

Opinnäytetyö (AMK)

Fysioterapia

Kevät 2021

Arttu Sanaksenaho & Sanna Seikola

# RIIPPUNILKKAOIREISEN KÄVELYSSÄ ESIINTYVÄT MUUTOKSET FES L300 GO - SÄHKÖSTIMULAATIO- ORTOOSIN KANSSA

– Käyttäjäkokemukset sekä kävelyn parametrien ja  
kaatumisen pelon muutokset

Arttu Sanaksenaho ja Sanna Seikola

# RIIPPUNILKKAOIREISTEN KÄVELYSSÄ ESIINTYVÄT MUUTOKSET FES L300 GO - SÄHKÖSTIMULAATIO-ORTOOSIN KANSSA

– Käyttäjäkokemukset sekä kävelyn parametrien ja kaatumisen pelon muutokset

Opinnäytetyö on kolmen tutkittavan tapaustutkimus, jonka tavoitteena on saada tietoa FES L300 Go -sähköstimulaatio-ortoosin käyttökokemuksista, antaa täsmällistä tietoa kävelyssä tapahtuvista mahdollisista muutoksista ortoosin kanssa riippunilkkaoireisella sekä tuoda laite asiakkaiden tietoisuuteen. Menetelminä käytettiin puolistrukturoitua haastattelua, päiväkirjaa interventiojakson ajalta, kaatumispelkokyselyä, kävelyn havainnointia videolta sekä Zebris-painelevyltä saatua kävelyn analyysia. Samoja arviointimenetelmiä käytettiin sekä alussa että kuukauden interventiojakson jälkeen. Kävelyä arvioitiin sekä ortoosin kanssa, että ilman sitä tutkittavan normaalikävelynopeudella.

Tutkittavien kokemukset laitteen käytöstä olivat hyviä alun totuttelun jälkeen sekä subjektiiviset kokemukset kävelyn laadusta ja kävelymatkoista paranivat, mitä puoltaa myös päiväkirjoista saatu data päivittäisten kävelymatkojen pidentymisestä. Jokainen tutkittava koki ortoosin edistäneen kävelyä ja lisänneen nilkan liikettä. Kaatumispelkokyselyn kokonaispistemäärissä ei tapahtunut merkittävää muutosta alku- ja loppumittausten välillä. Zebris-painelevyn datassa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia kävelyn kannalta yhdenkään tutkittavan kohdalla, vaikkakin pieniä muutoksia oli tapahtunut. Painelevyltä saaduissa kävelyn parametreissa hajonta oli kahden ensimmäisen tutkittavan tuloksien kohdalla suurta, joten luotettavaa tulkintaa tuloksista oli hankala tehdä. Kävelyä videoilta havainnoidessa muutokset olivat melko pieniä, mutta kävely kokonaisuudessaan oli kuitenkin sujuvampaa, mikä tuli ilmi liikkeen jatkuvuutena ja kompuroinnin vähenemisenä.

Pidemmän interventiojakson sekä yhdistetyn terapeuttisen harjoittelun seurauksena muutokset saattaisivat olla merkittävämpiä. Kuitenkin jo pelkkä ortoosin käyttö innosti tutkittavia pidempiin kävelymatkoihin ja -määriin, mikä itsessään on näissä tapauksissa kuntouttavaa toimintaa.

## ASIASANAT:

Aivoverenkiertohäiriöt, Apuvälineet, Apuvälineteknologia, FES L300 Go sähköstimulaatio-ortoosi, Hermo-lihastoiminta, Kävely (harjoitusmenetelmät) Riippunilkkaoireisto

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Physiotherapy program

Spring 2021 | 62 pages, 7 pages in appendices

Arttu Sanaksenaho and Sanna Seikola

# CHANGES IN WALKING WITH FES L300 GO - ELECTRICAL STIMULATION ORTHOSIS WITH PERSONS WHO SUFFER FROM DROP FOOT SYMPTOM

— User experiences and changes in the walking parameters and in the fear of falling

This thesis is a case study with three clinical trial subjects, and it aims to receive user experiences of walking with FES L300 Go -electrical stimulation orthosis, give accurate information on gait on persons who suffer from drop foot symptom and raise awareness of the orthosis. Methods used in the study are semi-structured interview, diary, Fall Efficacy Scale – International, gait observation on video and gait analysis made with Zebris-pressure plates. Every evaluation method was used in the beginning of the study and after 30 days intervention period. Gait was evaluated without electrical stimulation orthosis and with it with normal walking pace of subjects.

After getting used to the orthosis, experiences of the subjects on using the device were good and subjective experiences of quality and distance of gait got better. Also, information from the diary suggested that distance of walk got longer. All the subjects found the orthosis improving their gait and mobility of ankle. In Fall Efficacy Scale significant change did not take place between initial assesment and final assesment. Only small changes took place on Zebris pressure plates. Deviation in the gait analysis from pressure plates was so high that it suggested that subjects no. 1 and 2's gait was unestablished and uncertain. Also, observing gait from video, changes occurred were small even though gait looked little more effortless with every subject.

If the intervention period was longer and there would have been therapeutic exercise involved, the outcome measurements could have been more considerable. However, it seems the orthosis encouraged subjects to walk more, which itself is rehabilitative activities for the subjects.

## KEYWORDS:

Cerebrovascular disorders, Appliances, Appliance technology, FES L300 Go -electrical stimulation orthosis, Walking, Neuromuscular activities, Drop foot syndrome

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 KÄVELYN VAIHEET JA ALARAAJAN TOIMINTA KÄVELYSSÄ</b>	<b>9</b>
2.1 Alaraajan toiminta kävelyssä	10
2.2 Kävelyn vaiheet	11
2.3 Kävelyn analysointi	14
<b>3 SÄHKÖSTIMULAATIO OSANA LIHASSUPISTUKSEN AKTIVOINTIA</b>	<b>16</b>
3.1 FES L300 Go sähköstimulaatio-ortoosi	17
<b>4 DROP FOOTIN SYYT, OIREET JA TOIPUMINEN</b>	<b>19</b>
<b>5 AIVOVERENKIERTOHAIRIÖIDEN ESIINTYVYYS JA TYYPILLISIMMÄT OIREET</b>	<b>21</b>
<b>6 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET TOIMINNALLISEN SÄHKÖSTIMULAATION KÄYTÖSTÄ KÄVELYN TUKEMISESSA</b>	<b>22</b>
<b>7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT</b>	<b>25</b>
<b>8 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS</b>	<b>26</b>
8.1 Tutkimuksen otoksen valinta	26
8.2 Aineistonkeruumenetelmät	26
8.3 Intervention kuvaus	28
8.4 Aineiston analysointimenetelmät	29
<b>9 TUTKIMUSTULOKSET</b>	<b>30</b>
9.1 Asiakas 1	30
9.1.1 Haastattelu	30
9.1.2 Kaatumispelkokysely (FES-I-FIN)	32
9.1.3 Kävelyn analyysi painelevyn tuloksista	33
9.1.4 Kävelyn analyysi videolta	37
9.1.5 Yhteenveto asiakkaasta 1	38
9.2 Asiakas 2	39
9.2.1 Haastattelu	39

9.2.2 Kaatumispelkokysely (FES-I-FIN)	40
9.2.3 Kävelyn analyysi painelevyn tuloksista	41
9.2.4 Kävelyn analyysi videolta	42
9.2.5 Yhteenveto asiakkaasta 2	43
9.3 Asiakas 3	44
9.3.1 Haastattelu	44
9.3.2 Kaatumispelkokysely (FES-I-FIN)	45
9.3.3 Kävelyn analyysi painelevyn tuloksista	47
9.3.4 Kävelyn analyysi videolta	51
9.3.5 Yhteenveto asiakkaasta 3	52
<b>10 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>54</b>
<b>11 POHDINTA</b>	<b>56</b>
11.1 Luotettavuuden ja eettisyyden tarkastelu	57
11.2 Tietojen käsittely ja säilyttäminen	58
<b>LÄHTEET</b>	<b>60</b>

## LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset.

Liite 2. Tiedote tutkimuksesta.

Liite 3. Tutkittavan suostumuslomake.

Liite 4. Huolestuttaako kaatuminen?

Liite 5. FES L300 Go sähköstimulaatio-ortoosin vaikutus kävelyn – Asiakkaan päiväkirja

## KUVAT

*Kuva 1. Lihasktiivisuus kävelyn eri vaiheissa (Bonnefoy-Mazure & Armand 2015, 10).*

14

*Kuva 2. Terveen henkilön kävelystä mitatut kantapään (oranssi), jalan keskiosan (sininen) ja jalan etuosan (vihreä) painelevyyden tuottamat voimat newtoneina tukivaiheen aikana.*

15

*Kuva 3. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyden tuottama voima alkumittauksissa ilman ortoosia Newtonina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.*

34

*Kuva 4. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyden tuottama voima loppumittauksessa ilman ortoosia Newtonina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa*

<i>kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.</i>	35
<i>Kuva 5. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyden tuottama voima loppumittauksessa ortoosin kanssa Newtonina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.</i>	36
<i>Kuva 6. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyden tuottama voima alkumittauksessa ilman ortoosia Newtonina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.</i>	48
<i>Kuva 7. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyden tuottama voima loppumittauksessa ilman ortoosia Newtonina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.</i>	49
<i>Kuva 8. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyden tuottama voima alkumittauksessa ortoosin kanssa Newtonina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.</i>	50
<i>Kuva 9. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyden tuottama voima loppumittauksessa ortoosin kanssa Newtonina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.</i>	51

## TAULUKOT

<i>Taulukko 1. Asiakkaan 1 kaatumispelkkokyselyn vastaukset ja kokonaispistemäärä.</i>	32
<i>Taulukko 2. Asiakkaan 1 kävelyn parametrit alkumittauksessa ortoosin kanssa ja ilman, sekä loppumittauksessa ortoosin kanssa.</i>	33
<i>Taulukko 3. Asiakkaan 2 kaatumispelkkokyselyn vastaukset ja kokonaispistemäärä.</i>	40
<i>Taulukko 4. Asiakkaan 3 kaatumispelkkokyselyn vastaukset ja kokonaispistemäärä.</i>	46
<i>Taulukko 5. Asiakkaan 3 kävelyn parametrit alkumittauksessa ortoosin kanssa ja ilman, sekä loppumittauksessa ortoosin kanssa ja ilman.</i>	47

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

AVH	Aivoverenkiertohäiriö, aivoverisuonten tai aivoverenkierron sairaus (Aivoinfarkti ja TIA: Käypä hoito –suositus, 2020).
Drop foot	Riippunilkka, nilkan dorsifleksoreiden heikkous (Stewart J. 2008, 159).
FES	Functional electrical stimulation, Toiminnallinen sähköstimulaatio (Multiple Sclerosis Trust 2020).
FES-I	Kansanvälinen kaatumisenpelkokysely, joka mittaa tutkittavien huolestuneisuutta kaatumisesta (Karinkanta & Nupponen 2011).
FES L300 Go	Sähköstimulaatio-ortoosi, joka on tarkoitettu riippunilkan tukemiseksi kävellessä (Respecta 2019).
Jalan painekeskipiste	Jalan painekeskus on piste tukipinnalla, jossa kaikki lattiajalka-voimat syntyvät (Levangie & Norkin 2011, 529).
Zebris-painelevy	Levy, joka kerää dataa siihen kohdistuvasta paineesta esim. kävellessä (Noraxon 2020).

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä tutkitaan, millaisia mahdollisia muutoksia kävelyssä esiintyy 30 päivän FES L300 Go -sähköstimulaatio-ortoosin päivittäisellä käytöllä ja millaisia kokemuksia tutkittavilla syntyy laitteesta ja sen käytöstä mittausjakson aikana. Näiden lisäksi tutkitaan, muuttuuko tutkittavien kaatumispelko kuukauden interventiojakson aikana. Aiheen toimeksiantaja on Ottobock Scandinavia Ab:n Suomen sivukonttori. Ottobock on yksi maailman suurimmista proteesien, ortoosien ja liikkumisen apuvälineiden valmistajista (Ottobock 2020).

Vaikka sähköstimulaatio-ortooseja on useanlaisia erilaisiin vammoihin ja sairauksiin, ovat ne vasta viime vuosina nousseet kuntoutuksen ammattilaisten ja ihmisten tietoisuuteen. FES L300 Go -sähköstimulaatio-ortoosia ei vielä käytetä kuntoutuksen apuvälineenä, mutta työtä sen eteen tehdään jatkuvasti.

Viimeisten vuosikymmenten äkillisen teknologian kehittymisen myötä myös lääketieteessä ja kuntoutuksessa käytettävät laitteet, kuten sähköstimulaatio-ortoosit, ovat kehittyneet valtavasti. Ortooseja voidaan ohjata älypuhelimilla ja yksilölliset asetukset saadaan asetettua tabletin kautta. Laitteet voivat laskea käveltyä aikaa ja matkaa siinä missä älypuhelimet ja –kellotkin. Ortoosit tarkkailevat jatkuvasti asentoa, joka mahdollistaa lähes täydellisen impulssin ajoituksen ja näin lihaksen supistuksen. Kehityksen myötä laitteiden koot pienenevät ja sekä ammattilaisten että asiakkaiden käyttökokemukset paranevat.

Opinnäytetyön valmistuttua toimeksiantaja saa sekä määrällistä, että laadullista tietoa kävelystä FES L300 Go –nilkkaortoosia käytettäessä. Saatujen palautteiden perusteella toimeksiantaja voi tarpeen mukaan kehittää omaa toimintaansa tarjoamiensa kokeilujaksojen osalta.

Tapaustutkimuksen avulla pyritään lisäämään ymmärrystä ja tietoa asiasta kuitenkin tavoittelematta yleistettävää tietoa. Yksittäistapauksen ylittävää tietoa voidaan saada jopa yhden tapauksen huolellisella tutkimisella, vaikkakaan sen pohjalta ei voida tehdä yleistyksiä. Aineiston ja sen analyysin perusteellisen kuvauksen avulla voidaankin vahvistaa tulosten merkitystä ja oikeellisuutta. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)



## 2 KÄVELYN VAIHEET JA ALARAAJAN TOIMINTA KÄVELYSSÄ

Kävely on ihmiselle yksi perusliikkumisen muodoista. Kävely on juoksua hitaampaa yhtäjaksoista alaraajojen varassa tapahtuvaa liikkumista. (Kauranen 2018, 329.) Jotta kävely onnistuu halutulla tavalla, se vaatii lihasten oikeaa aktivoitumisjärjestystä, tasapainoa, koordinaatiota sekä kehon mukautumiskykyä ympäristöön (Terveyskylä 2020). Kävelyn pääasiallisena tarkoituksena on siirtyä paikasta toiseen melko tasaisella nopeudella ja pienellä energiankulutuksella. Kävelyn etenemiskyvyn takaavat lihasten oikea aktivoitumisjärjestys ja koordinoitu käyttö kävelyn eri vaiheissa. Tasapainoa taas tarvitaan pystyasennon säilyttämisessä ja painoa siirrettäessä alaraajalta toiselle. (Kauranen 2018, 329.)

Kävely on pitkälle automatisoitunutta motorista toimintaa, joka tapahtuu pääasiallisesti keskusgeneraattorin muodostamien lihassynergioiden, eli kaikkien liikkeeseen vaikuttavien lihasten yhteistyön avulla. Käytännössä keskusgeneraattori perustuu toonisen venytysheijasteen laukaisemaan hermoimpulssiin, jota selkäydin ohjaa ja säätelee. Hierarkiassa korkeammalla olevat rakenteet ohjaavat ja muuntelevat alemmalla tasolla olevien rakenteiden, kuten selkäytimen ja aivorungon toimintaa. Tämä mahdollistaa kävelyn muuntelun ja sopeutumisen ympäristön vaatimuksiin, kuten epätasaisella alustalla kävelyyn. Keskeisessä osassa kävelyn neuraalisessa säätelyssä ovat keskushermoston aivorungossa ja selkäytimessä olevat reflektoriset säätelymekanismit, jotka perustuvat lajinomaisiin geneettisesti määritelyihin syklisiin liikkeisiin. Selkäydintasolta tulevat kävelyssä esiintyvien rytmisten liikkeiden integroinnit ja lihassynergioiden muodostamiset. Näiden toiminta perustuu agonisti-antagonistilihasten vasta- ja samansuuntaisten liikkeiden muodostamiseen sekä vastakkaisten raajojen resiprokaaliseen eli vastavuoroiseen hermotukseen kävelyn aikana. Resiprokaalisuudella voidaan tarkoittaa esimerkiksi vastakkaisen ylä- ja alaraajan yhtäaikaista liikettä. (Kauranen 2018, 330.)

Liikkumiseen keskittynyt tumakeryhmittymä on merkittävässä roolissa kävelyn motorisessa ohjauksessa. Tumakeryhmittymä osallistuu liikkumisen aloittamiseen ja automatisoitujen liikkeiden tuottamiseen kävelyn aikana. Alue osallistuu myös kävelyn rytmin muodostamiseen, tonuksen säätelyyn kävelyn aikana, sensorisen informaation yhdistämiseen tasapainon säätelyssä ja tasapainon säätelyssä tarvittavaan ennakointiin. Pikkuaiivot taas saavat palautetta kävelyn sujumisesta ja samalla ne lähettävät impulsseja

aivorungon tumakkeisiin. Pikkuaiivot ohjaavat kävelyn rytmisiä liikkeitä ja koordinoivat alaraajojen käytettäviä lihaksia. Tyvitumakkeet ovat mukana kävelyliikkeiden automatisoinnissa ja tonuksen säätelyssä. Ylempien aivoalueiden kävelynohjaus koostuu suurimmaksi osaksi näköinformaation käsittelystä ja sen hyödyntämisestä. Sensorisen informaation ja palautteen avulla ihminen sopeuttaa ja muuttaa kävelyään ympäristön vaatimuksia silmällä pitäen. (Kauranen 2018, 330.)

Seisoma-asennosta kävelyyän lähdeettäessä alkaa kävelyn kiihdytysvaihe, jonka aikana kävelynopeus kiihtyy ja kasvaa. Vaiheen aikana sekä askeltiheys että askelpituus kasvavat. Tavoitellusta kävelynopeudesta riippuen kävelynopeuden vakiintuminen kestää 1-3 askeleen verran. Kun haluttu kävelynopeus on saavutettu, kävelynopeus vakioituu askeltiheiden ja -pituuden vakioituessa. Kävelyä tutkittaessa keskitytään usein tähän tasanen rytmin vaiheeseen. Perusteluna on se, että kävelyn syklin vaiheet ovat tässä mahdollisimman samanlaisia ja tasaisia. (Kauranen 2018, 335.)

