminen, datan tallennus sekä asiakkaan ohjaus siten, ettei testiin osallistuja irrota säärystimistä väärin repimällä lähettimiä irti.

7.2 Lihasten sähköinen aktiivisuus ja kävelyn analyysi

Yhtäläisyyksiä löytyi subjektiivisen kävelyn arvioinnin ja EMG -datan välillä. EMG -datan analysoinnin avulla alaraajojen puolierojen havaitseminen oli helpompaa kuin pelkällä silmin tehtävällä analyysillä. Esimerkiksi jos videolla näytti siltä, että testihenkilön toinen jalka läpsähti alustaan voimakkaammin kuin toinen jalka, lihasaktiivisuus käyrällä tibialis anterior lihas ei aktivoitunut yhtä paljon kuin toisessa jalassa, jossa läpsähdys ei näyttänyt yhtä hallitsemattomana. Kävelyn analyysin aikana silmillä havaitut asiat, kuten päätöstukivaiheen vähäinen kantaluun kohoaminen alustasta saivat mahdollista lisävarmuutta, kun vaihe näyttäytyi Muscle Monitor-ohjelmassa pohjelihaksiston passiivisuutena.

Monella testihenkilöllä havaittiin varpaiden olevan lähes koko kävelysyklin ajan hyvin aktiiviset, samoin tibialis anterior lihas. Eräällä testihenkilöllä voimakas abduktio jalkaterissä sekä melkein koko kävelysyklin ajan jatkuva pronaatiosuuntainen asento jalassa saivat mahdollisesti aikaa sen, ettei kannannostoa ja varvastyöntöä päässyt kunnolla tapahtumaan ja tästä syystä gastrocnemii- lihakset aktivoituivat vain hyvin vähän.

Säärystimet toivat numeraalisia arvoja, joihin voi myöhemmin vielä palata ja asiakkaan kehitystä on helppoa seurata sitä kautta. Kehityksen seuraaminen on tarpeellista esimerkiksi kävelyn uudelleen opettelussa. Jos asiakkaalla ilmenee kipuja tai vaivoja, joiden oletetaan johtuvan virheellisestä kävelystä, vaikka jalkaterin voimakkaasta abduktiosta ja pronaatiosta voidaan asiakasta ohjata pikkuhiljaa suoristamaan jalkateriään eteenpäin kävellessä. EMG- säärystimien avulla voidaan seurata, miten lihasten aktiivisuus muuttuu, saadaanko pohjelihaksia aktiivisemmiksi vai tapahtuuko jotain mitä ei olisi haluttu tapahtuvan kuten jonkun väärän lihaksen aktivoituminen.

EMG -data toi ilmi myös sellaisia asioita lihasaktiivisuudesta kävelyn aikana, joita testaajat eivät osanneet ajatella. Esimerkiksi jonkin lihaksen pitkittynyt aktivaatio, aktivaatio samaan aikaan toisen vastavaikuttajanakin toimivan lihaksen kanssa tai jopa lihaksen aktivaatio koko kävelysyklin aikana.

8 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli arvioida Myontec Oy:n EMG säärystimiä kävelyn analyysin tukena. Jalkaterapeutin työssä yksi oleellinen arviointimenetelmä on kävelyn analyysi, jonka avulla voidaan havaita lihasten ja nivelten virheellisiä toimintoja mikä voisi pystyasennon havainnoinnissa jäädä huomaamatta.

Kävelyn muutoksia aiheuttavia tekijöitä on monia. Lihakset voivat olla heikentyneet kivun, selvän vamman tai vähäisen käytön vuoksi. Fibroottinen kudosis voi rajoittaa liikelaajuutta nivelessä ja lihaksissa tai ortoosi, jonka tarkoitus on suojella tiettyä aluetta rajoittaa liikelaajuutta kävelyssä. Myös aivo- ja selkäydinvammat voivat häiritä kävelyn sujuvuutta. Aivoinfarkti, spastisuus, hemiplegia tai päähän on kohdistunut suora vamma ovat asioita, jotka aiheuttavat häiriöitä normaaliin kävelysykliin. (Perry n.d.)

Yksi opinnäytetyön tärkeä pohdittava asia oli, tuoko EMG säärystin lisäarvoa kävelyn analyysiin. EMG-datan numeeriset arvot ovat hyödyllisiä jalkaterapeutin tekemässä kävelyn analyysissä, varsinkin niissä tapauksissa kun säärystintä käytetään apuvälineenä esimerkiksi toiminnallisen harjoittelun seurannassa, jos tarkoitus on esimerkiksi harjoittaa yhtä lihasta progressiivisesti joka ei toimi toivotulla tavalla.