## 2.1 Alaraajan toiminta kävelyssä

Lanneranka-lantio-lonkka-akselin päätehtävä yhdessä alaraajojen kanssa on mahdollistaa liike eteenpäin, ja tärkeimpinä toimintoina ovatkin vartalon kantaminen ja liikkuminen. Tämä toiminnallinen alue muodostuu siis lonkkanivelistä, lantion liittymäkohdista ja lannerangasta. Alue muodostaa myös yhteyden vartalon ja alaraajojen välille. (Reichert 2005, 114.) Urban & Fischer (2011a) määrittää alaraajaksi (*membrus inferius*) kokonaisuuden, jonka muodostaa reisi (*femur*), sääri (*crus*) ja jalkaterä (*pes*). Tämän perusteella alaraaja sisältää kolme nivelkokonaisuutta; lonkkanivel (*articulatio coxae*), polvinivel (*art. genu*) sekä nilkkanivel. Näistä polvinivel sisältää kaksi niveltä (*art. femorotibialis*, *art. femoropatellaris*) (Urban & Fischer 2011a, 248). Nilkan nivelkokonaisuus jaetaan usein ylempään nilkkaniveleen (*art. talocruralis*), joka mahdollistaa nilkan ojennuksen ja koukistuksen sekä alempaan nilkkaniveleen (*art. talotarsalis* [=*art. subtalaris* + *art. talocalcaneonavicularis*]), joka mahdollistaa jalkaterän inversion ja eversion (Wirtanen 2016). Näiden lisäksi jalkaterässä on useita eri luiden välisiä nivelpintoja (Urban & Fischer 2011a, 248).

Alaraajan lihaksiin tässä teoksessa luetaan ne lihakset, jotka kiinnittyvät toisesta päästään reisiluuhun, tai sen alapuolella oleviin lihaksiin, ja näin supistuessaan ja rentoutuessaan tuottavat liikettä yllä mainituissa nivelissä. Täällä kappaleessa nostetaan esiin

ainoastaan kävelyn kannalta merkittävimpiä lihaksia (kuva 1.) ja niiden tehtävät. Kappa-leessa 2.2 tarkkaillaan kävelyn vaihteita.

Lanneselän nikamiin ja lantion harjun sisäpuolelle kiinnittyvä lonkankoukistajalihas (musculus iliopsoas) kiinnittyy reisiluun päähän ja yhdessä suoran reisilihaksen (m. rectus femoris) kanssa koukistaa lonkkaniveltä eli nostaa polvea. Vastaliikkeenä tälle pakaralihakset (mm. gluteus maximus ja medius) ojentavat lonkkaniveltä tuoden polvea taaksepäin vartaloon nähden. Tähän osallistuu myös takareiden lihakset (mm. biceps femoris caput longum, semimembranosus ja semitendinosus). Takareiden lihakset myös suurilta osin koukistavat polvea mukaan lukien kaksipäisen reisilihaksen lyhyt pää. Polven koukistuksessa avustaa pohkeen lihaksista kaksoiskantalihas (m. gastrocnemius). Polvea ojentaa ainoastaan reiden etuosanlihakset (mm. quadriceps femoris). Nilkkanivelen koukistusta (dorsifleksio) tuottaa etummainen säärilihhas (m. tibialis anterior), pitkät varpaiden ojentajalihakset (mm. extensor digitorum longus ja extensor hallucis longus). Näiden vastaliikettä eli nilkan ojennusta (plantaarifleksio) tuottaa kaksoiskantalihas, leveä kantalihas (m. soleus), varpaiden pitkät koukistajalihakset (mm. flexor digitorum ja hallucis longus) sekä taaempi säärilihhas (m. tibialis posterior) ja pohjelihakset (mm. fibularis longus ja brevis). (Urban & Fisher 2011b, 56-64.)

## 2.2 Kävelyn vaiheet

Kävely jaetaan sykleihin ja yksittäinen kävelysykli voidaan jakaa edelleen eri osavaiheisiin. Askelpituus on etäisyys alaraajan kantapäästä toisen alaraajan kantapäähän. Normaalisti askelpituus on ikä ja pituus huomioiden aikuisella noin 50-80cm. Kun ihminen on ottanut askeleen molemmilla alaraajoilla, kyseessä on askelpari. Askelparin pituus vaihtelee 100-160cm välillä ja määräytyy saman alaraajan kahden alkukontaktin etäisyytenä toisistaan. Yksi askelpari muodostaa kävelyn yhden syklin. Askeltiheys kuvaa askelten määrää minuutissa. Aikuisilla määrä on keskiarvoltaan noin 115 askelta minuutissa. Tässä yksilöllistä vaihtelua esiintyy kuitenkin paljon ja arvot vaihtelevat aikuisilla 100-150 askeleen välillä. Yleisimmin kävelystä analysoitava parametri on kävelynopeus, joka määritellään jakamalla mittauspisteiden välinen matka sen kävelyn kuluneella ajalla. Askelleveys kuvaa nimensä mukaisesti jalkaterien etäisyyttä toisistaan sivuttaisuunnassa. Kantapäiden sisäsivusta mitattuna väli on noin 5-15cm. Jalkaterien sisä- ja ulkokierrolla tarkoitetaan jalkaterän aurasikulmaa tukivaiheen aikana. Kulma määritellään koko jalkaterän läpi kantapään keskiosasta keskivarpaaseen kuvitteellisesti

kulkevan viivan poikkeamana suoraan menosuuntaan kulkevasta viivasta. Yleisimmin tukivaiheen aikana jalkaterät ovat noin 5-10 asteen ulkokierrossa, mutta myös lievää sisäkiertoa esiintyy. Raportoitaessa aurauskulmat ilmaistaan + -merkillä (ulkokierto) ja - -merkillä (sisäkierto). (Kauranen 2018, 332.)

Kävelyn syklit jaetaan tuki- ja heilahdusvaiheeseen, jotka voidaan jakaa edelleen pienempiin osiin. Tukivaiheen osuus kävelystä on noin 60% ja heilahdusvaiheen 40%. Näiden lisäksi puhutaan myös kaksoistukivaiheesta, jolloin molemmat jalat koskettavat alustaa samanaikaisesti. Kun kävelynopeus kasvaa, kaksoistukivaihe pienenee. Kun vaihe katoaa kokonaan, kävely muuttuu juoksuksi. Tukivaihe voidaan jakaa alkukontaktiin, kuormitusvasteeseen, keskitukivaiheeseen, päätetukivaiheeseen ja esiheilahdusvaiheeseen. Heilahdusvaihe jaetaan alku-, keski- ja loppuheilahdusvaiheisiin. (Kauranen 2018, 333.)

Syklin tarkastelu aloitetaan normaalisti alkukontaktivaiheesta, mikä on hyvin lyhyt osa kävelyn sykliä. Vaiheessa alkaa painon varaaminen alaraajalle, jolloin yleensä kantapää osuu alustaan. Tässä vaiheessa vastakkainen yläraaja on huomattavasti eteen työntyneenä ja vartalo on jonkin verran kiertynyt seitsemännestä nikamasta ylöspäin astuvan raajan puolelle ja kahdeksannesta rintanikamasta alaspäin eteen heilahtavan käden puolelle. Astuvan alaraajan lonkkanivel on noin 30 asteen fleksiossa ja painon siirtyminen lonkkanivelelle on alkanut. Kontaktin alkaessa polvi on lähes suorana, mutta alkaa koukistua nopeasti painonsiirron alkaessa. Nilkkanivelessä on neutraali 90 asteen kulma ja jalkaterä on hieman sisäänpäin kääntyneenä, jolloin ensimmäinen kontakti alustaan osuu kantapään ulkosyrjällä. (Kauranen 2018, 333-334.)

Keskitukivaiheen aikana alkukontaktin aloittanut jalkaterä koskee alustaan ja suurin osa kehon painosta siirtyy tälle alaraajalle. Keskitukivaiheen kesto kokonaissyklissä on noin 20% ja se kuuluu kaksoistukivaiheeseen. Vastakkainen yläraaja on heilahduksen ääri-asennossa ja vartalo on vertikaalisuunnassa matalimmillaan. Nopeus eteenpäin on kuitenkin suurimmillaan ja kontaktipuolen nilkka on maksimikoukistuksessa ja ojennusvaihe on alkamaisillaan. Polvinivelessä on noin 20 asteen koukistus alkukontaktin aiheuttaman iskun vaimentamiseksi vartaloon ja alaraajaan. Nilkkanivelessä alkaa plantaarifleksio ja jalkaterä laskeutuu alustalle, jolloin nilkan dorsifleksorilihakset tekevät voimakasta eksentristä lihastyötä. (Kauranen 2018, 334.)

Päätetuki- eli kannankohotusvaiheen osuus on myös noin 20% koko askelsyklin kestästä. Vaihe alkaa kantapään irtoamisesta alustasta, jolloin tukivaihe lähenee loppuaan.

Tässä jalkaterä alkaa nousta alustasta ja kehon paino alkaa siirtyä toiselle alaraajalle. Vaihe on kävelijää eteenpäin vievä ja työntävä vaihe. Yläraajat ovat vartalon vierellä lähes samassa kohtaa, mutta vastakkaisissa vaiheissa. Lonkkanivel jatkaa ojentumistaan, kun taas polvinivelen ojennus on jo voimakkaimmillaan. Kantapään alkaessa irtautua alustasta nilkkanivelessä tapahtuu plantaarifleksio eli nilkka ojentuu ja pohjelihas ja hoikka kantalihas toimivat voimakkaasti konsentrisella lihastyöllä. (Kauranen 2018, 334.)

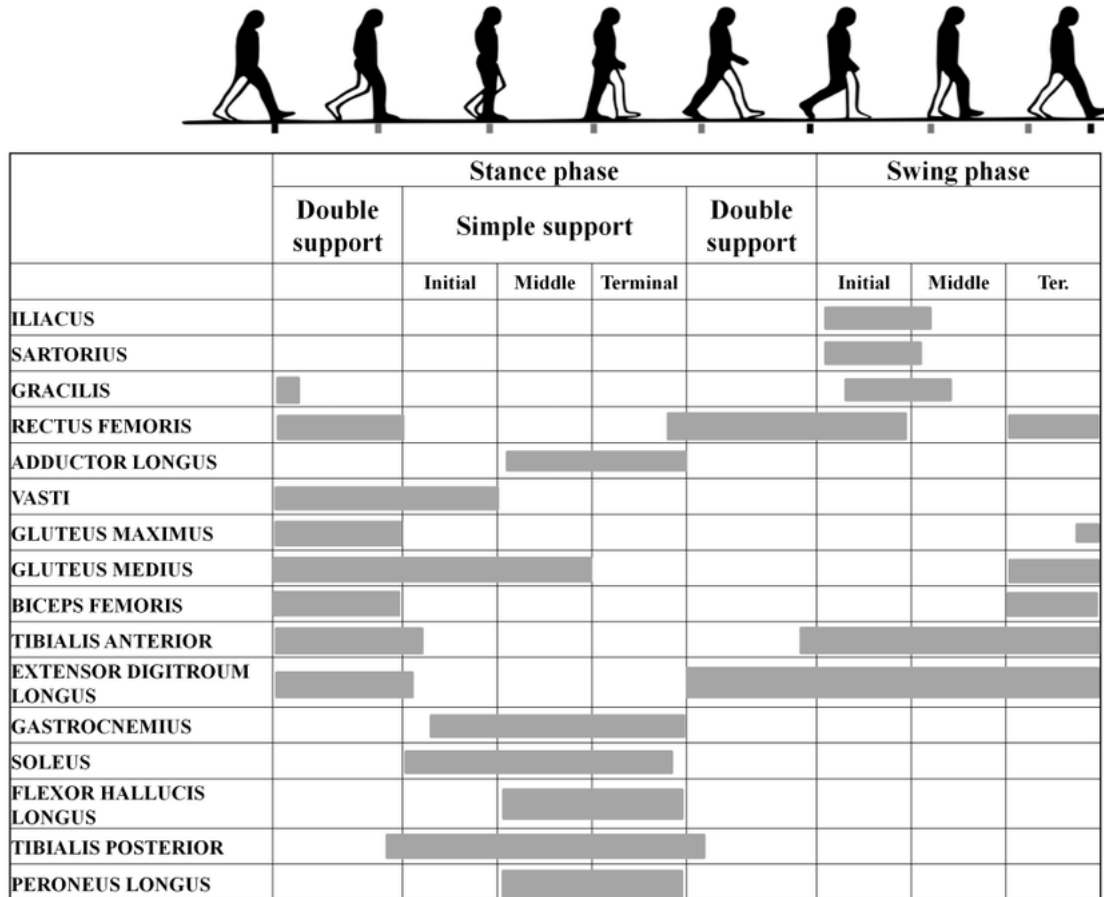
Esiheilahdus- eli varvastyöntövaihe erottaa tuki- ja heilahdusvaiheen toisistaan, jolloin myös kaksoistukivaihe päättyy. Esiheilahdusvaihe on noin 10% koko kävelyn syklistä. Vaiheen aikana koko jalkaterä irtoaa alustalta, jolloin kehon paino siirtyy vastakkaiselle alaraajalle. Vartalon kierrot palautuvat pikkuhiljaa neutraalia keskiasentoa kohti. Lonkkanivelen ojennus kääntyy koukistussuuntaan varpaiden irrottua alustasta ja polvinivel on koukistuneena. Nilkkanivelessä plantaarifleksio on huipussaan ja se aloittaa dorsifleksoitumisen varpaiden irtoamisen jälkeen. Jalkaterä kääntyy ulospäin, jonka vuoksi viimeinen työntö tapahtuu päkiän sisäsyryllä ja isovarpaalla. (Kauranen 2018, 334.)

Tukivaiheen jälkeen kävelyn syklistä alkaa heilahdusvaihe. Tämä on huomattavasti passiivisempi vaihe, jota pidetään usein jalan lepovaiheena syklin aikana. Pääasiallisena tehtävänä on kuitenkin siirtää alaraaja uuden tukivaiheen alkuun. (Kauranen 2018, 334.) Alkuheilahdusvaihe alkaa, kun jalka irtoaa alustalta esiheilahduksen päättyessä. Vartalon kiertoja ei juuri ole vaiheen aikana, eli yläraajat ovat vartalon vierellä, vastakkaisissa vaiheissa. Tarkoituksena on, että alaraaja heilahtaisi eteen omalla liike-energiallaan ja polven koukistus tapahtuisi lähinnä vauhdin ansiosta. Hamstring-lihasten sekä lonkan ojentajien on rentouduttava, jotta alaraaja voi heilahtaa eteen. Nilkka on suhteellisen rentona. (Sandström & Ahonen 2016, 306-307.)

Alkuheilahdusvaihe loppuu ja keskiheilahdusvaihe alkaa, kun heilahtavan alaraajan varpaat ohittavat kantapään sivulta katsottuna. Keskiheilahdusvaiheen kesto on noin 15% kävelyn syklistä. (Kauranen 2018, 334-335.) Vaiheen aikana alaraaja kulkee toisen viereltä eteenpäin. Vartalon horisontaaliset rotaatiot alkavat kasvaa ja lantio alkaa kiertyä eteenpäin heilahtavan raajan suuntaan, kun taas rintakehä alkaa kiertyä taaksepäin heilahtavan yläraajan suuntaan. (Sandström & Ahonen 2016, 307.) Vaihe loppuu, kun heilahtavan alaraajan sääri on pystysuorassa (Kauranen 2018, 335).

Loppuheilahdusvaiheessa reisi pysyy edelleen samassa kulmassa, mutta sääri ojentuu suoraksi asti. Vartalon kierrot saavuttavat päätepisteensä, kun edessä olevan alaraajan lantion puolisko kiertyy eteenpäin ja ulkorotaatioon sekä rintakehä kiertyy taaksepäin

heilahtavan yläraajan suuntaan. (Sandström & Ahonen 2016, 308.) Loppuheilahdusvaihe päättyykin heilahtavan jalan alkukontaktiin, jolloin uusi tukivaihe taas alkaa (Kauranen 2018, 334-335).

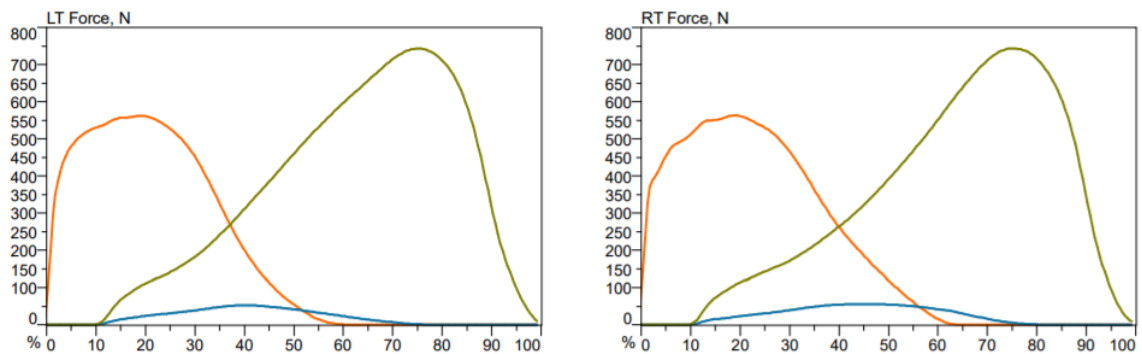


Kuva 1. Lihasaktiivisuus kävelyn eri vaiheissa (Bonnefoy-Mazure & Armand 2015, 10).

### 2.3 Kävelyn analysointi

Kävelyn analysoinnilla tarkoitetaan tarkkaa ja systemaattista erityistutkimista, jota voidaan toteuttaa kvalitatiivisesti aisteilla tai kvantitatiivisesti tähän tarkoitukseen suunnitelluilla tietokonepohjaisilla kävelyn analysointilaitteilla. Analysointi voidaan jakaa kävelyn kliiniseen arviointiin ja tieteelliseen tutkimiseen. Fysioterapeutin kliininen ja visuaalinen havainnointi onkin monipuolisin ja yleisin kävelyn analysointimenetelmä. Usein tämä on myös nopein ja tehokkain tapa antaa palautetta kävelystä. Fysioterapeutin arvio havainnoimalla ja teoreettisen tietämyksen pohjalta on pääosin laadullista. Tällöin kävelysuoritteukset eivät kuitenkaan tallennu mihinkään ja niiden vertailu ja tarkastelu tarkemmin jälkeinpäin on mahdotonta. Havainnoitaessa ei myöskään pystytä tarkastelemaan useita

kehon osia samalla kertaa. Mikäli halutaan tarkempaa määrällistä tietoa, yleisimpinä biomekaanisina mittauslaitteina käytetään liikeanalysointijärjestelmää, elektromyografialaitteistoa (EMG), voimalevyantureita ja jalkapohjan painejakaumaa mittaavia pohjallisia tai alustoja. Näitä tarkempia kävelyanalyyskejä suoritetaan useimmin neurologisille asiakkaille, kuten hemiplegiaa tai parkinsonismia sairastaville, cp-vammaisille, alaraaja-amputoiduille tai -leikatuille sekä nivelrikkoo ja -reumaa sairastaville. (Kauranen 2018, 337.)



*Kuva 2. Itse mitattu terveen henkilön kävelystä kantapään (oranssi), jalan keskiosan (sininen) ja jalan etuosan (vihreä) painelevyyden tuottamat voimat newtoneina tukivaiheen aikana.*

Kuvassa 2 on esitetty terveen ihmisen kävelyn analyysistä jalan eri osien alustaan tuottamat voimat. Ensimmäisenä alustaan tuottaa voimaa pelkästään kantapään alue alkukontaktin aikana. Noin 7%:n kohdalla jalan keskiosa ja päkiä osuvat maahan (Levangie & Norkin, 2011, 526), jolloin päkiän voima alkaa kasvamaan. Kantapään ja päkiän voimien risteämiskohdassa, paino siirtyy voimakkaammin päkiälle. Päkiän voiman huippukohta on päätetukivaiheen lopulla, kun pohkeen lihasten aktivoituessa nilkassa tapahtuu plantaarifleksio, mikä työntää päkiää alaspäin ja kehon massaa eteenpäin. (Perry & Burnfield, 2010, 459). Jalan etuosan voiman nopea lasku tukivaiheen lopussa johtuu tukijalan nostamisesta ilmaan, kun sen heilahdusvaihe alkaa.