Terapeutilla on mahdollisuus saada muitakin välineitä asiakkaan lihasten aktiivisuuden mittaamiseen kuin oma tuntemus siitä, kuinka voimakkaasti asiakas pystyy esimerkiksi koukistamaan ja ojentamaan nilkkaansa. Jos asiakkaan säären alueen lihaksen passiivisuuden tai yliaktiivisuuden takia kävelysykli ei näyttäydy enää normaalina ja aiheuttaa epämiellyttävää tunnetta tai kipua, voi EMG-säärystimestä olla hyötyä. Säärystimen avulla olisi helppo kartoittaa mikä lihas ei aktivoidu oikealla hetkellä tai jää passiiviseksi. Jos asiakas osaa vielä kertoa, missä askelsyklin kohdassa esimerkiksi kipu ilmaantuu, on kävelyn analyysissä helppo tehdä havaintoja paljain silmin ja säärystimen tuottaman datan avulla.

Lihasten aktivaatiojärjestys ja aktivaation kesto kävelysyklin aikana voi olla hyödyllinen tieto jalkaterapeutille joidenkin asiakkaiden tapauksessa. Jonkin tietyn lihaksen vähäinen aktiivisuus voi johtaa toisen ylirasittumiseen ja vaikuttaa sitä kautta kävelyyntä ja yleensä kehoon. Se mistä lihasten aktivaatiojärjestyksen muuttuminen tai sen häiriöt johtuvat, tulee jalkaterapeutin selvittää muilla testeillä. Kävelyn analyysillä ja EMG-mittauksella jalkaterapeutti pystyy ainoastaan olemaan varmempi löydöksestään.

Tämän opinnäytetyön havaintojen pohjalta jokaisen jalkaterapeutin vastaanotolle EMG-säärystimet eivät ole ensisijaisesti hankittava mittausväline. Jalkaterapeutti, jonka asiakas koostuu suurimmaksi osaksi kuntoutusta vaativista henkilöistä, erilaisista kipupotilaista tai urheilijoista olisi hyvä pohtia laitteen hankkimista. Asiakkaan, joka on esimerkiksi onnettomuuden tai vamman seurauksena kuntoutettavana voisi heidän kehitystään olla hyödyllistä seurata EMG-mittauksien avulla.

Ainoastaan EMG-mittauksen ja kävelynanalyysin perusteella voi harvoin tehdä varmoja johtopäätöksiä asiakkaan vaivasta. Ne tuovat lisävarmuutta muiden kliinisten testien ohella jota jalkaterapeutti vastaanotollaan tekee, mutta yksistään niitä ei voi käyttää. Jotta EMG-analyysi ja kävelyn tutkimuksen tulokset olisivat luotettavia ovat tarkat biomekaaniset tutkimukset välttämättömiä. Esimerkiksi kattava anamneesi, pystyasennon havainnointi, navicular drop-test, alemman nilkanivelen neutraali asento ja sen liikkuvuus sekä näiden lisäksi tehtävät muut testit ovat yksittäisiä asioita, jotka yhdessä kävelyn analyysin ja EMG-mittauksen kanssa voivat tuoda hyödyllistä tietoa oikeissa asiakastilanteissa.

Laitteen käytön aikana opimme paljon uutta EMG-laitteiden käytöstä. EMG:n mittaaminen ei ole yksinkertainen asia, josta saisi ikinä yksin varmaa tietoa. Moni asia voi häiritä mittausta ja sitä kautta vääristää koko tulosta. EMG datan lukeminen ja sen muuttaminen ei myöskään ole itsestäänselvyys ja pelkästään se, että Myontec Oy:n Muscle Monitor-ohjelma muuttaa saadun tiedon muotoon, josta voi tehdä päätelmiä, helpottaa työtä huomattavasti.

Koska säärystimet ovat vasta prototyyppivaiheessa, käytettävyys ja käyttökokemukset vaikuttivat tuotteen kannalta hyviltä arvioinnin kohteilta. Kyselylomakkeiden analysoinnin jälkeen kehittämissuunnitelmia säärystimetekstiiliin löytyi muutamia. Säärystimien kiinnitys voisi olla säädettävä, jotta säärystimien yksilöllinen istuvuus paranisi. Säärystimien pukemiseen oikeinpäin toivottiin tutkijoiden puolesta apumerkkejä, esimerkiksi malleolien kohdalle muutama värikäs tikki tai muita samankaltaisia selkeään, jalasta löytyvään maamerkkiin kohdistettavia osoittimia.