Kävely on päämäärätietoista toimintaa, jonka yhteydessä ihminen saattaa keskustella toisen kanssa tai miettiä päivän tapahtumia. Tällöin kävelyn vaaditaan myös kognitiivista säätelyä, joka mahdollisesti hidastaa kävelynopeutta. Kävelynopeutta säätelevä prefrontaalinen aivokuori säätelee myös kognitiivisia toimintoja, joka on mahdollisesti kävelyn hidastumisen syy. Tämä perustuu prefrontaalisen aivokuoren kilpailuun ohjata joko kävelyä tai ajattelua ja tarkkaavaisuutta. Kognitiivinen säätely kävelyssä lisääntyy ikääntymisen myötä. (Sandström & Ahonen 2011, 289.) Myös nämä tulee ottaa huomioon kävelyä analysoitaessa.

### 3 SÄHKÖSTIMULAATIO OSANA LIHASSUPISTUKSEN AKTIVOINTIA

Toiminnallista sähköstimulaatiota eli functional electrical stimulation (FES) käytetään lihasten toimintakyvyn palauttamiseen ja halvaustilojen jälkeiseen kuntoutukseen sekä spastisuuden eli lihasjäykkyyden hoitoon. Stimulaation avulla keskushermosto opetetaan uudestaan ohjaamaan kävelyä, joka on sairauden tai vamman vuoksi heikentynyt. Menetelmä perustuu lihassupistuksen stimuloimiseen kävelyn aikana. Kotikäyttöön tarkoitetut laitteet ohjaavat jalan hermoratoihin toistuvia matalaenergisiä sähköimpulsseja, jolloin toimimattomia ja heikkoja lihaksia saadaan aktivoitua toistuvasti. Tämän seurauksena raajassa saadaan aikaan oikea-aikaiset lihassupistukset ja myös kävelyn biomekaniikka paranee. (Multiple Sclerosis Trust 2020.)

Toiminnallisia sähköimpulssijärjestelmiä käytetään pääasiassa kahdenlaisia; avoimen ohjauksen järjestelmää (open-loop system), sekä äärellistä järjestelmää (finite-state control system). Avoin järjestelmä tarvitsee jatkuvaa tai toistuvaa käyttäjänsä syötettä (esim. napin painaminen), jonka vuoksi hänen täytyy keskittyä sen käyttämiseen koko käytön ajan. Äärellistilainen järjestelmä ei vaadi samanlaista keskittymistä laitteen käyttöön, vaan siinä laite toistaa tiettyä esiasetettua ohjelmaa esimerkiksi kävelyssä tietyssä askeleen vaiheessa tarvittavien lihasten aktivointia. Tyypillisiä käyttökohteita äärellistilaisille järjestelmille onkin esimerkiksi riippunilkasta kärsivän nilkan koukistuksen aktivointi jalan esiheilahdusvaiheessa. Mm. Bionessin FES L300 Go ja muut riippunilkkaa korjaavat laitteet ovat äärellistilaisia järjestelmiä. Niiden toiminta perustuu sensoreihin, jotka havaitsevat kävelyssä kantapään nousun maasta, jolloin laite stimuloi nilkan koukistajalihaksia ja aikaansaa luonnollisemman askeleen. (Lynch & Popovic 2008, 41.)

Sähköstimulaation vaikutus perustuu aivojen kykyyn muuttaa hermosolujen välisten synapsien määrää ja vahvuutta. FES:n toiminnan peruseräite on sähköisellä stimulaatiolla aktivoida yleensä hermoa eikä lihasta. Tämä perustuu siihen, että toimintapotentiaalien aikaansaaminen lihaskudoksessa vaatisi huomattavasti suuremman kynnysarvon kuin neuroneissa. Neuromuskulaarisen synapsin ja lihaskudoksen on siis oltava ehyitä, jotta sähköinen stimulaatio olisi tehokasta. (Peckham & Knutson 2005, 329.) Aivoja ja hermoratoja, jotka ohjaavat liikettä, pystytään opettamaan toimimaan uudestaan esimerkiksi vamman tai trauman jälkeen. Mikäli kuntoutumista ei siis tapahdu, aivot tottavat



vaurioituneeseen tilaan, jolloin toimintakyky voi heikentyä tai se voidaan osittain jopa menettää. Sähköstimulaation avulla voidaan mahdollistaa lihasvoiman ja liikkuvuuden lisääntyminen, jolloin myös toimintakyky paranee tai vähintään ylläpysyy. (Multiple Sclerosis Trust 2020.) Stimulaatio saa aikaan paikallisen sähkökentän, joka taas vaikuttaa ympärillä olevien solujen solukalvoihin synnyttääkseen depolarisaatiota. Vaikutus perustuu siis aktiopotentiaalin syntyyn soluissa. Stimulaatio kulkeutuu sähkövirtana pulssien aaltomuotoina, joille tunnusomaista ovat pulssitaajuus, kesto ja amplitudi. Lihasten supistumisten voimakkuutta voidaan hallita näiden parametrien avulla. Jos pulssitaajuus on liian matala, lihaksessa esiintyy sarja nykäyksiä, jolloin tetanisaatio on epätäydellinen. (Peckham & Knutson 2005, 328-329.) Tetanisella lihassupistuksella tarkoitetaan lihassyyn yhtäjaksoista supistumista tiheään aktiopotentiaalisarjan seurauksena (Sand ym. 2016).

Yksi ensimmäisistä julkaistuista esimerkeistä toiminnallisen sähköstimulaation käytöstä on drop foot eli riippuniikka. Tästä tarkemmin kappaleessa 4. Drop footin korjaaminen on edelleenkin yksi käytetyimmistä kliinisistä tiloista, johon toiminnallista sähköstimulaatiota käytetään. Tosin sen mekanismit ja laitteet ovat kehittyneet huomattavasti. (Durham & Taylor 2021, 328.)

### 3.1 FES L300 Go sähköstimulaatio-ortoosi

Ortoosilla tarkoitetaan apuvälinettä, joka tukee kehon tai raajan asentoa ulkoisesti toimintakyvyn ollessa heikentynyt. Ortoosit valitaan aina yksilöllisesti tarpeiden ja tavoitteiden mukaan. Alaraajaortoosien tarkoituksena on tukea, suojata raajaa, oikaista sekä estää ja korjata alaraajan virheasentoja ja parantaa toimintakykyä. Ortoosilla voidaan mahdollistaa raajan käyttäminen ja toiminta. (Soleus Oy 2018.)

FES L300 Go sähköstimulaatio-ortoosi on tarkoitettu drop footin eli riippuniikan tukemiseksi sekä sisäänpäin nyrjähtämisen ehkäisyksi kävellessä esimerkiksi nilkan koukistajalihasten ollessa heikot. Drop footista kärsivät usein murtuman tai aivovamman saaneet, MS-taudin oireiden kanssa elävät sekä epätäydellisen halvauksen saaneet. Drop foot voi estää heidän kykyään kävellä ja toimintakyky heikkenee huomattavasti tämän seurauksena. (Ottobock 2013.)

FES L300 Go on luotu nostamaan jalkaterää kävellessä, jolloin kävelyn biomekaniikka muuttuu turvallisemmaksi ja sujuvammaksi. Laite stimuloi afferentteja eli nousevia

hermoja ja niiden kontrolloimia lihaksia ja pystyy siten vaikuttamaan nilkan dorsifleksioon eli koukistukseen sekä polven koukistukseen ja ojennukseen. Näin ollen ortoosia voidaan käyttää myös instabiilin polven tukemiseen sekä nopeuttamaan lihasten kuntoutumista. Laitteen on osoitettu parantavan yksilön kykyä kävellä ja tämän vuoksi kyky itsenäisyyteen kasvaa. Dynaamisen liikkeen takaavat ortoosin innovatiiviset tekniikat, kuten oppimisalgoritmi ja liiketunnistimet. Lihasten kuntoutuksen, nivelen liikkuvuuden ja hyvän verenkierron takaa toiminnallinen järjestelmä sekä polven stabiliteetin mahdollistava pintastimulaattori ja reunusranneke. (Ottobock 2013.)

Käytännössä 3-akselinen gyroskooppi ja kiihtyvyyssanturi seuraavat käyttäjän liikettä kaikilla kolmella kinemaattisella tasolla ja aktivoivat stimulaation jopa 0,01 sekunnissa. Koska ortoosi sisältää adaptiivisen oppimisalgoritmin, sen avulla se pystyy tarjoamaan stimulaatiota aina tarpeen mukaan eri kävelynopeuksilla, portaissa sekä epätasaisella maastolla. (Bioness 2020.)

## 4 DROP FOOTIN SYYT, OIREET JA TOIPUMINEN

Drop footilla eli riippunilkalla yleisesti tarkoitetaan nilkan dorsifleksoreiden heikkoutta. Tämä heikkous on usein neuropaattista ja voi johtua useista syistä, kuten pohjehermon (nervus fibularis) ulkoisesta tai sisäisestä puristuksesta, traumasta, venytysvammoista tai kasvaimista. (Stewart 2008, 159.) Riippunilkka voi myös ilmetä tietyissä sairauksissa oireena, esim. amyotrofinsessa lateraaliskleroosissa (ALS), etenkin distaalisissa myopatioissa (Stewart 2008,165) sekä MS-taudissa ja aivovammojen jälkioireena (Ottoböck 2013). Vaikka riippunilkan oireina heikko voimantuotto etummaisessa säärilihaksessa (musculus tibialis anterior), pitkässä ja lyhyessä pohjeluulihaksessa (mm. fibularis longus & brevis) sekä pitkässä isovarpaan ojentajalihaksessa (m. extensor hallucis longus), sekä tuntomuutokset ja –puutokset paikantuvat jalkaterän ja säären alueille, syy oireisiin voi löytyä polvitaiteen tai lumbosakraalisen hermopunoksen (lumbosacral plexus) alueelta tai selkärangasta. (Stewart 2008, 159.)

Täydellisen yleisen pohjehermon vamman oirekuva on tyypillisesti jalkaterän dorsifleksion ja eversion sekä varpaiden ojentamisen halvaus, jota seuraa riippunilkka ja niin kutsuttu “slap foot” eli jalan läpsähdys askelta ottaessa. Lihasheikkous ilmenee ainoastaan edellä mainittuja liikkeitä tekevissä lihaksissa, ei muualla. Muita tärkeitä lihaksia, joita riippunilkkapotilaalta on syytä tutkia, ovat pakararan (mm. gluteus) ja reiden takaosan (mm. hamstrings) lihakset, pohkeen lihakset (mm. gastrocnemius) sekä takimmainen sääri-lihas (m. tibialis posterior). Näitä lihaksia hermottaa L4-S1 hermojuurista tulevat hermot, lumbosakraalisen hermopunoksen hermot sekä lonkkahermo, tunnetummin iskiasherho. (Stewart 2008, 163-164.)

Tyypillisesti sensoriset oireet paikantuvat jalkapöydän ja varpaiden päälle, mutta voivat myös esiintyä säären etulateraalille puolella. On myös mahdollista, ettei sensorisia oireita, kuten tuntopuutoksia, ole lainkaan riippunilkan yhteydessä. Polven ja nilkanive- len refleksien pitäisi olla normaalit. Mikäli näin ei ole on syytä epäillä L5-S1 hermojuurien, hermopunoksen tai iskiashermon pinnetilaa. Riippunilkkaa diagnosoidessa on otettava huomioon, että sen lihasheikkoudet ja tuntomuutokset ja -puutokset voivat vaihdella yksilöllisesti hyvinkin paljon. (Stewart 2008,164.)

Stewartin (2008, 166) mukaan riippunilkan paraneminen voi kestää muutamasta viikosta jopa vuoteen, tai taudinkuvasta riippuen se ei välttämättä palaudu entiselle tasolle lainkaan. Mikäli riippunilkan syy on hermopinne, joka estää hermoimpulssin johtumisen

ja/tai vain lievä aksonin vaurio, vaiva paranee muutamassa viikossa hermopuristuksen loputtua. Vakavakin aksonin vamma elpyy kuukausien aikana ainakin osin. Jos aksonivamma ja impulssijohtumisen este ovat syynä riippunilkkaan, toipuminen vie pidempään ja on usein kaksivaiheista: ensimmäisessä vaiheessa demyelinisoituneen hermokudoksen myeliinitupit korjautuvat viikkojen aikana, ja samanaikaisesti toisessa vaiheessa aksonin uudelleen rakentuminen voi kestää kuukausia, jopa vuoden. Näissä edellä mainituissa kuntoutumisen aikamääreissä ehtona on se, ettei drop footin aiheuttaja ole etenevä sairaus. (Stewart 2008,166.)

## 5 AIVOVERENKIERTOHÄIRIÖIDEN ESIINTYVYYS JA TYYPILLISIMMÄT OIREET

Tässä tutkimuksessa jokainen tutkittava on sairastanut aivoverenkiertohäiriön. Aivoverenkiertohäiriöllä tarkoitetaan aivoverisuonten tai aivoverenkierron sairauksia, jotka ovat aivohalvaus, aivoinfarkti ja TIA (Transient Ischemic Attack, ohimenevä aivoverenkiertohäiriö). Aivohalvaus on aivotoimintojen häiriö, jonka aiheuttaa aivoinfarkti, aivojen sisäinen verenvuoto, lukinkalvonalainen verenvuoto tai aivolaskimoiden tromboosi. Aivoinfarkti syntyy puutteellisen verenvirtauksen eli iskemian aiheuttaman aivokudoksen pysyvästä vauriosta. Kun puhutaan kohtausmaisesta ja ohimenevästä oirekuvasta, joka ei aiheuta pysyviä vaurioita ja kestää tyypillisimmin 2-15 minuuttia, kyseessä on TIA. Kaikista aivoverenkiertohäiriöistä aivoinfarktin osuus THL:n Sydän- ja verisuonitautirekisterin mukaan vuonna 2003 oli 79%. Aivoinfarktiin sairastuneiden keski-ikä vuonna 2010 oli 72,7 vuotta ja hieman yli puolet oli miehiä, ja työikäisiä oli 21%. Vuonna 2007 aivohalvauksen esiintyvyys oli noin 1,5% Suomen väestöstä. 50-70% aivoinfarktin saaneista on itsenäistynyt päivittäisissä toimissa kolmen kuukauden jälkeen aivoinfarktista. Kolmen kuukauden aikana saavutettu hyvä toimintakyky ennustaa pienempää kuolleisuutta vuosien päähän. (Aivoinfarkti ja TIA: Käypä hoito –suositus, 2020.)

AVH:stä syntyvä kudosisvaurio vaikuttaa sairastuneen fyysiseen, psyykkiseen sekä sosiaaliseen toimintakykyyn. Vaurioalueen sijainti ja laajuus yhdessä yksilöllisyyden kanssa määrittävät aivoverenkiertohäiriön seuraukset ja haitat. (Aivoliitto 2021.) Tavallisia oireita ovat toispuolinen raajahalvaus, suupielen roikkuminen, toispuolinen tunnon heikkenemä, puhehäiriö, toisen silmän ohimenevä näön hämärtyminen tai sokeus, näkökenttäpuutos, huimaus, pahoinvointi, oksentelu sekä nielemisvaikeus ja kaksoiskuvat. Yleisesti aivoverenkiertohäiriöt ilmaantuvat akuutisti ja oireisto on huipussaan muutaman minuutin tai tunnin kuluttua alkamisesta. (Aivoinfarkti ja TIA: Käypä hoito –suositus, 2020.) Joka toiselle haitta jää pysyväksi ja puolelle näistä se luokitellaan vaikea-asteiseksi, kun taas joka neljäs toipuu täysin oireettomaksi (Aivoliitto 2021). Motoriset ongelmat voivat vaihdella lievistä yhteistoiminnan häiriöistä totaaliseen ylä- ja alaruumiin halvaukseen. Myös täysin tai osin toispuolinen halvaus (hemiplegia tai hemipareesi) ovat mahdollisia. Voimantuoton ja ylläpitämisen heikkous, voimahuipun ajoittamisen ongelmat, synergistilihasten hallinnan puute ja hienomotoristen taitojen puutokset ovat tyypillisiä oireita. Näihin voi liittyä myös muutoksia sensoriikassa, kuten ihotunnossa tai proprioseptiikassa. (Carr & Shepherd 2010, 256.)

## 6 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET TOIMINNALLISEN SÄHKÖSTIMULAATION KÄYTÖSTÄ KÄVELYN TUKEMISESSA

Sähköstimulaation vaikutuksista kävelyn eri sairausryhmillä on tehty monia tutkimuksia. Aiheesta löytyy myös kirjallisuuskatsauksia. Muun muassa Miller (2017) on tehnyt kirjallisuuskatsauksen sähköstimulaation vaikutuksista riippunilkkiaan MS-tautipotilailla kävelynopeutta mittaamalla ja da Cunha ym. (2020) FES:in ja fysioterapian yhteisvaikutuksista kävelynopeuteen aivohalvauksen saaneilla potilailla. Samankaltaisen kirjallisuuskatsauksen on tehnyt myös Moll (2017) sähköstimulaation vaikutuksesta nilkan dorsifleksoreihin CP-vammapotilailla.

Kirjallisuuskatsauksessa aivohalvauksen saaneista potilaista perehdyttiin tutkimuksiin sähköstimulaation ja fysioterapian yhteisvaikutuksista kävelynopeuteen. Dataa kerättiin 14 tutkimuksesta ja 1115 osallistujalta. FES yksinään ei parantanut kävelynopeutta verrattuna tavanomaisiin fysioterapiahoitoihin, mutta FES yhdessä valvotun harjoittelun kanssa tuotti parempia tuloksia kuin pelkkä valvottu harjoittelu yksinään kävelynopeuden parantamiseksi. FES:illä ei kuitenkaan löydetty olevan vaikutusta kotiharjoitteluun, mutta fysioterapian tavanomaisiin hoitoihin verrattuna se paransi nilkan dorsifleksiota, toiminnallista liikkuvuutta ja tasapainoa, vaikkakin parin viimeisen tutkimuksen vaihtelevuus tästä oli suuri. (da Cunha ym. 2020.)

Yksi kirjallisuuskatsaus käsitteli FES:in vaikutusta kävelynopeuteen riippunilkasta kärsivillä MS-tautipotilailla. Tässä 19 tutkimusta arvioitiin kohtalaiseksi tai heikoksi luotettavuudeltaan heikon tutkimusten sokkouttamisen takia. Ortoosin aikaansaamia ja terapeuttisia vaikutuksia arvioitiin lyhyen sekä pitkän matkan kävelynopeuden mittaamisella. Lyhyissä kävelytesteissä ilmeni merkittävä ortoosin aikaansaama välitön vaikutus, joissa kävelynopeuden keskimääräinen kasvu oli 0,05m/s. Pitkissä matkoissa ei esiintynyt merkittävää välitöntä tai pidempiaikaista vaikutusta kävelynopeuteen, eikä myöskään terapeuttista vaikutusta ilmennyt lyhyen tai pitkän matkan kävelytesteillä. Näiden perusteella riippunilkan hoidossa sähköstimulaatiolla on siis positiivinen välitön ja pitkäaikainen vaikutus kävelynopeuteen lyhyissä kävelytesteissä, mutta vaikuttavuutta ei löydetty pitkistä kävelytesteistä. (Miller 2017.)