Lähettimien kohdalla epäselväksi jäi, saako ne kytkettyä manuaalisesti pois päältä vai sammuvatko ne itsestään. Akun keston optimoimiseksi asiakastilanteissa selkeä

päälle/pois toiminto toisi turvan tunnetta EMG-tutkimuksen onnistumiseen. Toisaalta prototyyppi vaiheisessa säärystimissä ei ollut käytössä Myontec Oy:n viimeisin versio lähettimilaitteesta, joten nämä asiat varmasti muuttuvat tuotteen kehittyessä.

Kävelynanalyysin tuloksiin yksi vaikuttava tekijä oli se, että mittaukset tehtiin testihenkilön kävellessä juoksumatolla. Juoksumatto vaikutti osan kävelyyn tehden siitä epävaakaampaa ja moni testihenkilöistä myönsikin, että juoksumatolla kävely on heille vierasta. Juoksumaton vaikutukset ovat huomattavissa kävelyn analyysi videoilta ainakin osalla testihenkilöistä leveästä raideleveydestä ja lyhentyneestä askelvälistä. Tämä on varmasti osaltaan vaikuttanut siihen miltä EMG-säärystimien tuottama data näyttää. Muitakin mittausvirheitä on voinut sattua, jotka ovat mahdollisesti liittyneet säärystimien virheelliseen tai hätiköidyin tehtyyn pukemiseen, lähettimien huonoon laittoon, säärystimien huonoon istuvuuteen joidenkin testihenkilöiden kanssa tai testihenkilöiden omaan vaatetukseen, joka ei ollut ihanteellisin testihetkenä.

Testihenkilöiden kyselylomakkeen validiteetti oli mielestämme hyvä. Kysymykset olivat kohdennettuja ja ne mittasivat sitä, mitä halusimmekin. Reliabiliteetti oli mahdollisesti hieman hatarampi, sillä kysymyksien selkeyttä olisi voinut hieman muokata. Epäselväksi jäi, ymmärsivätkö kaikki tutkittavat kysymykset samalla tavalla. Kuitenkin kaikki vastaajat vastasivat rehellisesti ja he kykenivät kertomaan oman mielipiteensä nopeasti tutkimuksen jälkeen. Vastaukset tuskin ovat virheellisiä. Tutkimuksessa oli pieni otanta, viisi ihmistä, joka vaikuttaa tutkimuksen yleistettävyyteen. Käytettävyyttä arvioidessa käytettävyyssasiantuntija on kuitenkin suuremmassa roolissa ja luotettavampi lähde, kuin ihminen joka käyttää laitetta ensimmäisen kerran.

Tutkijoiden täyttämässä kyselylomakkeessa onnistuimme mielestämme hyvin. Reliabiliteetti oli mielestämme vielä parempi kuin testattavien lomakkeessa, koska ymmärsimme kaikki kysymykset samalla tavalla ja olimme rehellisiä. Jokainen oli lisäksi perehtynyt käytettävyyden arviointiin. Täytimme lomakkeet testimittauksien jälkeen samana päivänä, joten kaikki tutkijat muistivat vastauksensa mikä lisää testin luotettavuutta.

Laatimamme protokolla on mahdollista toistaa erittäin samankaltaisesti, kuin mitä tässä opinnäytetyössä. Kävelyn analyysi on kuitenkin subjektiivista, joten analyysissa voi tulla eroavaisuuksia, kuten myös EMG-dataa arvioidessa. Mielestämme onnistuimme selvittämään, tuoko EMG-data kävelyn analyysiin minkäänlaista lisäarvoa jalkaterapeutin työssä. Lisäksi tuotimme Myontec Oy:lle hyödynnettävää perustietoa säärystimistä ja

heidän laatimastaan sovelluksesta, niin käyttäjän kuin asiakkaankin näkökulmasta. Arvionamme on, että EMG-data tuo lisäarvoa kävelyn analyysin tueksi. EMG:n hyödyllisyys kävelyn analyysin tukena vaatii vielä kattavampia jatkotutkimuksia.