Eräs kirjallisuuskatsaus käsittelee sähköstimulaation vaikutusta nilkan dorsifleksoreihin kävelyssä spastisilla CP-vammaopotilailla. Aiheesta löytyi 780 tiivistelmää, joista tarkempaan tarkasteluun otettiin 35 ja lopulta 14 artikkelia käytettiin tutkimuksessa. Vain kuitenkin kolmessa tutkimuksessa oli tason I-III näyttö. ICF:n osallistumisen ja suoritusten tasolla oli vain vähän näyttöä itse ilmoitettujen kaatumisten ja varpaiden laahaamisen vähenemisestä. ICF:n rakenteiden ja toimintojen tasolla oli selvää näyttöä (I-III) siitä, että sähköstimulaatio lisäsi nilkan aktiivista dorsifleksion astetta ja voimaa, paransi motorista kontrollia, tasapainoa ja kävelyn kinematiikkaa, mutta laski kävelynopeutta. Haittavaikutuksiksi ilmeni ihon ärsytys ja sietokyky sekä hyväksymisongelmat. (Moll 2017.)

Laitteesta on tehty opinnäytetyö huhtikuussa 2020, joka käsittelee laitteen fysioterapiakäyttöä. Tässä keskityttiin kuitenkin laitteen käytön opastukseen kokemuksen ja laitteen ohjaamisen havainnoinnin sekä teoretiedon pohjalta. Tarkoituksena oli tuottaa opas fysioterapeuteille, jotka eivät olleet ennen laitetta käyttäneet. (Heikkinen & Sulander 2020.)

Riippunilkkään aivohalvauksen jälkeen voidaan käyttää joko nilkkatuki-ortoosia tai riippunilkkastimulaatiota. Kluding ym. (2013) ovat tehneet 30 viikon tutkimuksen näiden eroista aivohalvauspotilailla. Tutkimus suoritettiin vähintään 3 kuukautta sitten aivohalvauksen saaneille, joiden kävelynopeus oli alle 0,8m/s. Osallistujia oli lopulta 197. Merkittävää parannusta tapahtui molempien apuvälineiden toimesta 30 viikossa sekä hitaassa että nopeassa kävelynopeudessa. Ryhmien välisessä vertailussa eri apuvälineistä ei kuitenkaan esiintynyt huomattavia eroja kävelynopeudessa. Kummankin laitteen käyttö 30 viikon ajan antoi kliinisesti sekä tilastollisesti merkittäviä parannuksia kävelynopeuteen ja muihin toiminnallisiin tuloksiin, mutta käyttäjien tyytyväisyys oli kuitenkin korkeampi riippunilkan sähköstimulaation käyttäjillä. Aikaisempien tutkimusten tulokset sähköstimulaatio-ortoosin vaikutuksista ovat olleet yleensä positiivisia. Lyhytaikaisten verrokkitutkimusten mukaan riippunilkan sähköstimulaatio lisäsi kävelynopeutta 8 viikon kuluttua aloittamisesta. (Kluding ym. 2013.)

Erään pitkäaikaistutkimuksen mukaan kävelynopeus parani merkittävästi 11 kuukaudessa potilailla, joilla ei ollut progressiivista sairautta. Tutkimus vertasi ortoosin ja terapian vaikutuksia kävelyn suoritustasoon potilailla, joilla oli krooninen ei-progressiivinen tai progressiivinen sairaus. Potilaat käyttivät sähköstimulaatiota arjessaan kolmesta kahdeentoista kuukautta. Kävelynopeutta mitattiin 10 metrin kävelytestillä ja neljän minuutin kahdeksikkokävelytestillä (F8WT). Koehenkilöt testattiin sähköstimulaation kanssa ja ilman sekä alussa että lopussa. Kolmen kuukauden sähköstimulaation käytön jälkeen vaikutus oli samanlainen ja merkittävä sekä ei-progressiivisia että progressiivisia sairauksia

sairastavilla potilailla testattaessa ilman sähköstimulaatiota kahdeksikkokävelytestin nopeutta. Terapian vaikutus kahdeksikkokävelytestin nopeuteen poikkesi kuitenkin molempien ryhmien välillä 11 kuukauden kohdalla kahdeksikkokävelyn nopeuden eron ryhmien välillä ollessa 28,0% ja 7,9%. Yhdistetty terapian ja apuvälineen positiivinen vaikutus kahdeksikkokävelyn nopeuteen 11 kuukauden kohdalla oli vastaavasti 37,8% ja 13,1%. Apuvälineen hyöty sähköstimulaatiosta oli jopa 11 kuukauteen asti. Terapian vaikutus kasvoi ei-progressiivista sairautta sairastavilla 11 kuukautta, mutta vain 3 kuukautta progressiivista sairautta sairastavilla. Yhteisvaikutus säilyi merkittävänä koko tutkimuksen ajan. (Stein ym. 2010.)

Toiminnallisen sähköstimulaation (FES) vaikuttavuudesta kävelyyn MS-tautipotilailla on tehty tutkimus Salisbury Districtin sairaalassa. Satunnaistetulla kontrolloidulla tutkimuksella tutkittiin FES:in vaikuttavuutta kävelyyn sekundaarisesti progressiivisilla MS-tautipotilailla, joilla ilmeni toispuoleista riippunilkkaoiretta. Tutkittavat jaettiin FES:in ja fysioterapian kotiharjoitteluohjelman käyttäjiin 18 viikon ajaksi. Tutkimuksen mukaan FES paransi kävelyn laatua verrattuna kävelyyn ilman FES:iä. Fysioterapian kotiharjoitteluohjelman saaneiden kävelynopeus 10 metrin matkalla parani sekä kävelymatka 3 minuutin kävelytestin aikana kasvoi toisin kuin sähköstimulaatiota käyttävässä ryhmässä, jossa havaittavaa muutosta ei ollut ilman stimulaatiota. Tutkijoiden mukaan yhdistelmä kotiharjoittelua ja FES:iä saattaisi tuottaa vielä parempia tuloksia. (Barrett ym. 2009.)



## 7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimuksen tavoitteena on antaa lisää tietoa FES L300 Go -sähköstimulaatio-ortoosin käyttökokemuksista ja täsmällistä tietoa kävelyssä tapahtuvista mahdollisista muutoksista ortoosin kanssa. Tavoitteena on myös laitteen tuominen asiakkaiden tietoisuuteen.

Tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa tietoa kävelyssä tapahtuvista mahdollisista muutoksista ortoosin 30 päivän päivittäisen käytön seurauksena peroneuspareesioireisilla sekä selvittää asiakkaiden subjektiivisia kokemuksia ortoosin käytöstä pitkittäisen taustatutkimuksen avulla.

Tällä tutkimuksella pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Millaisia kävelyyn liittyviä muutoksia saadaan FES L300 Go sähköstimulaatio-ortoosin kuukauden käytöllä henkilöllä, jolla on peroneuspareesioire?
2. Millaisia subjektiivisia kokemuksia laitteen käyttö herättää henkilöllä, jolla on peroneuspareesioire?
3. Miten kaatumisenpelko muuttuu, kun henkilö, jolla on peroneuspareesi, käyttää FES L300 Go sähköstimulaatio-ortoosia päivittäin 30 päivän ajan?

## 8 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimuksen mittaukset toteutuivat kahtena päivänä keväällä 2021 Turun liikuntalaboratoriossa Medisiina D:ssä. Mittauspäivien välissä asiakas 1 ja 2 käyttivät ortoosia 30 päivän ajan ja asiakas 3 käytti ortoosia 48 vuorokautta loppumittausten siirtymisen takia sairastapauksen vuoksi. Mittaukset olivat samat molempina kertoina haastattelua lukuun ottamatta. Yhden asiakkaan kohdalla yhtenä mittauspäivänä aikaa kului tunnista kahteen ja puoleen tuntiin. Toimeksiantaja oli mukana mittauksissa ja toi ortoosin alkumittauspäivinä paikalle sekä vastasi ortoosin sovittamisesta ja yksilöllisistä asetuksista testattaville. Alkumittauspäivänä testajat ja toimeksiantaja tutustuttivat tutkittavat FES L300 Go -sähköortoosiin ja tutkittavat saivat harjoitella sen käyttöä ja totutella siihen ennen mittauksia. Mittausten ja interventiojakson jälkeen saadut tulokset on purettu ja analysoitu tähän raporttiin.

### 8.1 Tutkimuksen otoksen valinta

Tutkimukseen saatiin 3 tutkittavaa, joilla ilmeni peroneuspareesioire. Jokainen tutkittava pystyi kävelemään itsenäisesti ilman apuvälineitä vähintään 32 metriä, joka oli mittauksissa toteutunut kerralla käveltävä matka. Tutkittavilla saattoi olla arjessa käytössä muitakin kävelyn apuvälineitä, mutta nämä käydään läpi jokaisen tutkittavan kohdalla erikseen. Aiempaa kokemusta sähköortooseista tutkittavilla ei ollut. Opinnäytetyön toimeksiantaja rekrytoi tutkittavat.

### 8.2 Aineistonkeruumenetelmät

Alku- ja loppumittausten yhteydessä tutkittavat haastateltiin puolistrukturoidulla haastattelulla (liite 1). Haastattelukysymykset pyrittiin luomaan mahdollisimman neutraaleiksi, etteivät ne ohjanneet haastateltavan vastauksia puolesta tai vastaan. Kysymykset olivat avoimia kysymyksiä, eikä niihin ollut vastausvaihtoehtoja, jolloin haastateltavan sai kertoa ajatuksiaan laajemmin. Haastattelussa selvitettiin tutkittavan mielipiteitä laitteesta, sen käytöstä ja vaikutuksista. Ennen mittauksia selvitettiin, käyttäkö mitattava muita apuvälineitä sekä kuinka pitkiä matkoja hän pystyi kävelemään kerrallaan ja yhden päivän aikana.

Haastattelun avulla saatiin subjektiivista tietoa laitteen käyttökokemuksista. Haastattelut tallennettiin äänitallenteina nauhurille, jotta näihin oli helppo palata myöhemmin ja testattavien vastaukset saatiin taltioitua sellaisenaan. Asiakkaan 3 kohdalla nauhurin kanssa ilmeni ongelmia, jonka seurauksena loppuhaastattelu jouduttiin toteuttamaan kahteen kertaan.

Kansanvälisellä kaatumisenpelkokyselyllä (Fall Efficacy Scale International, FES-I) (liite 4) mitattiin tutkittavien huolestuneisuutta kaatumisesta (Karinkanta & Nupponen 2011). Kysely on validoitu ja todettu erinomaisen päteväksi ulkoisten fysiologisten ja neuropsykologisten tekijöiden suhteen (Delbaere ym. 2010). Kaatumispelkokyselystä annettiin suomenkielinen versio paperisena tutkittavalle täytettäväksi ennen alkumittauksia sekä kuukauden intervention jälkeen loppumittausten yhteydessä. Tarkoituksena oli selvittää, minkä verran testattavaa huoletti kaatumisen mahdollisuus ennen ortoosin käyttöä ja muuttuiko pelon määrä laitteen käytön aikana. Tässä tutkimuksessa käytettiin 16-osaista versiota. Vastausvaihtoehdot olivat numeroina yhdestä (ei huoleta lainkaan) neljään (huolestuttaa hyvin paljon). Jokaisen kysymyksen kohdalla täyttäjän tulee ajatella, millä tavalla yleensä tekee kysyttyä asiaa. Mikäli hän ei tee kysyttyä asiaa, kysymykseen tulee vastata sen perusteella, kuinka paljon kaatuminen huolestuttaisi, jos hän tekisi kysyttyä asiaa.

Tutkimuksessa mitattiin kävelyn parametreja Zebris-painelevyltä, joka koostuu kahdesta peräkkäisestä, kaksi metriä pitkästä levystä, jotka keräävät dataa siihen kohdistuvasta paineesta. Noraxon-ohjelmisto tulkitsee datan ja laskee siitä kävelyyn liittyviä parametreja, kuten kävelynopeutta, askeleen ja askelparin pituutta, askelleveyttä ja -tiheyttä, keskimääräistä paineen jakautumista jalkapohjille, paineen keskipisteen linjaa ja sen muita parametreja, jalkapohjan segmentaarisia eroja kävelyn aikana sekä alueiden erotettuja voimakäyriä, kävelyn vaiheiden kestoa ja voiman maksimiarvoja sekä kokonaiskeskiarvoa. (Noraxon 2020.)

Mittauksessa tutkittavat kävelivät aluksi ilman ortoosia omalla normaalinopeudellaan, jonka jälkeen ortoosin kanssa omalla normaalinopeudellaan. Mitattavia kävelykertoja tuli yhteensä kaksi. Molemmat mittaukset koostuivat kahdesta edestakaisesta kävelystä painelevyn päällä. Kävely aloitettiin vähintään 1-3 askelta ennen painelevyä ja sitä jatkettiin vähintään muutamalla askeleella painelevyn jälkeen, jotta analyysi saatiin vakiodulta kävelynopeudelta, ei kiihdytys- tai jarrutusvaiheilta (Kauranen 2018, 335). Vähintään yhden metrin painelevyn ylityksen jälkeen tutkittavat kääntyivät ympäri ja kävelivät takaisin

samaa reittiä. Painelevyllä kävelyä matkaa koostui yhteensä 4x4 metriä, joka on riittävä luotettavan kävelyanalyysin luomiseksi (Perry & Burnfield 2010, 479).

Painelevystä saatavan määrällisen datan tueksi kävelyt videoitiin edestä ja sivulta. Kävelyitä havainnoitiin jälkikäteen videoilta ja näistä saatuja tietoja käytettiin analyyseistä saatujen tietojen tukena ja varmistuksena. Havainnoinnin suurimpana etuna on välittömän ja suoran tiedon saaminen yksilöiden käyttäytymisestä (Hirsjärvi ym. 2009, 213). Havainnointi suoritettiin vapaasti, ilman muistilistoja tai tiettyjä havainnoinnin runkoja. (Hirsjärvi ym. 2009, 215–216).

Havainnoidessa pyrittiin tarkkailemaan sellaisia asioita, joita painelevy ei paljasta, esimerkiksi vartalon ja yläraajojen liikkeitä sekä alaraajojen heilahdusvaiheiden epäsymmetrioita, kuten askelkorkeuksia ja liikkeen jatkuvuutta. Havainnoinnin avulla pyrittiin lisäämään ymmärrystä painelevyn antamasta datasta ja vahvistamaan siitä saatuja tietoja. Kävely videoitiin samalla, kun tutkittavat kävelivät painelevyllä. Ainoastaan nämä kävelyt havainnoidaan ja analysoidaan.

### 8.3 Intervention kuvaus

Alkumittausten jälkeen testattavat saivat FES L300 Go -sähköortoosin itselleen 30-48 päivän ajaksi. Heitä ohjattiin käyttämään laitetta päivittäin arjessaan mahdollisimman paljon kävellessään. Laitteeseen ohjelmoitiin myös harjoitteluohjelma, jota oli tarkoitus suorittaa kahdesti päivässä, aamulla ja illalla. Ohjelmassa laite aktivoi kohdelihaksia (mm. fibularis brevis ja longus, m. tibialis anterior), jolloin lihakset tekevät aktiivista työtä. Harjoitteet tehtiin alaraajat vaakatasossa, jolloin painovoima oli eliminoituna. Harjoitteen tarkoitus oli lisätä ko. lihasten aineenvaihduntaa, vahvistaa lihaksia ja auttaa ylläpitämään lihasten hermojen kuntoa. Asiakkaat kokeilivat laitetta ensimmäisenä mittauspäivänä ennen mittausten aloittamista. Tässä yhteydessä toimeksiantaja asetti laitteen asetukset tutkittaville sopiviksi ja opasti laitteen oikeaoppisen käytön.

Intervention ajaksi tutkittavat saivat täytettäväkseen päiväkirjan (liite 5), jota oli tarkoitus täyttää päivittäin. Päiväkirja oli tehty tutkittaville valmiiksi taulukkomuotoon, jotta täyttäminen olisi mahdollisimman vaivatonta. Päiväkirjan avulla pyrittiin selvittämään, paljonko asiakas oli laitetta käyttänyt ja hänen subjektiivisia kokemuksiaan laitteesta sekä toisaalta myös motivoida häntä päivittäiseen käyttöön.

#### 8.4 Aineiston analysointimenetelmät

Mitattavien tuloksia ei vertailtu keskenään, vaan jokaisen tutkittavan loppumittauksen tuloksia verrattiin ainoastaan omiin alkumittauksen tuloksiin. Eri mittausten tuloksia verrattiin keskenään; esim. kaatumispelkokyselyn tuloksia voitiin verrata haastattelusta saatuun tietoon, jolloin saatiin selville mahdollisia ristiriitaisuuksia ja yhteneväisyyksiä tuloksissa.

Haastattelusta tehtiin sisällönanalyysi, jossa aineistoa tarkasteltiin erittelemällä, yhtäläisyyksiä sekä eroja etsimällä ja tiivistämällä. Sisällönanalyysi on tekstianalyysia, jossa tässä tapauksessa tutkittiin ja tarkasteltiin haastatteluja. Tämän avulla tutkittavasta ilmiöstä pyrittiin muodostamaan tiivistetty kuvaus, joka liitti yksittäiset tulokset ilmiön laajempaan kontekstiin eli kävelyn muutoksiin ortoosin kanssa ja täydentämään muita aineistonkeruumenetelmien tuloksia. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.) Sisällönanalyysillä tarkoitetaan tässä haastattelussa esille tulleiden asioiden kuvailua.

Tutkijat havainnoivat videoita ensin erikseen ja tämän jälkeen kokosivat havainnot yhteen luotettavuuden lisäämiseksi. Lopuksi kävelyiden havainnoinneista kirjoitettiin sanallinen, tiivistetty kuvaus.

Painelevyltä saadusta datasta vertailtiin kävelyn eri parametrien alku- ja loppumittausten tuloksia keskenään, eli askeleen ja askelparin pituutta, askelleveyttä ja -tiheyttä, paine-keskipisteen siirtymää, jalkaterien segmentaarisia eroja kävelyssä ja näiden alueiden erotettuja voimakäyriä, kävelyn vaiheiden kestoa sekä kokonaiskeskiarvoa voimakäyristä. Painelevyltä saatu data kirjattiin taulukkomuotoon, jotta vertailu ja tarkastelu olisi helpompaa. Analyyseistä kirjoitettiin sanallinen yhteenveto, ja alku- ja loppumittauksissa tehtyjä analyysijä verrattiin keskenään.

Kaatumispelkokysely analysoitiin vertaamalla alku- ja loppumittausten välisiä kokonaispistemääriä, joiden perusteella saatiin vastaus siihen, muuttuiko subjektiivinen kaatumisen pelko interventiojakson aikana aloitustilanteeseen nähden. Kyselystä voi saada tulokseksi 16-64 pistettä, joista suurempi pistemäärä kuvaa suurempaa huolestuneisuutta kaatumisesta (Karinkanta & Nupponen, 2011.) Tästä pyrittiin havaitsemaan mahdolliset muutokset kaatumisenpelossa tietyissä arjen tilanteissa. Myös kaatumispelkokyselyn tuloksista tehtiin yksinkertaistetut taulukot jokaisen tutkittavan kohdalla tulosten esittämisen yksinkertaistamiseksi ja vertailun helpottamiseksi.

## 9 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimussuunnitelmasta poiketen ensimmäisessä mittauksessa totesimme yhdessä opinnäytetyön toimeksiantajan kanssa, että maksimikävelynopeutta ei ole syytä mitata tutkittavien verrattain heikosta kävelykyvystä johtuen. Vähensimme myös yhden kävelymittauksen määrää kolmesta edestakaisesta matkasta kahteen.

Lopputulena kukin tutkittava käveli ilman ortoosia omaa normaalivauhtiaan kahdeksan metrin matkan, josta neljä metriä on painelevyä, kaksi kertaa edestakaisin, eli yhteensä 32 metriä, sekä saman matkan ortoosin kanssa. Ennen ensimmäistä kävelymittausta ilman ortoosia asiakkaille sovitettiin ortoosia, he kokeilivat sitä ja asetukset säädettiin jokaiselle yksilöllisesti.

### 9.1 Asiakas 1

Asiakas on noin 70-vuotias mies, joka on saanut maaliskuussa 2017 laajan aivoverenvuodon oikeaan aivopuoliskoon. Tämän seurauksena koko vasen puoli halvaantui ja asiakas oli sairaalassa kuntoutuksessa viisi kuukautta. Kohtauksen jälkeen asiakkaalla todettiin masennus. Myöhemmin asiakas on ollut kunnan järjestämällä kuntoutusjaksoilla. Kesällä 2019 asiakas on noussut ensimmäisen kerran seisomaan, jonka myötä kävelyn harjoittelu on alkanut. Kävelyyhin asiakas joutuu keskittymään vielä paljon ja asiakkaan mukaan kävely ja puhuminen samaan aikaan on toisinaan hankalaa. Arjessa asiakas käyttää liikkumisen apuvälineenä pyörätuolia, jota hän työntää edessään kävelyn tukena. Hänellä on myös kävelykeppi, jota ei mielellään käytä tämän epävakauden takia. Sähköpyörätuolilla asiakas hoitaa nopeat isommat ja merkittävämmät matkat, kuten kauppareissut.

#### 9.1.1 Haastattelu

Intervention alussa asiakas kertoi kävelevänsä kertamatkana 75-100m. Tämän matkan asiakas kertoi kulkevasa kerran päivässä pyörätuolia edessään työntäen. Kotona hän kulkee jonkun verran mieluummin seinien turvin kuin kävelykepin. Keppiä käyttäessä tämä on lähinnä vain turvana, eikä asiakas kertomansa mukaan nojaa tähän. Motomedillä asiakas polkee jaloilla 17min ja käsillä 15min päivässä ilman avustusta vastuksen

ollessa 5/10 niin, että asiakas saa kevyen hien pintaan. Asiakas kertoi olevansa miltei koko päivät jaloillaan pystyssä, useita tunteja päivässä pääosin pyörätuolin tukemana. Asiakkaan tavoitteena on päästä kävelylle puistoon ilman apuvälineitä ja hän toivoikin sähköstimulaatio-ortoosin auttavan tavoitteen saavuttamisessa.

Interventiossa kuukauden jälkeen asiakas kertoi käyttäneensä sähköstimulaatio-ortoosin lisäksi kävelynsä turvana pyörätuolia edessään sekä joskus kävelykeppiä. Ongelmaksi asiakas kuvaili kuitenkin spastisen kätensä, joka veti häntä etukenoon. Tämän seurauksena hän alkoi ottaa pyörätuolista vain toisella kädellään tukea, mutta ei kuitenkaan nojannut tähän, jotta ei kävelisi vinossa. Kotona hän kertoi liikkuneensa kepin avulla joitain matkoja, mutta muuten pääosin pyörätuolia työntäen. Välillä kotona asiakas kertoi testanneensa kävelyä myös ilman tukea, koska seinät ja ovenpielet ovat lähellä eikä hän kotona pelännyt kaatumista.

Päiväkirjasta kävi ilmi, että asiakas käytti laitetta kävelyn apuvälineenä ja teki harjoitteet keskimäärin kuudesti viikossa. Päivän käyttöaika vaihteli viidestä minuutista tuntiin ja oli keskimäärin 30 minuuttia. Askelia kertyi päivässä tuhannen molemmin puolin.

Asiakas kertoi kävelymatkojen selkeästi pidentyneen ja parantuneen intervention aikana. Jalkaterään on saatu liikettä juuri ennen laitteen käyttöönottoa ja kuukauden aikana asiakas kertoi nilkan liikkeen lisääntyneen selkeästi aikaisempaan nähden, ja hän pohti, onko syy ortoosissa, muussa terapiassa vai näiden yhteisvaikutuksessa. Myös tasapaino ja vasemman puolen voima oli asiakkaan mukaan parantunut, mutta hän uskoo muun terapian vaikuttaneen tähän.

Alussa asiakas kertoi, että ortoosilla oli hieman haastava kävellä ja sen käyttö tuntui epämiellyttävältä siitä tulevien sähköstimulaatioiden vuoksi. Laitteen kokeilujakson protokollan mukaisesti kahden viikon kohdalla opinnäytetyön toimeksiantaja kävi säätämässä laitteen asetuksia käyttäjälleen sopivammaksi, joka taas helpotti laitteen käyttöä ja lisäsi sen käyttömukavuutta. Asiakas tottui laitteeseen vähitellen, mutta hän kertoi kuitenkin kuukauden olleen liian lyhyt aika laitteen kokeilulle. Hän uskoi, että pidemmällä ajalla laitteesta tulisi käyttäjälleen lähes huomaamaton.

Ortoosin käytön asiakas koki helpoksi, se oli helppo pistää päälle ja pois päältä. Lähes olemattomina ongelmina asiakas mainitsi laitteen nappien löytämisen ja näiden laittamisen kiinni yhdellä kädellä sekä laitteesta jäävät painaumat. Asiakas kertoi myös ortoosin vaikuttaneen housuvalintaan, sillä se ei välttämättä mahtunut kaikkien housujen alle. Asiakas kertoi laitteen helpottaneen kävelyä alun haasteiden jälkeen.

Asiakas suosittelisi laitetta muille vastaavassa tilanteessa oleville, mutta totesi, että kaikki tästä eivät varmasti pitäisi. Hän myös uskoi totutteluajan olevan eri ihmisillä eri pituinen, koska tuntemus laitteesta oli etenkin alussa niin kummallinen, kivun kaltainen laitteen nostaessa jalkaterää. Itselleen asiakas voisi harkita laitetta päivittäiseen käyttöön. Asiakkaan tavoitteena on kuitenkin olla tulevaisuudessa apuvälineetön kunnon parantua, jolloin hän jättäisi laitteen pois käytöstä. Mikäli riippunilkka ei kuitenkaan parantuisi, asiakas voisi kuvitella käyttävänsä laitetta päivittäin.

### 9.1.2 Kaatumispelkokysely (FES-I-FIN)

Kysytty asia	Alussa	Lopussa
Siivous	2	1
Pukeutuminen tai riisuutuminen	1	1
Ruuanlaitto tai lämmitys	1	1
Suihku tai kylpy	1	1
Lähikaupassa käynti	1	1
Istuutuminen tai tuolilta ylösnousu	1	1
Portaiden nousu tai laskeutuminen	2	2
Ulkona kävely	2	1
Pään yläpuolelta kurottaminen tai maasta poimiminen	1	1
Puhelimeen vastaamaan kiirehtiminen	1	1
Liukkaalla pinnalla kävely	2	2
Sukulaisten tai tuttujen luona vierailu	1	1
Tungoksessa kävely	1	2
Epätasaisella pinnalla kävely	1	1
Rinnettä ylös tai alas kävely	2	1
Harrastuksissa tai tilaisuuksissa käynti	1	1
<b>Kokonaispistemäärä</b>	<b>21</b>	<b>19</b>

Taulukko 1. Asiakkaan 1 kaatumispelkokyselyn vastaukset ja kokonaispistemäärä.

Alkumittauksessa asiakkaan kokonaispistemäärä Kaatumispelkokyselyssä (taulukko 1) oli 21 pistettä. Suurin osa kohdista ei huolestuttanut asiakasta lainkaan (1p). Kodin siivous, portaiden kulkeminen, ulkona käveleminen, liukkaalla pinnalla käveleminen sekä rinnettä alas tai ylös kulkeminen (kohdat 1,7,8,11,15) huolestuttivat asiakasta vähän (2p).

Kuukauden intervention jälkeen asiakkaan kokonaispistemäärä Kaatumispelkokyselystä oli 19 pistettä. Suurin osa kohdista ei huolestuttanut asiakasta lainkaan (1p), mutta portaissa kulkeminen, liukkaalla pinnalla käveleminen sekä tungoksessa käveleminen (kohdat 7,11,13) huolestuttivat häntä vähän (2p). Kokonaispistemäärä väheni intervention



aikana kahdella pisteellä. Kodin siivouksen, ulkona kävelemisen ja rinnettä alas tai ylös kulkemisen kaatumisen huolestuneisuus vähenivät yhdellä pisteellä, kun taas tungoksessa kävelyn kaatumisen huolestuneisuus kasvoi yhdellä pisteellä.

### 9.1.3 Kävelyn analyysi painelevyn tuloksista

Asiakas 1	40 askelparia	38 askelparia	34 askelparia	
Kävelyn parametrit	Alussa ilman ortoosia	Lopussa ilman ortoosia	Alussa ortoosin kanssa	Lopussa ortoosin kanssa
<b>Painekeskapisteen siirtymä</b>				
Vasen jalka	200mm (±43mm)	190mm (±27mm)		225mm (±33mm)
Oikea jalka	278mm (±30mm)	290mm (±11mm)		286mm (±9mm)
<b>Yhden jalan tukivaiheen painekeskapisteen siirtymä</b>				
Vasen jalka	11mm (±5mm)	10mm (±6mm)		9mm (±5mm)
Oikea jalka	26mm (±25mm)	29mm (±23mm)		28mm (±16mm)
<b>Tukivaiheen kesto</b>				
Vasen jalka	84,8% (±8,7%)	82,3% (±7,8%)		84.4% (±4.5%)
Oikea jalka	91,1% (±13,8%)	91,9% (±1,5%)		92.0% (±1.4%)
<b>Heilahdusvaiheen kesto</b>				
Vasen jalka	15,2% (±8,7%)	17,7% (±7,8%)		15.6% (±4.5%)
Oikea jalka	8,9% (±13,8%)	8,1% (±1,5%)		8.0% (±1.4%)
<b>Yhden jalan tukivaiheen kesto</b>				
Vasen jalka	6,2% (±5,9%)	8,4% (±7,9%)		8.1% (±9.8%)
Oikea jalka	14,1% (±16,1%)	18,2% (±10,0%)		14.6% (±12.2%)
<b>Kaksoistukivaiheen kesto</b>	78,9% (±12,8%)	73,8% (±9,3%)		76.9% (±10.8%)
<b>Askeleen pituus</b>				
Vasen jalka	21cm (±3cm)	22cm (±4cm)		23cm (±3cm)
Oikea jalka	16cm (±5cm)	18cm (±5cm)		19cm (±6cm)
<b>Askelparin pituus</b>	37cm (±5cm)	41cm (±5cm)		42cm (±5cm)
<b>Askelleveys</b>	19cm (±3cm)	18cm (±2cm)		19cm (±2cm)
<b>Kävelynopeus</b>	0,5 km/h (±0,4km/h)	0,6 km/h (±0,1km/h)		0.6 km/h (±0.1km/h)
<b>Askertiheys</b>	50 (±56) askelta/min	52 (±6) askelta/min		51 (±6) askelta/min

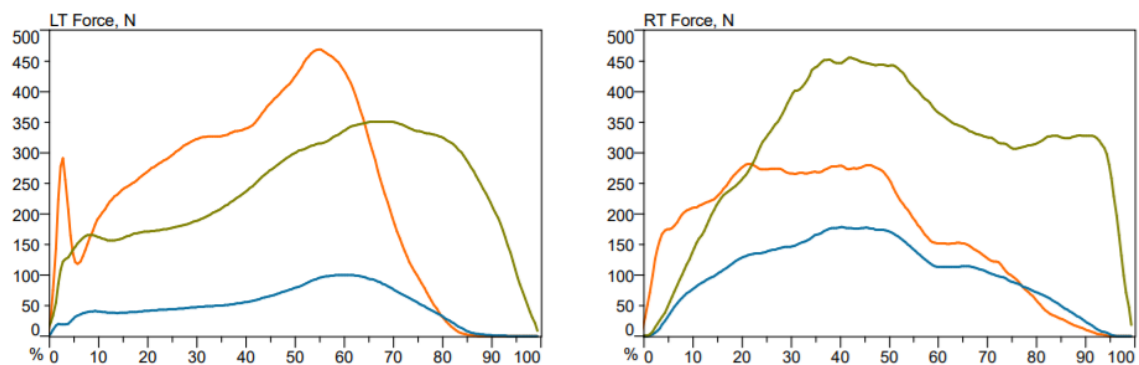
Taulukko 2. Asiakkaan 1 kävelyn parametrit alkumittauksessa ortoosin kanssa ja ilman, sekä loppumittauksessa ortoosin kanssa.

Taulukossa 2 on kuvattu kävelyn eri muuttujia alkumittauksissa ilman ortoosia, sekä loppumittauksissa ilman ortoosia ja sen kanssa. Teknisistä ongelmista johtuen kävelyn analyysia ortoosin kanssa alkumittauksista ei saatu. Seuraavissa kappaleissa on kuvattu eri kävelyn parametrien muutokset kävelyssä ortoosin kanssa alku- ja loppumittausten välillä, sekä muutokset kävelyssä loppumittauksessa ilman ortoosia ja ortoosin kanssa.

Alkumittauksessa ilman ortoosia asiakas 1 meinasi muutamia kertoja kaatua, mikä kasvattaa ko. mittauksen hajontaa muihin mittauksiin verrattessa.

### Kävelyn alku- ja loppumittausten vertailu ilman ortoosia

Kävelyn painelevyn datasta (taulukko 2) ilman ortoosia painekeskipisteen (center of pressure) siirtymä painelevyllä pieneni vasemmalla jalalla 10mm. Oikealla sama luku oli -12mm. Yhden jalan tukivaiheen aikana paineen keskipisteen siirtymän muutos oli vasemmalla jalalla +1mm, ja oikealla +3mm. Jalkojen välinen ero oli jokaisessa mittauksessa miltei kolminkertainen. Kävelyn painelevyn datasta ilman ortoosia tukivaiheen kesto koko askelsyklin kestoista väheni 2,5 prosenttiyksiköllä vasemmalla jalalla ja oikealla se lisääntyi 0,8 prosenttiyksikön verran. Näin ollen vasemman jalan heilahdusvaiheen kesto kasvoi 2,5 prosenttiyksiköllä ja vastaavasti oikealla jalalla väheni 0,8 prosenttiyksikön verran. Vasemman jalan tukivaiheen kesto ilman ortoosia lisääntyi 2,2 prosenttiyksiköllä, eli yhdellä kolmanneksella ja oikealla jalalla se lisääntyi 4,1 prosenttiyksiköllä. Tämän seurauksena kaksoistukivaiheen kesto väheni ilman ortoosia 5,1 prosenttiyksiköllä. Askeleen pituus kasvoi vasemmalla jalalla yhden sentin ja oikealla kaksi senttiä, jolloin askelparin pituus kasvoi noin neljällä sentillä. Askelleveys pieneni yhdellä sentillä. Kävelynopeus ilman ortoosia kävellessä kasvoi alkumittauksiin verrattuna 0,1 km/h ja askeltiheys kasvoi kahdella askeleella per minuutti.



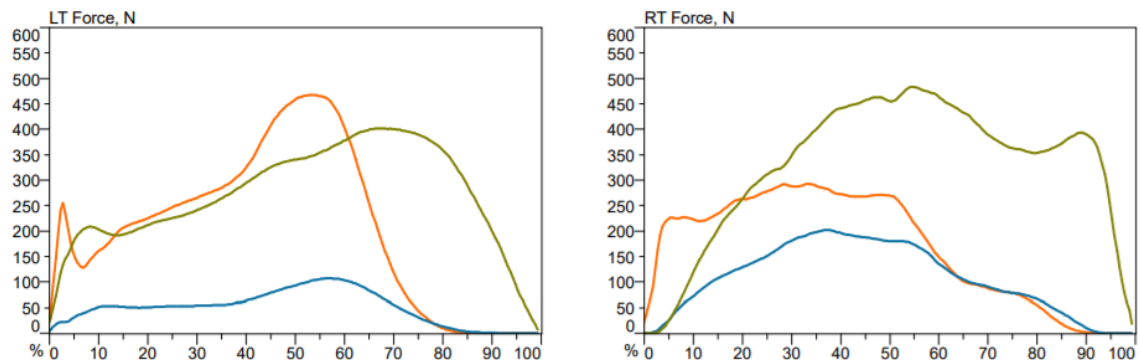
Kuva 3. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyden tuottama voima alkumittauksissa ilman ortoosia Newtonina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.

Terveellä ihmisellä kävelyssä alkukontakti tulisi tapahtua kantapäällä (Levangie & Norkin, 2011, 526). Tällöin diagrammin 0%:ssa tulisi alkaa vain yksi, kantapään alueen käyrä. Kuvasta 3 huomaa, että ensimmäisellä asiakkaalla kantapään käyrän lisäksi myös jalan etuosan ja keskijalan käyrät alkavat jo 0%:sta, mistä voi päätellä, että alkukontakti vasemmalla jalalla tapahtuu koko jalkapohjalla. Oikealla puolella käyrät alkavat myös hyvin läheltä nollaa. Vasemmalle kantapäälle tuli tukivaiheen alussa painepiikki, jonka

jälkeen voimakkaan laskun jälkeen paine nousi taas noin 55%:in asti tukivaiheen kestosta. Kantapää ja jalan keskiosa irtosivat alustasta noin 10% ennen tukivaiheen loppua, kun normaalikävelyssä kantapään pitäisi irrota alustasta noin 40% kohdalla (Levangie & Norkin, 2011, 526).

Kun massa siirtyy kantapäältä päkiälle, se näkyy diagrammissa näiden voimakäyrien risteämiskohtana. Tyypillisessä terveen ihmisen kävelyssä näitä risteämiskohtia tulisi olla vain yksi, mutta asiakas 1:llä vasemmalla jalalla risteämiskohtia onkin kolme. Tämä tarkoittaa sitä, että paino siirtyy kolme kertaa kantapäältä päkiälle tai päinvastoin. Kävelyn voimakäyrät ovat optimaalisessa tilanteessa sulavakulkuisia eikä niissä tulisi ilmetä värinä kuten kuvissa 3 ja 4, etenkin oikealla puolella. Värinä voi viitata tukijalan huojuntaan ja jalan nivelten jatkuviin pieniin tasapainoreaktioihin.

Jos verrataan ensimmäisen asiakkaan vasemman ja oikean jalkapohjien tuottamia voimia keskenään, huomataan, että vasemmalla jalalla kantapään voima on yli puolet ajasta suurin, kun taas oikealla päkiän voima dominoi käyrien kulkua.