Lähteet

Ahonen, Jarmo 2004. Kävelyn arviointi. Teoksessa Liukkonen, Irmeli & Saarikoski Riitta (toim.): Jalat ja terveys. Helsinki: Kuntannus Oy Duodecim.

Ahonen, Jarmo & Sanström, Marita 2011. Liikkuva ihminen - Aivot liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. 1.painos. Lahti.

Ahtiainen, Juha & Häkkinen, Keijo 2017. Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen. Jyväskylän yliopisto. Verkkodokumentti. <https://www.jyu.fi/sport/opiskelijavalinta/lbi_lpe_lyt_2017_kirjalliseen-kokeen-aineisto/ahtiainen-juha-hakkinen-keijo> Luettu 16.2.2018.

Bengs, Dagny & Hellsten, Thomas & Jeglinsky, Ira & Kettunen, Jyrki & Surakka, Jukka 2017. Reliability of Measuring Lower-Limb-Muscle Electromyography Activity Ratio in Activities of Daily Living with Electrodes Embedded in the Clothing. Journal of Sports Rehabilitation. Verkkodokumentti. <<https://journals.humankinetics.com/doi/pdf/10.1123/jsr.2017-0019>> Luettu 3.10.2018.

Colyer, Steffi & McGuigan, Polly 2018. Textile Electrodes Embedded in Clothing: A Practical Alternative to Traditional Surface Electromyography when Assessing Muscle Excitation during Functional Movements. Pubmed. Verkkodokumentti. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5844196/#__fn_sectitle> Luettu 3.10.2018.

Hiltunen, Leena nd. Graduaineiston analysointi. Graduryhmä. Jyväskylän yliopisto. Verkkodokumentti. <http://www.mit.jyu.fi/OPE/kurssit/Graduryhma/PDFt/aineiston_analysointi2.pdf> Luettu 14.10.2018.

Kaartokallio, Heidi & Mäkelä, Teemu & Ranta, Pekka & Silius, Kirsi & Tervakari, Anne-Maritta 2002. Tietoverkkoavusteisen opetuksen käyttökelpoisuus. Käytettävyys ja pedagoginen käytettävyys opetuksen organisoinnin näkökulmasta. Tampereen teknillinen yliopisto. Verkkodokumentti. <http://matwww.ee.tut.fi/arvo/liitteet/TVT_usefulness_TUT.pdf> Luettu 23.05.2018.

Korhonen, Päivi & Mattila, Johanna 2015. Luustolihasen supistuminen ja energia-ai-neenvaihdunta. Otavan opisto. Verkkodokumentti. <<https://otavanopisto.muikkuverkko.fi/workspace/bi4-ihmisen-biologia-2/materials#p-92492>> Luettu 16.2.2018.

Kuutti, Wille 2003. Käytettävyys, suunnittelu ja arviointi. Helsinki: Talentum Oy.

Laadulliset tutkimusmenetelmät hoitotieteessä 2003. Nikkonen, Merja (toim.). Laadullisen hoitotieteellisen tutkimuksen perusprosessi: sisällönanalyysi. Juva: WS Bookwell Oy.

Myontec Oy 2018. Sähköinen tiedonanto. 18.10.2018.

Partanen, Juhani 2014. ENMG-tutkimuksen kliininen käyttö. Suomen lääkärilehti 69 (35). 2113-2120.

Perry, Jaquelin nd. The Contribution of Dynamic Electromyography to Gait Analysis. Verkkodokumentti. <<https://www.rehab.research.va.gov/mono/gait/perry.pdf>> Luettu 21.10.2018.

Rangayaan M. Rangaraj 2002. Biomedical Signal Analysis - A Case Study Approach. Calgary, Alberta, Kanada: John Wiley & Sons, INC.

Saarikoski, Riitta 2004. Kävelyn arviointi. Teoksessa Liukkonen, Irmeli & Saarikoski Riitta (toim.): Jalat ja terveys. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Silius, Kirsi 2008. Teemoittelu ja Tyypittely. Tampereen teknillinen yliopisto. Verkkodokumentti. <<https://docplayer.fi/9898776-Teemoittelu-ja-tyypittely.html>> Luettu 5.11.2018.

Soininen, Miia 2010. Terveysteknologia tulee arkeen. Lääkärilehti. Verkkodokumentti. <<http://www.laakarilehti.fi/ajassa/ajankohtaista/terveysteknologia-tulee-arkeen/>> Luettu 16.2.2018.