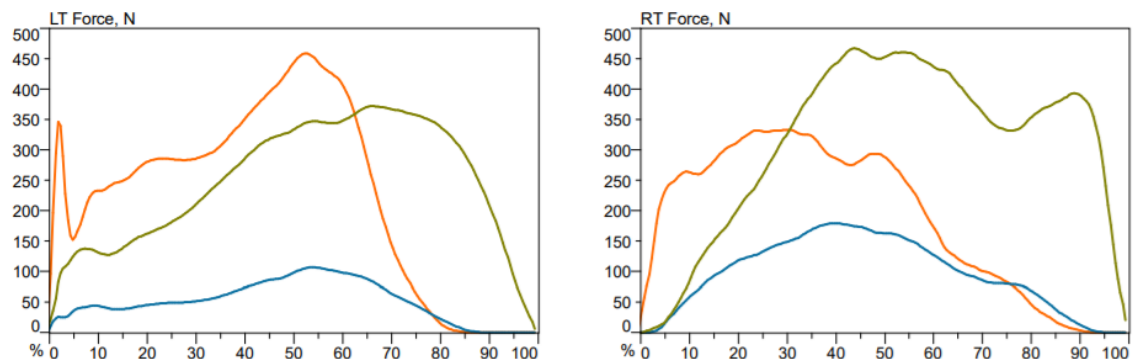


*Kuva 4. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyden tuottama voima loppumittauksessa ilman ortoosia Newtonina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.*

Loppumittauksen voimakäyrä ilman ortoosia (kuva 4) oli pääosin samansuuntainen kuin alussakin. Alussa esiintyvä vasemman kantapään voimapiikki väheni noin 50 Newtonilla, sekä tukivaiheen 15%:sta 40%:iin kantapään ja päkiän voimat olivat melko samantaisia. Alkuun verratessa kantapään voima vähentyi ja päkiän hieman lisääntyi alustaan nähden. Oikean kantapään alkupiikin voima kasvoi alkumittaukseen verratessa. Jalan keskiosan voima säilyi molemmilla jaloilla melko samana.

## Kävelyn loppumittausten vertailu ilman ortoosia ja sen kanssa

Kävelyn painelevyn datasta (taulukko 2) loppumittausten ilman ortoosia ja ortoosin kanssa vertailtaessa painekeskipisteen siirtymä vasemmalla jalalla kasvoi 35mm ja oikealla väheni 4mm. Painekeskipisteen siirtymän jalkojen välinen ero ilman ortoosia oli 100mm, mutta ortoosin kanssa erotus kapeni 61millimetriin. Yhden jalan painekeskipisteen siirtymä väheni molemmilla jaloilla yhdellä millimetrillä, ja on oikealla noin kolminkertainen vasempaan nähden sekä alku- että loppumittauksissa. Tukivaiheen kesto vasemmalla jalalla kasvoi 2,1 prosenttiyksiköllä, kun oikealla kesto pysyi lähes samana. Näin ollen heilahdusvaiheen kesto väheni vasemmalla jalalla 2,1 prosenttiyksiköllä ja oikealla pysyi lähes muuttumattomana. Tukivaiheiden puolten välinen erotus on alku- ja loppumittauksissa oli noin 8 prosenttiyksikköä. Yhden jalan tukivaiheen keston hajonta oli huomattavan suurta, joten tästä ei voinut tehdä luotettavia päätelmiä. Kaksoistukivaiheen kesto kasvoi 3,1 prosenttiyksiköllä. Askeleen pituus kasvoi molemmilla jaloilla yhden senttimetrin ja näin ollen myös askelparin pituus kasvoi pyöristettynä yhden sentin. Askeleen pituus alku ja loppumittauksissa 4cm pidempi vasemmalla kuin oikealla. Askelleveys kasvoi sentillä. Kävelynopeus pysyi muuttumattomana ja askeltiheys väheni yhdellä askeleella per minuutti.



*Kuva 5. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyn tuottama voima loppumittauksessa ortoosin kanssa Newtonineina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.*

Loppumittauksessa kävelyn alustaan tuottamaa voimaa ilman ortoosia (kuva 4) verrattaessa voimaan ortoosin kanssa (kuva 5) voidaan todeta, ettei suuria muutoksia ole havaittavissa. Ilman ortoosia kävellessä etenkin vasemman jalan käyrät ovat suoraviivaisempia, joka mahdollisesti viittaa varmempaan ja vaakaampaan askellukseen. Alkukontaktin voimakkuus lisääntyi vasemmalla jalalla ortoosin kanssa verrattuna ilman ortoosia. Loppuintervensiossa ortoosin kanssa paino säilyi kantapäällä noin 65%:iin asti

tukivaiheen kestosta, kun ilman ortoosia tähän mennessä paino oli siirtynyt jo kerran päkiälle ja tästä takaisin kantapäälle. Myös oikealla jalalla kantapään voima lisääntyi veratessa kävelyyn ilman ortoosia. Loppumittauksen kävelyssä ortoosin kanssa vasemmalla jalalla esiintyi selkeämpi voimapiikki kantapäälle verrattuna oikeaan jalkaan. Toisaalta oikealla kantapäällä voima säilyi tasaisemmin, kun taas vasemmalla kantapään voimapiikin jälkeen voima laski selkeästi ja nousi vielä tämän jälkeen. Oikealla jalalla ortoosin kanssa paino siirtyi kantapäältä päkiälle jo noin 30% kohdalla tukivaiheen kestosta, kun taas vasemmalla tämä siirtyy vasta noin 60% kohdalla. Oikealla jalalla tukivaiheen lopussa päkiän voiman voimakas lasku viittaa selkeään päkiätyöntöön.

#### 9.1.4 Kävelyn analyysi videolta

##### **Alkuvideo ilman ortoosia**

Alkumittauksen kävelyä havainnoidessa ilman ortoosia kävely oli epävarmaa ja katkoinaista. Pääasiassa vasemman alaraajan askeleet olivat pidempiä kuin oikean alaraajan askeleet, mutta pisimmilläänkään askeleet eivät ohittaneet viereistä jalkaa. Joitain kertoja vasen jalka "tarrautui" maahan, josta seurasi horjahdus, ja vasemmalla alkukontakti tapahtui koko jalkapohjalla pelkän kantapään sijaan. Oletettavasti nämä johtuvat vasemman säären dorsifleksoreiden voiman puutteesta. Vasemman alaraajan heilahdusvaiheen aikana alaraaja ei liikkunut suoraviivaisesti eteenpäin, vaan teki kierron abduktion kautta, sekä polven ja nilkan koukistussuuntainen liike oli vähäistä. Vasemman alaraajan tukivaiheessa oli havaittavissa Trendelenburgin oire, kun lantio kallistui oikealta alaspäin. Samanaikaisesti ylävartalo kallistui voimakkaasti oikealle eteen. Esiheilahdusvaiheessa lonkan ojennus jäi vajaaksi kummallakin alaraajalla. Videolta tarkastellessa näytti siltä, että oikean raajan tukivaiheessa tutkittava nosti lantiota vasemmalta ylöspäin ja samalla suoristi tukijalan polvea nostaakseen heilahtavaa raajaa ilmaan. Laskiessaan vasenta jalkaa maahan, heilahtava polvi ei suoristunut, mutta tukijalan polvi teki pienen niiauksen. Askeltaessa tutkittavan vartalo liikkui melko voimakkaasti sivulta sivulle ja vartalon ja yläraajojen myötäliikkeet olivat hyvin vähäiset, jopa olemattomat. Vasen yläraaja lepäsi kyynärpää ja sormet koukussa, olkanivel sisärotaatiossa asiakkaan vartaloa vasten.

## Loppuvideo ilman ortoosia

Loppumittauksen kävelyä videolta havainnoidessa ilman ortoosia kävely näytti melko samanlaiselta verratessa alkumittauksen kävelyyn ilman ortoosia. Askellus oli edelleen lyhyttä, ja vasemman raajan tukivaiheessa oli edelleen havaittavissa Trendelenburgin oire ja vartalon kallistuminen oikealle eteen. Loppumittauksen kävelyssä tutkittava piti molempia käsiä vartalon edessä kyynärnivelistä koukussa, joten yläraajojen myötäliikkeitä ei ollut juurikaan havaittavissa. Kokonaisuudessaan kävely oli kuitenkin sujuvamman ja varmemman oloista ja kompuroinnista johtuvia taukoja kävelyssä oli huomattavasti vähemmän, eikä varpaiden töksähtelyä siis juurikaan esiintynyt.

### 9.1.5 Yhteenveto asiakkaasta 1

Asiakkaan kokemukset laitteesta olivat positiivisia ja kävelymatkat kasvoivat kuukauden interventiojakson aikana selkeästi päiväkirjasta saatujen tietojen perusteella. Asiakas koki myös nilkan liikkeen ja vasemman alaraajan voiman kasvaneen, mutta näitä muutoksia ei ollut havaittavissa muussa datassa. Kaatumispelkokyselyn perusteella kaatumisen huolestuneisuus väheni asiakkaalla kahdella pisteellä interventiojakson aikana, joka mahdollisesti ilmenee kävellessä kasvaneena sujuvuutena ja varmuutena.

Ensimmäisen asiakkaan painelevyiltä saaduissa kävelyn parametreissa ei tapahtunut suurta muutosta kuukauden interventiojakson aikana. Yhden jalan tukivaiheen kestojen erot kapenivat jalkojen välillä, jonka perusteella askelten symmetrisyys lisääntyi. Optimaalinen yhden jalan tukivaiheen kesto on noin 40% yhden askelparin kestosta (Levangie & Norkin 2011, 526), josta asiakkaan 6,2%-18,2% arvot ovat vielä kaukana. Kaksois-tukivaiheen kesto askelsyklistä säilyi korkeana, yli 70%:ssa, optimaalisen keston ollessa noin 10% /jalka/askelpari (Levangie & Norkin 2011, 526). Askeleiden pituudet kasvoivat, jolloin myös askelparin pituus kasvoi muutamia senttejä. Loppumittauksissa oikean jalan tuki- ja heilahdusvaiheiden hajonnat olivat vain noin 1,5%. Vasemmalla sama luku ilman ortoosia 7,8% ja ortoosin kanssa enää 4,5%. Tästä saattaa päätellä, että oikean jalan askeleet ovat säännöllisempiä ja symmetrisempiä keskenään kuin vasemmalla, mutta ortoosin kanssa vasemman jalan säännöllisyys lisääntyi. Datassa hajonta oli paikoin suurta, kuten ensimmäisen mittauksen askeltiheydessä ja etenkin vasemman jalan kävelyn vaiheiden kestossa. Tämä viittasi kävelyn vakiintumattomuuteen ja epävarmuuteen. Toisaalta tähän vaikutti myös tutkittavan muutama horjahdus mittauksen aikana. Kyseiset painelevyn datasta saadut muutokset olivat kuitenkin niin pieniä, että videoita

havainnoissa yksityiskohtaisempia muutoksia ei juuri huomannut, mutta kävely kokonaisuudessaan oli sujuvampaa ja kompuroinnista johtuvia taukoja oli huomattavasti vähemmän. Nämä seikat taas puoltavat kävelyn parametreissa esiintyviä positiivisia muutoksia ja asiakkaan subjektiivisia kokemuksia.

## 9.2 Asiakas 2

Asiakas 2 on noin 50-vuotias nainen, joka on saanut aivoverenvuodon vuonna 2017. Tämä leikattiin välittömästi ja leikkauksen jälkeen hän sai diagnoosiksi vasemman puolen hemiplegian sekä vahvan neglectin. Lisäksi asiakkaalla on vasemmalla puolella tuntopuutoksia, kuten kylmän tuntemista kipuna. Kotona asiakas kävelee ilman apuvälineitä ja ottaa tukea toisinaan mm. seiniin, vaikka tietää, ettei lyhyillä siirtymillä tarvitsisi, mutta kodin ulkopuolella hän käyttää kyynärsauvaa.

### 9.2.1 Haastattelu

Alkuhaastattelussa asiakas kertoi kävelevänsä kertamatkana pisimmillään noin 300m lähikauppaan ja kaikkiaan päivän aikana kodin ulkopuolella noin 500m. Kotona asiakas käveli päivittäin kaikkiaan noin 300m.

Loppuhaastattelussa asiakas kertoi kävelleensä pääsääntöisesti kyynärsauvan kanssa, mutta välillä myös täysin ilman. Asiakas kertoi kolmen viikon kohdalla kävelleensä pitkän matkan ilman apuvälinettä, yli 2000 askelta, jonka seurauksena myöhemmin samana päivänä hän oli meinannut kaatua taittaen nilkkansa. Tämän jälkeen viimeisen reilun viikon ajan harjoittelu ja kävely oli vähäisempää ja koostui lähinnä kotona kulkemisesta.

Päiväkirjasta kävi ilmi, että asiakas teki harjoitteet laitteella kahdesti päivässä viimeistä viikkoa lukuun ottamatta. Tämä selittyi nilkan vääntymisellä loppuvaiheilla. Laitteen käytön tuntemukset olivat paria ensimmäistä päivää lukuun ottamatta hyvät ja käyttöaika oli päivittäin 2x30min.

Asiakas koki ortoosin automaattisen liikkeen keventäneen kävelyä ja koki siitä olleen hyötyä, eikä kävely asiakkaan mukaan ortoosin kanssa tuntunut ainakaan epävarmumalta. Asiakas kertoi, että laite helpotti arkea ja vasemman alaraajan nostaminen oli kevyempää, aivan kuin jonkinlaista automatisaatiota olisi ilmentynyt lonkasta asti jopa ilman ortoosia. Asiakkaan mukaan jalan nostaminen autoon oli selvästi keventynyt

aikaisempaan verrattuna etenkin ortoosin kanssa. Intervention aikana asiakas kertoi kävelleensä juoksumatolla fysioterapiassa ja tämä oli sujunut hyvin. Itse laitteen käytön asiakas koki helpoksi, koska sitä pystyi käyttämään yhdellä kädellä. Laitte oli helppo purkaa ja neppareiden kiinnitys onnistui hyvin alun opettelun jälkeen. Laitteen impulssin ja piippauksen asiakas koki epämiellyttäväksi, mutta kuitenkin siedettäväksi. Tarkoituksena oli ottaa piippaus pois toimeksiantajan puolivälisäädössä, mutta tämä unohtui.

Asiakas suosittelisi laitetta myös muille vastaavassa tilanteessa oleville. Hänen sanonsensa mukaan oli ihanaa katsoa, kun nilkka liikkuu. Aluksi asiakas kavahti sähkö aiheuttamaa tuntemusta, mutta kertoi tottuneensa tähän ajan myötä. Asiakas kuvaili laitteen käytön alkaneen tuntua lääkinälliseltä ja perusteli tätä siten, että nilkan kipeytyessä hän otti laitteen käyttöön ja koki liikkeen hoitavan nilkkaa. Asiakas mainitsi myös helppokäyttöisyyden ja toimintavarmuuden syiksi suositella laitetta. Hän olisi voinut harkita laitetta päivittäiseen käyttöön tulevaisuudessakin, mutta hinnan kuultuaan luopui ideasta.

### 9.2.2 Kaatumispelkkokysely (FES-I-FIN)

Kysytty asia	Alussa	Lopussa
Siivous	2	1
Pukeutuminen tai riisuutuminen	1	1
Ruuanlaitto tai lämmitys	2	1
Suihku tai kylpy	2	1
Lähikaupassa käynti	2	2
Istuutuminen tai tuoilta ylösnousu	1	2
Portaiden nousu tai laskeutuminen	3	3
Ulkona kävely	3	3
Pään yläpuolelta kurottaminen tai maasta poimiminen	2	2
Puhelimeen vastaamaan kiirehtiminen	2	2
Liukkaalla pinnalla kävely	3	3
Sukulaisten tai tuttujen luona vierailu	1	2
Tungoksessa kävely	3	4
Epätasaisella pinnalla kävely	4	4
Rinnettä ylös tai alas kävely	3	3
Harrastuksissa tai tilaisuuksissa käynti	1	2
<b>Kokonaispistemäärä</b>	<b>35</b>	<b>36</b>

Taulukko 3. Asiakkaan 2 kaatumispelkkokyselyn vastaukset ja kokonaispistemäärä.

Alkumittauksessa asiakkaan kokonaispistemäärä Kaatumispelkkokyselyssä (taulukko 3) oli 35p. Pukeutuminen ja riisuutuminen, istuutuminen ja nouseminen, vierailu tutuilla tai sukulaisilla ja harrastuksissa käynti (kohdat 2,6,12,16) eivät huolestuttaneet asiakasta



lainkaan (1p), kun taas kävely epätasaisella pinnalla (kohta 14) huolestutti hyvin paljon (4p). Asiakasta huolestutti vähän (2p) kodin siivous, ruuanlaitto tai lämmitys, kylpeminen tai suihkussa käynti, lähikaupassa käynti, kurotus pään yläpuolelta tai poimiminen lattialta sekä kiirehtiminen vastaamaan puhelimeen (kohdat 1,3,4,5,9,10). Melko paljon (3p) asiakasta huoletti portaiden nousu tai laskeutuminen, ulkona kävely, kävely liukkaalla pinnalla tai tungoksessa ja rinnettä ylös tai alas (kohdat 7,8,11,13,15).

Kuukauden intervention jälkeen kokonaispistemääräksi tuli 36p. Asiakasta ei huolettanut lainkaan (1p) kodin siivous, pukeutuminen tai riisuutuminen, ruuanlaitto tai lämmitys eikä kylpeminen tai suihkussa käynti (kohdat 1,2,3,4), kun taas hyvin paljon huoletti (4p) tungoksessa sekä epätasaisella pinnalla kävely (kohdat 13,14). Lähikaupassa käynti, tuolille istuutuminen tai nouseminen, kurottaminen pään yläpuolelta tai poimiminen lattialta, kiirehtiminen vastaamaan puhelimeen, käynti tutuilla tai sukulaisilla sekä harrastuksissa tai tilaisuuksissa (kohdat 5,6,9,10,12,16) huoletti asiakasta vähän (2p). Asiakasta huolestutti melko paljon (3p) portaiden nousu tai laskeutuminen, ulkona tai liukkaalla pinnalla käveleminen sekä rinnettä ylös tai alas käveleminen (kohdat 7,8,11,15).

Kokonaispistemäärä kasvoi intervention aikana siis yhdellä pisteellä ja tarkemmin tarkasteltuna kodin siivouksen, ruuanlaiton tai lämmityksen, kylpemisen tai suihkussa käynnin kaatumisen huolestuneisuus vähenivät pisteellä, kun taas istuutuminen tai tuoilta nousu, käynti sukulaisten tai tuttujen luona, tungoksessa käveleminen sekä harrastuksissa tai tilaisuuksissa käyntien kaatumisen huolestuneisuus kasvoi pisteellä. Muut kohdat pysyivät samoina (taulukko 3).

### 9.2.3 Kävelyn analyysi painelevyn tuloksista

Zebris-laitteelta saadut kävelyn analyysit eivät ole asiakkaalla 2 luotettavia, sillä tuntemattomasta syystä painelevyt eivät tunnistaneet asiakkaan askelista syntyvää painetta riittävästi. Kävelyistä saatiin analyysit, mutta niiden perustana ohjelmisto käytti 6-13 askelparia, mikä ei ole riittävä määrä laadukkaan askelanalyysin luomiseen. Syytä kyseiseen ongelmaan on mahdotonta varmasti sanoa, sillä ongelmat toistuvat sekä alkumittauksissa, että kuukauden kuluttua loppumittauksissa. Tämän vuoksi painelevyltä saatua dataa ei avattu tai vertailtu.