Whittle, Michael, W 2002. Gait analysis and indroduction, third edition. Oxford: Butterworthn Heinemann,

Willberg, Eeva 2009. Laadullisen aineiston luotettavuus. Erityispedagogiikan yksikkö. Kasvatustieteiden laitos. <<https://docplayer.fi/18735247-Laadullisen-tutkimuksen-piirteita.html>> Luettu 14.10.2018.

Protokolla mallinnettu tutkimuksesta:

Brooijmans, Frans - Gommans, Lindy - Meijer, Kenneth - Scheltinga, Marc - Smid, Annemieke - Teijink, Joep - Van Der Linden, Fred - Van Disseldorp, Emiel, 2016. Altered joint kinematics and increased electromyographic muscle activity during walking in patients with intermittent claudication. Journal of Vascular Surgery. Verkkodokumentti. <https://ac.els-cdn.com/S0741521415020042/1-s2.0-S0741521415020042-main.pdf?_tid=35c0ec8d-2041-4534-b193-455be67a43ad&ac-dnat=1527058495_2d46239a886d9087cff2ba4c33bb042d> Luettu 20.08.2018.

Aineistonkeruulomake (testaajille)

kävelyn analyysi

a) Alkukontakti: (kantaluun asento inversiossa eli st-nivel supinaatiossa, tc-nivel suht neutraalissa asennossa.)

b) Keskitukivaihe: (Kuormitusvasteessa st-nivel joustanut pronatoitumalla. Keskitukivaiheessa st-nivel on liikkunut pronatiosta resupinaatioon, Tc-nivel dorsifleksoituu painovoiman vaikutuksesta.)

c) Pääötösti: (kantapään irrotessa alustasta dorsifleksio tc-nivelessä suurimmillaan minkä jälkeen alkaa plantaarifleksio. kantaluu samaan aikaan inversiossa, st-nivel supinaatiossa = jalasta jäykkä vipuvarsi)

d) Esiheilahdus: (tc-nivel plantaarifleksoituu n. 20 astetta. 1. varvas ekstensiossa, tapahtuu varvaskeinu päkiän yli. St-nivelessä lievä supinaatio, kääntyy heilahdusvaiheen edessä pronatioon)

Lihasaktivaatiolomake, EMG säärystimen tuottama tieto

a) Alkukontakti: (m. tibialis anterior jarruttaa eksentrisesti plantaarifleksiota)

b) Keskitukivaihe: (Plantaarifleksorit eli pohjelihaksisto jarruttaa dorsifleksio liikettä)

c)Päätöstuki: (Säären etuosa passiivinen, m. gastrocnemius tekee eksentristä työtä estääkseen nilkan liiallisen dorsifleksion)

d) Esiheilahdusvaihe: (Plantaarifleksorit: Aluksi lihastyö voimakasta, passivoituu jalkaterän irrotessa alustasta.)

Yhtenevät tekijät (kävelyn analyysi + EMG)

Säärystimien käytettävyyshlomake (testaajille)

Opittavuus

Kuinka nopeasti opit

a) applikaation käytön?

b) säärystimien pukemisen ja lähettimien kiinnittämisen?

Arvioi omaa säärystimien ja sovelluksen käyttöäsi.

c) Pystyitkö mielestäsi käytön aloittamisen jälkeen omaksumaan laitteen toiminnot ja ominaisuudet sekä käyttämään sitä sujuvasti?

d) Hyödynsitkö säärystimiiä ja sovellusta mielestäsi tehokkaasti?

e) Muita huomioita?

2. Tehokkuus

Kuinka kauan sinulta meni laitteen käyttöön liittyviin tehtäviin(kohdat a,b ja c) asiakas-tilanteessa ja kuinka sujuvaa käyttö mielestäsi tilanteessa oli?

Pukeminen

kostutus

lähettimet

oikeinpäin

muuta _____

_____ aikaa kului _____ min

b) Säärystimien ja sovelluksen käyttö

Säärystimien käyttö

Sovelluksen käyttö

c) Sovelluksen sulkeminen ja säärystimien poisottaminen

Säärystimet

Sovellus

3. Virheet

virheiden määrä (tukkimiehen kirjanpito, avaa myös hieman)

Virheet/käyttökerta

Virhealtiit kohdat

4. Tyytyväisyys

Minkälainen kokemus käyttäminen oli?

Muita huomioita

Oliko EMG-säärystimistä sinun mielestäsi hyötyä kävelyn analyysissä? Jos oli niin mitä?

Kysymyksiä testiin osallistuvalla

1. Miellyttävyys

a) Mitä mieltä olit säärystimistä?

b) Minkälainen kokemus säärystimien käyttö oli? (puristivatko säärystimet, heiluivatko lähettimet, muita tuntemuksia?)

Muita huomiota tai kommentteja?

Kiitos vastauksista ja osallistumisestasi! :)

Testitilanteen eteneminen

1. Asiakas tulee liikelabraan, kaikki paikalla
2. Selitetään, mitä tehdään ja mitä tapahtuu
 - a. kamerat
 - b. puolittussuora
 - c. markkeri
 - d. tutkimustilanne,
 - e. paljon toistoa
3. (ohjataan pukuhuoneeseen vaihtamaan shortsit, kengät pois!)
4. Tehdään kantaluihin puolittussuorat
5. Kiinnitetään markkeri oikean jalan lateraaliseen malleoliin
6. Ohjataan juoksumatolle ja ohjeistetaan juoksumaton käyttö
7. Ohjeistetaan kävely 4 min ajan, ensimmäisen minuutin aikana etsi itsellesi sopiva kävelyvauhti, kun on löytynyt, kiihdytä ja palauta uudestaan normaalin vauhdin tuntuseiksi
8. Vauhti kirjataan ylös, asiakas ilmoittaa sen
9. N. kaksi minuuttia mennyt niin kamerat päälle, kuvaavat 10sek (hartioiden alapuolelta)
10. Asiakas pois juoksumatolta, kaksi tutkijaa pois
11. Tutkija kostuttaa säärystimet, asettaa ne tutkittavan jalkoihin ja kiinnittää lähettimet
12. Tutkija laittaa markkerin oikean jalan lateraaliseen malleoliin
13. Asiakas juoksumatolle, laittaa aiemmin sovitun vauhdin
14. 2 min säärystimet päälle
15. Markkerit MBodyyn kantaiskuilla, ensin oikea, sitten vasen
16. Kamera päälle, kuvaa 10 sek
17. Markkerit MBodyyn kantaiskulla (kun on mennyt n. 5 askelsykliä), ensin oikea, sitten vasen
18. Kun on 4min kävelty, asiakas voi lopettaa
19. Säärystimet ja lähettimet riisutaan pois päältä, markkeri pois
20. Uusi tutkija paikalle
21. Tutkija toistaa mitä ensimmäinenkin tutkija teki, pukee säärystimet tutkittavalle yms.
22. Asiakas juoksumatolle, sovittu vauhti
23. Toista kohdat 14, 15 ja 17 ja 18 ja 19 ja 20
24. Kolmas tutkija tekee samat asiat, kuin tutkija 2
25. Kolmas tutkija antaa lomakkeen täytettäväksi
26. Tutkittava täyttää lomakkeen
27. Tutkijat täyttävät lomakkeitaan
28. Vastataan mahdollisiin kysymyksiin

Tutkijat mittaavat tutkimuskerroilla sekuntikellolla aikaa kauanko tutkimuksessa kokonaisuudessaan kestää, kauanko tutkijalla kuluu aikaa säärystimien kostuttamiseen, pukemisen ohjeistamiseen ja lähettimien kiinnittämiseen. Arvioidaan myös, kauanko tutkijalla kuluu aikaa sovelluksen käyttöön ja kuinka sujuvaa käyttö on.



Sopimus opintoihin liittyvästä projektista

1. Sopijapuolet

Yhteistyötaho (jäljempänä "yhteistyötaho")

Yhteistyötahon nimi:

MYONTEC OY

Osoite ja Y-tunnus:

2167007-0

;ja

Metropolia Ammattikorkeakoulu (jäljempänä "Metropolia"), PL 4000, 00079 Metropolia; ja

Metropolia Ammattikorkeakoulun opiskelijat, jotka on nimetty tämän sopimuksen allekirjoitusosiossa ja jotka ovat allekirjoittaneet tämän sopimuksen (jäljempänä "opiskelija(-t)");

2. Sopimuksen voimassaoloaika

Sopimus tulee voimaan viimeisestä allekirjoituksesta ja on voimassa projektin alkamisesta sen päättämispäivään saakka.

Projektin alku 10.4.2018

Projektin päättyminen 9.11.2018

3. Sopimuksen kohde ja tarkoitus

Sopimuksen kohteena on työelämälähtöinen opintoihin liittyvä projekti.