#### 9.2.4 Kävelyn analyysi videolta

Asiakkaan kengät kävelyanalyysissä olivat pitkävartiset ja tukevat saappaat, jotka hän kertoi valinneensa yhdessä fysioterapeuttinsa kanssa. Kengät valittiin riippunilkkaoiretta silmällä pitäen tukemaan nilkkaa kävelyssä. Tämä hankaloitti nilkan liikkeen ja tässä tapahtuneen mahdollisen muutoksen havainnointia.

##### **Alkuvideo ilman ortoosia**

Alkumittauksen kävelyä havainnoidessa ilman ortoosia kävely oli blokkimaista ja toispuoleista. Oikealla jalalla askelpituus ja tukivaihe olivat vasenta puolta pidempiä. Tämä vaikutti olevan seurausta asiakkaan nopeasta oikean jalan siirtämisestä eteen. Heilahdusvaiheessa asiakas heilautti vasemman alaraajan abduktion kautta eteen. Vasemman alaraajan polven ja lonkan liike olivat minimaalisia ja polvi yliojentui tukivaiheessa. Vasemman alaraajan esiheilahdusvaiheessa lonkan ojennus jäi vajaaksi, jota hän mahdollisesti kompensoi lantion kääntämisellä heilahtavan alaraajan puolelta edelle. Ennen jalan irtoamista alustasta esiintyi pieni pysähdys. Varsinkin vasemmalla jalalla alkukontakti tapahtui koko jalkapohjalla, ei kantapäällä. Vasemman alaraajan tukivaiheen aikana lantio tipahti sivusuunnassa oikealta puolelta, ja nilkka oli reilusti inversiossa, jolloin askellus tapahtui jalkapohjan ulkosyrjällä. Oikea alaraaja oli tukivaiheen aikana sisäkierrossa. Oikean alaraajan esiheilahdusvaiheessa lonkan ojennusta ei juuri tapahtunut. Askeltaessa vartalo ja painopiste liikkui sivulta sivulle eikä ylävartalossa esiintynyt resiprokaalista liikettä. Vasen, spastinen yläraaja pysyi liikkumattomana kyynärpää, ranne ja sormet koukistuneena vartalon vierellä.

##### **Loppuvideo ilman ortoosia**

Loppumittauksen kävelyä videolta havainnoidessa ilman ortoosia askelpituus vasemmalla oli paikoitellen selkeästi pidentynyt verrattessa alkumittaukseen ilman ortoosia. Vasemman alaraajan esi- ja alkuheilahdusvaiheessa jalka irtosi alustasta sujuvammin ilman pientä pysähdystä, toisin kuin alkumittauksessa. Vasemmassa polvessa oli havaittavissa heilahdusvaiheen aikana enemmän koukistumista alkumittaukseen nähden. Muuten kävely vaikutti melko samanlaiselta, kävely oli blokkimaista ja painopiste liikkui sivulta sivulle. Vasen yläraaja oli koukistuneena vartalon vierellä. Tukivaihe oli edelleen oikealla alaraajalla selvästi pidempi ja lantio kääntyi vasemman alaraajan puolelta edelle vasemman tukivaiheen aikana.

### **Alkuvideo ortoosilla**

Alkumittauksen kävelyä videolta havainnoidessa ortoosin kanssa kävely eteni vaihteittain ja toispuoleisesti. Kävelyn linja ohjautui toistuvasti kävelyradan oikealle reunalle. Koko vasen puoli näytti liikkuvan yhtenä blokkina eikä vasemman puolen nivelissä näyttäneet tapahtuvan juurikaan liikettä. Kävellessä paino oli selkeästi oikealla puolella vartaloa. Vasemman jalan askelpituus oli oikeaa lyhyempi sekä oikean jalan tukivaihe huomattavasti vasenta pidempi ja varmempi. Vasemmalla jalalla ei juuri tullut varvastyöntöä ja alkukontakti tapahtui koko jalkapohjalla. Vasemman jalan heilahdusvaiheen aikana jalka heilautettiin abduktion kautta eteen ja tukivaiheen aikana nilkka painui vahvasti inversioon, osin lonkan sisäänkiertyneen asennon vuoksi. Molempien lonkkien ojennus jäi esiheilahdusvaiheessa vajaaksi ja vasemmasta polvesta eikä nilkasta tullut juurikaan liikettä. Ylävartalon myötäliikkeet puuttuivat ja oikean jalan ollessa edessä ylävartalosta oikea puoli kääntyi eteenpäin. Vasemman yläraajan kyynärpää, ranne ja sormet olivat fleksiossa vartalon vierellä.

### **Loppuvideo ortoosilla**

Loppumittauksen kävelyä videolta havainnoidessa ortoosin kanssa kävely oli edelleen toispuolista ja blokkimaista. Askelpituudessa ei tapahtunut silmin havaittavaa muutosta, ja kävely suuntautui tälläkin kertaa kävelyradan oikealle reunalle verratessa alkumittauksen ortoosin kanssa. Vasemman jalan polvessa ja lonkassa oli havaittavissa selkeämpää koukistumista heilahdusvaiheen aikana. Askellus vaikutti hieman sujuvammalta ja askeleet tulivat nopeammin toistensa perään.

#### 9.2.5 Yhteenveto asiakkaasta 2

Asiakkaan haastattelusta tai päiväkirjasta ei selvinnyt, pitenikö hänen kävelemänsä päivittäiset matkat interventiojakson aikana, mutta hän kertoi, että kävelystä tuli varmempaa ja kevyempää, ja tähän viittasi myös kyynärsauvan jättäminen pois kävelystä ainakin toisinaan. Kävelyvarmuuden saattoi myös huomata videolta sujuvuutena, vaikkakin silminnähtävät muutokset olivat pieniä. Loppumittauksissa videolta saattoi huomata lonkassa ja polvessa enemmän aktiivista liikettä kuin alun kävelyissä. Asiakas kuvasi kävelyn automatisoituneen jopa lonkassa asti seuraavasti:

*”Kyllä se automaattinen liike, jonka se ortoosi siihen nilkkaan sai aikaiseksi, niin kyllä se keventää. - - Tän vasemman jalan nostaminen on jotenki kevyempää. Melkeen niin, että olisi jonkinlaista automatiikkaa. Ihan tuolta niinku lonkankoukistajasta lähtien.”*

Vaikka kaatumisenpelkkokyselyn kokonaispisteet kasvoivat alun ja lopun välillä, oli päivittäisissä toimissa, kuten siivouksessa, pukeutumisessa ja riisuuntumisessa, ruuanlaitossa sekä peseytymisessä tapahtunut kaatumisen pelon lieventymistä. Haastattelussa asiakas kertoi laitteen helpottaneen arkea. Kyselyssä kaikki tapahtuneet muutokset olivat kuitenkin vain yhden pisteen muutoksia, joka voi selittyä päiväkohtaisella vaihtelulla. Loppumittausten tuloksiin saattoi merkittävästi vaikuttaa asiakkaan kokema ”läheltä piti”-tilanne, joka tapahtui interventiojakson viimeisellä viikolla. Tämän yhteydessä hän meinasi kaatua ja taittoi nilkkansa, jonka jälkeen harjoittelu ja kävely jäi huomattavasti vähäisemmälle.

Kävelyä havainnoidessa videolta tapahtui pieniä muutoksia. Aiemmin mainitun polven ja lonkan liikkeen lisäksi alkukontaktissa tapahtui jonkin verran kehitystä, ja loppumittauksessa se saattoi toisinaan tulla jopa kantapäällä, kuten optimaalisessa kävelyssä kuuluukin. Askelpituudessa eikä -nopeudessa ollut silminnähtävää muutosta, ja samoin varjalan ja yläraajojen myötäliikkeet pysyivät minimaalisina molemmissa mittauksissa.

### 9.3 Asiakas 3

Asiakas 3 on noin 50-vuotias nainen, jolla puhkesi aneurysma ja tämän seurauksena hän sai aivoverenvuodon vuonna 2014. Kun asiakas oli toipumassa tästä, hän sai aivoinfarktin ja tämän seurauksena vasen puoli halvaantui. Tästä hän on kuitenkin toipunut hyvin nilkan toimintaa lukuun ottamatta. Asiakkaalla on käytössä spin-up-tuki nilkassa, jonka tarkoituksena on tukea nilkan asentoa ja helpottaa kävelyä. Muita liikkumisen apuvälineitä asiakkaalla ei ole. Asiakas 3 käytti ortoosia 48 vuorokautta.

#### 9.3.1 Haastattelu

Alkuhaastattelussa asiakas kertoi kävelevänsä yksin kerrallaan sadoista metreistä puoleen kilometriin ja toisen seurassa pidempiäkin matkoja ilman lepotaukoja. Päivän aikana askelia on tavoitteena kerryttää 10 000, mutta aina tämä ei kuitenkaan täyty. Kuntosalilla käydessään asiakas kävelee jonkun matkaa juoksumatolla, jolloin askelia tulee

enemmän, mutta muina päivinä etätyöskentelyn seurauksena askelia tulee asiakkaan mukaan turhankin vähän päivän aikana. Asiakas kertoi mielenkiinnolla odottavansa, saisiko laitteen avulla kuljettua yksinään pidempiä kävelymatkoja sekä olisiko laitteesta apua lenkkien varmuuteen ja nopeuteen.

Loppuhaastattelussa asiakas kertoi, ettei ole käyttänyt interventiojakson aikana muita kävelyn apuvälineitä ortoosin lisäksi. Päivittäiset matkat asiakkaan mukaan oli parista sadasta metristä muutamaan kilometriin ja pisimmillään jakson loppuvaiheessa hän teki jopa 5km:n lenkin, minkä kertoi olevan pisin, mitä on tehnyt sairastumisensa jälkeen. Ilman ortoosia tehdyt kävelyt olivat pisimmillään kolmen kilometrin mittaisia, mutta näissä asiakas joutui pitämään taukoja. Asiakas kertoi huomanneensa kävelyssään askelten pidentyneen ja askelrytmin kiihtyneen jakson aikana, mikä oli osaltaan nopeuttanut kävelyä. Myös kanssakävelijät olivat huomauttaneet kävelynopeuden kasvusta.

Asiakas kertoi, että kävely ortoosin kanssa oli helpompaa kuin ilman sitä. Hän kertoi säären lihasvoiman kasvaneen ja nilkan toiminnan helpottuneen, joka on myös vaikuttanut positiivisesti kävelyyn ilman ortoosia. Kävelyn varmuudessa asiakas ei huomannut eroa. Vaikka asiakkaan mukaan laitteen käyttö pitkien housujen kanssa oli välillä haastavaa, hän silti suosittelisi laitetta muille vastaavassa tilanteessa oleville henkilöille.

Päiväkirjasta kävi ilmi, että asiakas 3 teki ortoosin kanssa harjoitteluohjelmaa päivittäin muutamia satunnaisia päiviä lukuun ottamatta. Harjoitteluiden kesto oli alussa 15min, mutta loppua kohden harjoitusten kesto oli kasvanut 20 ja 30 minuuttiin, ja niitä oli päivittäin 1-2. Päiväkirjan mukaan laitteen kävelypäivät ja -määrät kasvoivat loppua kohden. Alussa asiakas kertoi kävelleensä noin 600 askelta päivässä, mutta loppua kohden askelmäärät ylsivät yli 5000 askeleeseen ja matkat neljään kilometriin asti. Päiväkirjassa kahden viimeisen viikon osalta ei ollut päivittäisiä merkintöjä, mutta siihen oli kirjoitettu, että asiakas teki harjoitteet 1-2 kertaa 30min päivässä, jonka lisäksi lyhyitä kävelylenkejä sisällä ja ulkona.

### 9.3.2 Kaatumispelkokysely (FES-I-FIN)

Kysytty asia	Alussa	Lopussa
Siivous	1	1
Pukeutuminen tai riisuutuminen	1	1
Ruuanlaitto tai lämmitys	1	1
Suihku tai kylpy	1	1

<b>Lähikaupassa käynti</b>	1	1
<b>Istuutuminen tai tuoilta ylösnousu</b>	1	1
<b>Portaiden nousu tai laskeutuminen</b>	2	2
<b>Ulkona kävely</b>	2	2
<b>Pään yläpuolelta kurottaminen tai maasta poimiminen</b>	1	1
<b>Puhelimeen vastaamaan kiirehtiminen</b>	1	1
<b>Liukkaalla pinnalla kävely</b>	4	3
<b>Sukulaisten tai tuttujen luona vierailu</b>	1	1
<b>Tungoksessa kävely</b>	2	2
<b>Epätasaisella pinnalla kävely</b>	3	3
<b>Rinnettä ylös tai alas kävely</b>	3	3
<b>Harrastuksissa tai tilaisuuksissa käynti</b>	1	1
<b>Kokonaispistemäärä</b>	<b>26</b>	<b>25</b>

*Taulukko 4. Asiakkaan 3 kaatumispelkokyselyn vastaukset ja kokonaispistemäärä.*

Alkumittauksessa asiakkaan kokonaispistemäärä Kaatumispelkokyselystä (taulukko 4) oli 26p. Asiakasta ei huolestuttanut lainkaan (1p) kodin siivoaminen, pukeutuminen tai riisuutuminen, ruuanlaitto tai lämmitys, kylpeminen tai suihkussa käynti, lähikaupassa käynti, tuoilille istuutuminen tai nouseminen, kurottaminen pään yläpuolelta tai maasta poimiminen, kiirehtiminen vastaamaan puhelimeen, tutuilla tai sukulaisilla käyminen eikä harrastuksissa tai tilaisuuksissa käyminen (kohdat 1,2,3,4,5,6,9,10,12,16), kun taas liukkaalla pinnalla käveleminen (kohta 11) huolestutti hyvin paljon (4p). Portaiden nouseminen tai laskeutuminen, ulkona sekä tungoksessa käveleminen (kohdat 7,8,13) huolestuttivat vähän asiakasta (2p). Melko paljon (3p) asiakasta huolestutti käveleminen epätasaisella pinnalla sekä rinnettä ylös tai alas (kohdat 14,15).

Loppumittauksessa asiakkaan kokonaispistemääräksi Kaatumispelkokyselyssä tuli 25 pistettä. Kodin siivoaminen, pukeutuminen tai riisuutuminen, ruuanlaitto tai lämmitys, kylpeminen tai suihkussa käynti, lähikaupassa käynti, tuoilta nouseminen tai istuutuminen, kurottaminen, kiirehtiminen vastaamaan puhelimeen, vierailu tutuilla tai sukulaisilla eikä harrastuksissa tai tilaisuuksissa käyminen (kohdat 1,2,3,4,5,6,9,10,12,16) huolestuttanut asiakasta yhtään (1p), kun taas käveleminen liukkaalla tai epätasaisella pinnalla sekä rinnettä alas (kohdat 11,14,15) huolestuttivat asiakasta melko paljon (3p). Portaiden nouseminen tai laskeutuminen, ulkona sekä tungoksessa käveleminen (kohdat 7,8,13) huolestuttivat vähän (2p) asiakasta.

Kaatumispelon kokonaispistemäärä laski siis yhdellä pisteellä kuukauden intervention aikana. Liukkaalla pinnalla kävelemisen huolestuneisuus kaatumispelosta laski yhdellä pisteellä ja muut kohdat pysyivät muuttumattomina (taulukko 4).

## 9.3.3 Kävelyn analyysi painelevyn tuloksista

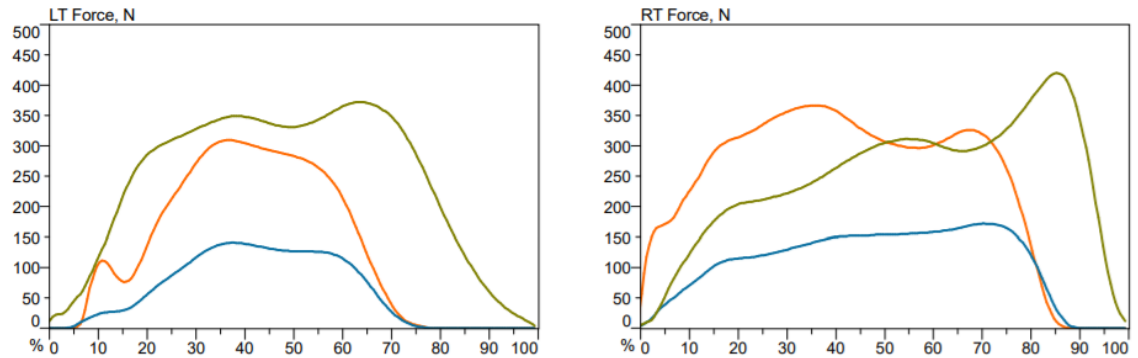
Asiakas 3	32 askelparia	34 askelparia	33 askelparia	38askelparia
<b>Kävelyn parametrit</b>	Alussa ilman ortoosia	Lopussa ilman ortoosia	Alussa ortoosin kanssa	Lopussa ortoosin kanssa
<b>Painekeskapisteen siirtymä</b>				
Vasen jalka	140mm (±7mm)	151mm (±11mm)	168mm (±9mm)	186mm (±16mm)
Oikea jalka	216mm (±20mm)	219mm (±12mm)	216mm (±17mm)	214mm (±12mm)
<b>Yhden jalan tukivaiheen painekeskapisteen siirtymä</b>				
Vasen jalka	8mm (±3mm)	8mm (±4mm)	9mm (±4mm)	16mm (±21mm)
Oikea jalka	20mm (±9mm)	16mm (±7mm)	19mm (±5mm)	17mm (±8mm)
<b>Tukivaiheen kesto</b>				
Vasen jalka	73,2% (±2,2%)	72,1% (±2,5%)	71,8% (±2,7%)	71,0% (±2,4%)
Oikea jalka	82,4% (±1,2%)	83,1% (±3,7%)	82,5% (±1,2%)	83,8% (±3,3%)
<b>Heilahdusvaiheen kesto</b>				
Vasen jalka	26,8% (±2,2%)	27,9% (±2,5%)	28,2% (±2,7%)	29,0% (±2,4%)
Oikea jalka	17,6% (±1,2%)	16,9% (±3,7%)	17,5% (±1,2%)	16,2% (±3,3%)
<b>Yhden jalan tukivaiheen kesto</b>				
Vasen jalka	18,0% (±1,7%)	16,7% (±1,6%)	17,9% (±2,3%)	15,9% (±2,2%)
Oikea jalka	26,7% (±2,9%)	27,3% (±2,5%)	28,5% (±3,2%)	29,2% (±3,5%)
<b>Kaksoistukivaiheen kesto</b>	55,4% (±2,6%)	55,9% (±2,7%)	53,9% (±3,0%)	54,9% (±5,2%)
<b>Askeleen pituus</b>				
Vasen jalka	23cm (±3cm)	24cm (±3cm)	24cm (±3cm)	23cm (±2cm)
Oikea jalka	21cm (±3cm)	19cm (±3cm)	20cm (±3cm)	16cm (±3cm)
<b>Askelparin pituus</b>	45cm (±4cm)	43cm (±4cm)	44cm (±7cm)	39cm (±4cm)
<b>Askelleveys</b>	25cm (±1cm)	22cm (±2cm)	25cm (±2cm)	24cm (±1cm)
<b>Kävelynopeus</b>	1,1 km/h (±0,1km/h)	1,0 km/h (±0,1km/h)	1,1km/h (±0,2km/h)	1,0 km/h (±0,1km/h)
<b>Askeltiheys</b>	84 (±2) askelta/min	79 (±3) askelta/min	85 (±3) askelta/min	82 (±3) askelta/min

Taulukko 5. Asiakkaan 3 kävelyn parametrit alkumittauksessa ortoosin kanssa ja ilman, sekä loppumittauksessa ortoosin kanssa ja ilman.