Projektin nimi: Myontecin säärystymien käytettävyyden arviointi
kävelyn analyysin avulla

Opiskelijan/opiskelijoiden projektin tarkoituksena on (kuvataan yksityiskohtaisesti opintoja edistävä tarkoitus):

Opinnähtetyö, raportti

Projektin tuloksena luodaan seuraavat tulokset (esim. raportti, tietokoneohjelma, peli, esitys):

1. KÄYTETTÄVYYDEN ARVIOINTI KÄVELYN ANALYYSIN TUKENA
2. POHJAINTIA TULOSTEN HYÖDYNTÄMISESTÄ JALKATERÄPÄIVÄN TYÖSSÄ

4. Toteutussuunnitelma ja aikataulu

Projektin sisältö ja aikataulu on kuvattu tässä ja tarvittaessa tarkennettu liitteessä 1:

Touko-kesäkuussa suunnitelma ja viitekehys,
elokuussa teoreettinen pohja valmis
Elu-syyskuussa mittaukset ja tulosten analysointi valmis

5. Projektin ohjaus

Yhteistyötahon puolelta projektia ohjaa

Nimi:

PEKKA IOLVANEN

Projektin nimi:



Asema: HALLITUKSEN VARA RI.

Metropolian puolesta projektia ohjaa ja valvoo

Nimi: _____

Asema: _____

Yhteistyötahon ohjaus projektissa sisältää:

SÄÄYSTYMIEN LAIKKA JA KÄYTÖN KOULUTUS

6. Tulokset ja tulosten käyttöoikeudet

Yhteistyötaholle toimitetaan seuraavat projektin tulokset:

OPINNÄYTETYÖ ENNEN JULKAISUA TARVASTETTAVASTI JA VALMIS JULKAISU

Tällä sopimuksella ei siirretä yhteistyötaholle mitään immateriaalioikeuksia (kuten esimerkiksi patenttia, tekijänoikeutta, mallioikeutta), jotka kohdistuvat projektin tuloksiin.

Yhteistyötaho saa käyttää tuloksia omassa toiminnassaan seuraavasti:

PÄÄHÄÄLIKÄTTÖMÄLLÄÄN TAVALLA. YHTEISTYÖTAHOLLA OIK EI OIKEUS VEMOTELLA MIÄ ATERIAALIOIKEUKSISIA.

Metropolia saa käyttää sille toimitettuja tuloksia omassa toiminnassaan kuten opetuksessa ja tutkimuksessa.

Käyttöoikeus on rinnakkainen, pysyvä ja sisältää oikeuden muuttaa ja edelleen luovuttaa tuloksia.

Käyttöoikeuden luovutuksesta ei makseta korvausta.

7. Kustannukset

Yhteistyötaho korvaa Metropolialle seuraavat kustannukset:

Ei kustannuksia

Opintoihin liittyvä projekti ei saa aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia Metropolialle. Tällä sopimuksella opiskelijalle/opiskelijoille ei synny työsuhdetta Metropoliaan eikä yhteistyötahoon.

8. Julkisuus

Projektin tuloksena syntyvät opinnäytetyöt ovat aina julkisia asiakirjoja ja ne toimitetaan Metropolian kirjastoon.

Yhteistyökumppanin edellytetään ilmoittavan tuloksien julkaisemisen yhteydessä, että tulokset on aikaansaatu Metropolia Ammattikorkeakoulun kanssa tehdyssä opiskelijayhteistyössä ja ilmoittaa tuloksen tekemiseen osallistuneiden opiskelijoiden ja ohjaajien nimet niin kuin hyvä tapa edellyttää (Tekijänoikeuslain 3§:n 1 momentti).

Metropolian nimen tai muun tunnuksen käyttö kaupallisiin tarkoituksiin ei ole sallittua ilman Metropolian kirjallista lupaa.

9. Vastuu ja vastuunrajoitus

Projektin nimi: .



Opiskelija sitoutuu työskentelemään tavoitteellisesti yhteistyötahon kanssa. Opiskelija noudattaa projektia tehdessään hyvän tutkimuskäytännön periaatetta ja alan ammattieettisiä ohjeita Metropolian ja yhteistyötahon ohjauksessa. Opiskelija ja Metropolia ei tietoisesti sisällytä projektin tuloksiin kolmannen osapuolen immateriaalioikeuksin suojattua aineistoa (esim. toisen tekijänoikeuksin suojaama kuva, tietokoneohjelma/ -koodi, teksti).

Projektin tulos toimitetaan sellaisena kuin se on. Opiskelija tai Metropolia ei anna tulokselle takuuta eikä vastaa sen soveltuvuudesta yhteistyötahon tarpeisiin.

Metropolia ei vastaa opiskelijan tämän sopimuksen mukaisen työn yhteydessä mahdollisesti aiheuttamista vahingoista. Opiskelija ja/tai Metropolia ei vastaa epäsuorasta tai välillisestä vahingosta, joka on aiheutunut tämän sopimuksen sopijapuolelle. Opiskelijan vastuu rajoittuu aina 1000 euroon ja Metropolian 5000 euroon. Sopijapuolet eivät vastaa toisen sopijapuolen ulkopuoliselle taholle aiheuttamasta vahingosta.

10. Sopimuksen siirtäminen, päättäminen ja ylivoimainen este

Sopimuksesta aiheutuvia oikeuksia ja velvollisuuksia ei voi siirtää kolmannelle osapuolelle ilman toisten sopijapuolten suostumusta. Sopimuksen voi siirtää ja purkaa kaikkien allekirjoittaneiden yhteisellä päätöksellä.

Opiskelija voi irtautua tästä sopimuksesta ilmoittamalla asiasta kirjallisesti sekä Metropolialle että yhteistyötaholle. Metropolia ja yhteistyötaho päättävät yhdessä sen, voidaanko työ toteuttaa suunnitellulla tavalla, joudutaanko sitä muuttamaan tai päättämään se ennenaikaisesti. Olennaiset muutokset tulee sopia kaikkien jäljelle jäävien sopijapuolien kesken.

Projektin suorittamiseen varattua aikaa voidaan pidentää ylivoimaisen esteen aiheuttaman viivästyksen vuoksi. Ylivoimaisena esteenä pidetään esimerkiksi sotaa, kapinaa, luonnonmullistusta, yleisen energianjakelun keskeytymistä, tulipaloa, lakkoa, valtiovallan asettamaa oleellista rajoitusta Metropolian toiminnalle, saartoa tai muuta yhtä merkittävä ja sopijapuolista riippumatonta syytä.

Irtautumisesta, siirtämisestä, purkamisesta tai projektin muusta ennenaikaisesta päättämisestä huolimatta vastuuta ja käyttöoikeutta koskevat säännökset jäävät voimaan.

11. Riitojen ratkaisu

Tähän sopimukseen ja sen tulkintaan sovelletaan Suomen lakia. Sopimuksesta aiheutuvat erimielisyydet pyritään ensisijaisesti ratkaisemaan sopijapuolten välisin neuvotteluiin. Jos sopijapuolten kesken ei päästä sopuun, asia ratkaistaan Helsingin kärjäoikeudessa.

12. Osapuolten allekirjoitukset

Tätä sopimusta on tehty kaksi samansanaista kappaletta, yksi Metropolialle ja yksi yhteistyötaholle. Tämän sopimuksen allekirjoittaneet opiskelijat saavat halutessaan kopion tästä sopimuksesta.

Yhteistyötahon nimi:

MYONTEL OY

Yhteistyötahon allekirjoitus:

Pekka Tolvanen

Nimen selvennys:

PEKKA TOLVANEN

Paikka ja Aika:

HELSINKI 10.4.2018

Projektin nimi:

**Metropolia Ammattikorkeakoulu**

Allekirjoitus: _____

Nimenselvennys: _____

Petteri Anttila

Paikka ja Aika: _____

19.4.2018 Helsinki

Ohjaajan allekirjoitus: _____

Nimenselvennys: _____

Paikka ja Aika: _____

Opiskelijan allekirjoitus: _____

Nimenselvennys: _____

Oona Antola

Opiskelijanumero: _____

1503868

Paikka ja Aika: _____

HELSINKI 10.04.2018

Opiskelijan allekirjoitus: _____

Nimenselvennys: _____

Sanna Viitasalo

Opiskelijanumero: _____

1506541

Paikka ja Aika: _____

10.4.2018 Helsinki

Opiskelijan allekirjoitus: _____

Nimenselvennys: _____

Marianna Salko

Opiskelijanumero: _____

1503867

Paikka ja Aika: _____

Helsinki 10.04.2018

Opiskelijan allekirjoitus: _____

Nimenselvennys: _____

Opiskelijanumero: _____

Paikka ja Aika: _____

Projektin nimi: _____