### Kävelyn alku- ja loppumittausten vertailu ilman ortoosia

Taulukosta 5 näkee, että kävelyn painelevyn datasta ilman ortoosia painekeskapisteen siirtymä vasemmalla jalalla kasvoi 11 millimetrillä ja oikealla kolmella millimetrillä. Yhden jalan tukivaiheen painekeskapisteen siirtymä pysyi vasemmalla jalalla samana ja oikealla väheni neljällä millimetrillä. Tukivaiheen kesto koko askelsyklin kestoista väheni vasemmalla 1,1 prosenttiyksikköä ja oikealla kasvoi 0,7 prosenttiyksikköä, jolloin heilahdusvaiheen kesto vasemmalla vastaavasti kasvoi 1,1 prosenttiyksikköä ja väheni oikealla 0,7 prosenttiyksikköä. Yhden jalan tukivaiheen kesto ilman ortoosia väheni vasemmalla

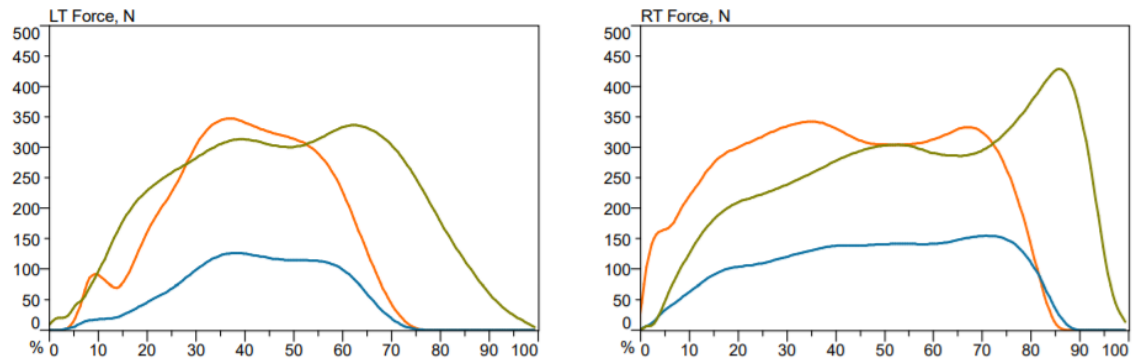
jalalla 1,3 prosenttiyksikköä ja kasvoi oikealla 0,6 prosenttiyksikköä. Kaksoistukivaiheen kesto kasvoi 0,5 prosenttiyksiköllä. Askeleen pituus kasvoi vasemmalla jalalla senttimetrin ja väheni oikealla kahdella, jolloin askelparin pituus väheni pyöristetysti kahdella sentillä. Askelleveys väheni kolmella sentillä. Kävelynopeus väheni 0,1 km/h ja askeltiheys väheni viidellä askeleella per minuutti.



*Kuva 6. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyden tuottama voima alkumittauksessa ilman ortoosia Newtonina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.*

Kolmannella asiakkaalla alkumittauksessa ilman ortoosia (kuva 6) alkukontakti tapahtui vasemman jalan päkiällä ja tukivaiheen kestosta noin 5%:n kohdalla jalan keskiosa ja kantapää osuivat alustaan. Koko vasemman jalan tukivaiheen ajan päkiä oli kontaktissa alustaan ja suurin voima tuli päkiästä. Tukivaiheen alusta noin 10%:n kohdalla kantapään voima kohosi lähes yhtä korkealle päkiän voiman kanssa. Vasen kantapää ja jalan keskiosa irtosivat alustastaan 80%:iin mennessä, kun taas päkiän voima jatkoi loivaa laskuaan loppuun asti. Oikean jalan alkukontaktin aikana suurin voima kohdistui kantapäälle, mutta myös jalan keskiosa ja päkiä olivat kontaktissa alustaan. Oikean jalan keskiosa ja kantapää irtosivat alustastaan noin 10% ennen tukivaiheen loppua, kun taas päkiän voima kasvoi noin 90%:iin asti. Päkiä voiman jyrkkä lasku viittaa voimakkaampaan varvastyöntöön vasempaan jalkaan verrattuna.



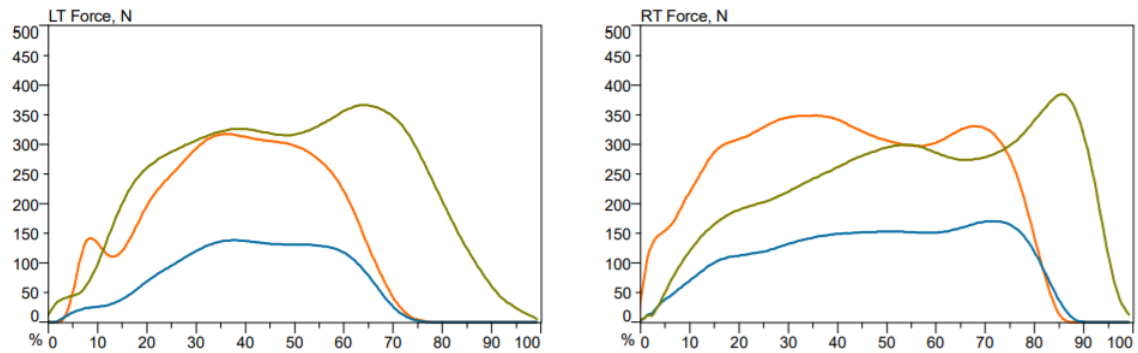


Kuva 7. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyden tuottama voima loppumittauksessa ilman ortoosia Newtonina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.

Loppumittauksessa ilman ortoosia (kuva 7) vasemman jalan päkiän maksimivoima väheni ja kantapään nousi alkumittaukseen ilman ortoosia verrattuna. Loppumittauksessa paino siirtyi päkiältä kantapäälle ja täältä takaisin päkiälle, kun taas alkumittauksessa painon risteämistä ei tapahtunut ollenkaan. Vasemmalla jalalla noin 25% kohdalla tukivaiheesta paino siirtyi jälleen kantapäälle. Vasemman kantapään ja päkiän voima laski sekä alku- että loppumittauksissa samansuuntaisesti. Vasemman jalan keskiosan voima pysyi miltei samana alkumittaukseen verrattuna. Oikean jalan voimakäyrät pysyvät melko samankaltaisena alku- ja loppumittauksissa.

### Kävelyn alku- ja loppumittausten vertailu ortoosin kanssa

Ortoosin kanssa painelevyyden dataa (taulukko 5) kävelystä vertaillessa painekeskipisteen siirtymä vasemmalla jalalla kasvoi 18mm ja oikealla väheni kahdella millimetrillä. Yhden jalan tukivaiheen painekeskipisteen siirtymä kasvoi vasemmalla jalalla seitsemän millimetriä ja väheni oikealla kahdella. Tukivaiheen kesto koko askelsyklistä väheni vasemmalla jalalla 0,8 prosenttiyksiköllä, kun taas oikealla jalalla kasvoi 1,3 prosenttiyksiköllä. Täten vasemman jalan heilahdusvaiheen kesto kasvoi 0,8 prosenttiyksikköä ja väheni oikealla 1,3 prosenttiyksikköä. Yhden jalan tukivaiheen kesto väheni vasemmalla kahden prosenttiyksikön verran ja kasvoi oikealla 0,7 prosenttiyksikköä. Kaksoistukivaiheen kesto lisääntyi prosenttiyksiköllä. Askeleen pituus lyheni vasemmalla jalalla yhden senttimetrin ja oikealla neljä senttimetriä, jolloin askelparin pituus lyheni viisi senttimetriä. Askelleveys pieneni senttimetrillä. Kävelynopeus hidastui 0,1 km/h ja askeltiheys väheni kolmella askeleella per minuutti.



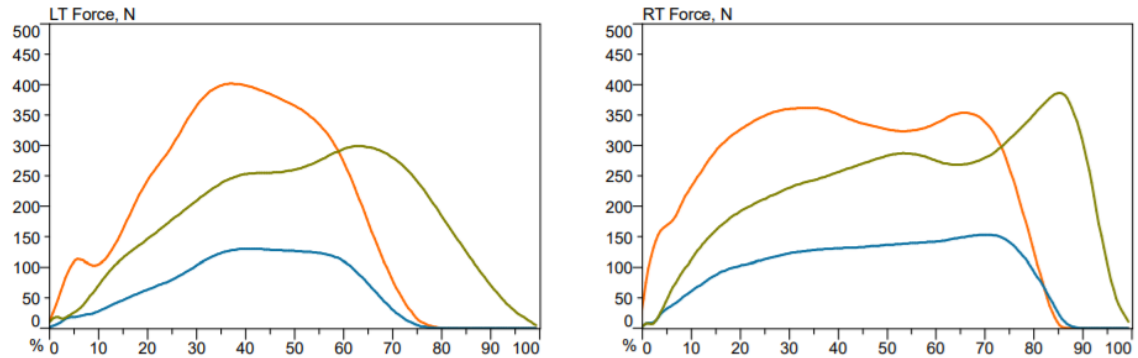
Kuva 8. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyn tuottama voima alkumittauksessa ortoosin kanssa Newtonina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.

Kuvasta 8 huomaa, että vasemmalla jalalla päkiä tuottaa voimaa alustaan aina 0%:sta 100%:iin asti, eli koko tukivaiheen ajan. Tämä viittaa siihen, että jalan etuosalla tapahtuu alkukontakti ja se nousee viimeisenä alustasta ylös. Oranssi, kantapään voimaa kuvaava käyrä, alkaa ensimmäisillä prosenteilla ja luo kevyen piikin alussa, jonka jälkeen tekee lievän kuopaisun ennen kuin nousee melko tasaisen pyöreänä käyränä. 5%:n kohdalla kanta- ja päkiävoimien käyrät risteävät ja kantavoima on lyhyen hetken voimakkaampi kuin päkiän voima, kuten terveen henkilön kävelyssä alkukontaktin jälkeen tulisi olla. Oikealla puolella kantapään ja voimien suhteet ovat lähes päinvastoin vasempaan verrattessa. Kantapään voimakäyrä on suurimpana voimana aina tukivaiheen viimeiselle viidennekselle asti, kunnes käyrä tekee voimakkaan alamäen kantapään noustessa maasta.

Asiakkaalla 3 kaikissa mittauksissa (kuvat 5-8) kantapään voiman käyrä tekee hyvinkin jyrkän laskun askeleen loppupuolella. Tämä viittaa kantapään nopeaan nostoon alustasta. Tähän viittaa myös se, että sininen keskijalan voimaa kuvaava käyrä ja kantapään käyrä eivät risteä juurikaan toistensa kanssa ja molempien tuottama voima loppuu lähes samalla hetkellä.

Vasemman kantapään käyrän tehdessä lievän laskun 10% kohdalla, käyrät risteävät uudestaan, ja päkiän voima jää suurimmaksi voimaksi tukivaiheen loppuun asti. Päkiän

tulisikin olla loppuvaiheilla näistä kolmesta käyrästä korkeimmalla, mutta tässä tapauksessa vaihto tapahtuu hyvin aikaisessa vaiheessa.



Kuva 9. Vasemman ja oikean jalkapohjan painelevyyden tuottama voima loppumittauksessa ortoosin kanssa Newtonina alueittain. Oranssi käyrä kuvaa kantapään voimaa, sininen jalan keskiosan voimaa, ja vihreä jalan etuosan ja päkiän voimaa.

Kuvasta 9 huomataan, että samoin kuin alkumittauksissa ortoosin kanssa (kuva 8) jalan kaikkien osien voimakäyrät alkavat nollostä prosentista. Kuitenkin loppumittauksessa kantapää tuottaa suurimman voiman sekä vasemmalla että oikealla jalalla, mikä viittaa alkukontaktin korostuneen kantapäälle varsinkin vasemmalla jalalla. Päkiän voimahuippu on lievästi madaltunut ja loppulasku on loiventunut vasemmalla, verratessa kuvaa 9 kuvan 8 kanssa. Oikealla jalalla päkiän voimakäyrä ennen sen huippua on jonkin verran tasoittunut verratessa alkumittaukseen. Tämä viittaa mahdollisesti tukevampaan ja varmempaan askeleeseen.

#### 9.3.4 Kävelyn analyysi videolta

##### **Alkuvideo ilman ortoosia**

Alkumittauksen kävelyä havainnoidessa ilman ortoosia kävely eteni tasaista vauhtia. Oikean alaraajan tukivaihe oli vasenta pidempi, ja askelpituus oli molemmin puolin alle jalan mittainen. Vasemman alaraajan esiheilaudusvaiheessa lonkan ja polven ojennus jäivät vajaiksi. Alkukontakti kantapäällä jäi puuttumaan asiakkaan vasemman nilkan ollessa lähes täysin passiivisen näköinen, nilkan dorsifleksiota ei tapahtunut juuri lainkaan heilaudusvaiheen aikana. Asiakkaan polvet näyttivät olevan melko voimakkaasti valgus-asennossa ja lonkkien sisärotaatio korosti tätä. Vasen nilkka painautui pronaatioon tukivaiheen aikana, mikä korosti polvien valgus-asentoa. Yläraajojen myötäliikkeet olivat

oikea-aikaiset alaraajojen kanssa, mutta vasen yläraaja näytti oikeaa jäykemmältä, eikä se heilahtanut yhtä rennosti kuin oikea yläraaja.

### **Loppuvideo ilman ortoosia**

Loppumittauksen kävelyä videolta havainnoidessa ilman ortoosia kävely oli selkeästi sujuvampaa alkumittaukseen nähden. Kävely vaikutti muilta osin pääsääntöisesti samankaltaiselta kuin alussakin eikä huomattavia muutoksia tapahtunut. Vasemman polven ja lonkan ojennukset jäivät edelleen vajaiksi ja lonkat kiertyivät sisärotaatioon. Vasen nilkka kääntyi pronaatioon tukivaiheen aikana. Ylävartalon myötäliikkeet olivat edelleen resiprokaalisia, mutta vasen yläraaja vaikutti kuitenkin rennommalta alun kävelyyn verrattaessa.

### **Alkuvideo ortoosilla**

Alkumittauksen kävelyä havainnoidessa ortoosin kanssa kävely oli samankaltaista kuin ilman ortoosiakin. Erona oli vasemman säären ja pohkeen alueella lievää lihasaktiivatiota, jonka mahdollisena seurauksena alkukontakti tapahtui voimakkaammin lähes koko jalkapohjalla päkiän sijaan. Heilahdusvaihe oli myös vasemmalla varmempi. Vasemman jalan tukivaiheen aikana ei näyttänyt tapahtuvan lonkan ojennusta, vaan vartalo kallistui hieman eteenpäin. Vasemman jalan osuessa maahan jalka painautui voimakkaasti pronaatioon.

### **Loppuvideo ortoosilla**

Loppumittauksessa ortoosin kanssa kävelyä havainnoidessa alkukontakti tapahtui selvästi koko jalkapohjalla, toisinaan jopa kantapäällä. Vasemman jalan heilahdusvaiheen aikana nilkka koukistui alkumittauksen kävelyä enemmän, jolloin myös varpaat nousivat ylemmäs alustasta. Vasemman tukivaiheen aikana nilkka painautui edelleen melko voimakkaaseen pronaatioon, mutta painautuminen oli paikoin rauhallisempaa ja osin hallittumpaa.

#### **9.3.5 Yhteenveto asiakkaasta 3**

Asiakas kertoi kävelymatkojen ja -määrien kasvaneen interventiojakson aikana, jota myös päiväkirjasta saatu data tukee. Säären lihasten voima ja nilkan liikkuvuus parantuivat asiakkaan kertoman mukaan, jota havainnot loppumittauksen kävelyn videoista tukevat. Painelevydatan perusteella kävelynopeus ei muuttunut juuri lainkaan, vaikka

asiakas kertoi haastattelussa, että hän itse ja kanssakävelijät olivat huomanneet kävelynopeudessa positiivisen muutoksen.

*”--Pidemmillä lenkeillä oli mukavampi kävellä, kun pysyttiin helpommin samassa tahdissa, mun ei tarvinnut koko ajan sanoa, et ota pari väliaskelta, et mä ehdin vierelle, ettei tarvitse roikkua perässä.”*

Askelpituus pysyi lähes samana ilman ortoosia ja vielä alkumittauksessa ortoosin kanssa, mutta loppumittauksessa ortoosin kanssa oikean jalan askel lyhenyi ortoosia käytettäessä kuukauden intervention jälkeen neljällä senttimetrillä verrattessa alkumittauksen ortoosin kanssa kävelyyn. Koska vasemman jalan askelpituus pysyi lähes samana mittausten läpi, askelparin pituus lyheni. Painelevyn data ja asiakkaan kokemukset kävelynopeudesta ja askelpituuksista eroavat toisistaan huomattavasti. Tämä voi olla selitettävissä normaalilla kävelyn vaihtelulla erilaisissa ympäristöissä. Luultavimmin tutkittava on tottunut liikkumaan ulkona lenkkipolulla, ei neutraalissa mittausympäristössä.

Kävely oli mahdollisesti sujuvoitunut hieman, kun verrattiin paineakeskipisteen siirtymää oikealla ja vasemmalla jalalla ortoosin kanssa ja ilman sekä alku- että loppumittauksissa. Paineakeskipisteen siirtymien ero jalkojen välillä oli pienentynyt alku- ja loppumittausten välillä. Vasemmalla jalalla siirtymä kasvoi loppumittauksessa alkuun verrattuna. Asiakkaan paineakeskipiste kulki siis pidemmän matkan ortoosin kanssa. Oikealla jalalla siirtymä oli kuitenkin koko mittausten ajan selkeästi pidempi kuin vasemmalla. Painelevyiltä saatujen tulosten hajonta oli pääosin melko pientä, mikä viittaa vakiintuneeseen ja tasaiseen kävelyyn.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimustulosten perusteella kaikki kolme asiakasta kokivat FES L300 Go -sähköortoosin olevan itselleen hyvä ja kävelyä edistävä apuväline. Päiväkirjojen ja haastatteluiden perusteella kokemukset laitteesta olivat hyvin samansuuntaisia. Kävelyomatkat ja -määrät olivat kasvaneet jokaisella tutkittavalla ja kävelyvarmuus sekä -nopeus olivat osin lisääntyneet saadun datan perusteella. Jokainen tutkittava oli kokenut interventiojakson aikana nilkan liikkeen lisääntyneen ortoosin kanssa ja jopa ilman sitä, mikä oli helpottanut kävelyä. Laitteen tuottamaa nilkan liikettä kuvailtiin automaattisena liikkeenä, joka helpotti kävelyä kokonaisvaltaisesti. Asiakas 2 kuvaili laitteen vaikuttaneen jopa lonkkanivelen liikkeeseen. Asiakas 1 pohti ortoosin ja muun kuntoutuksen välisiä vaikutuksia keskenään ja totesi, että luultavasti muun kuntoutuksen ja ortoosin yhteisvaikutus on ollut merkittävä kävelyn edistäjä hänen kohdallaan.

Jokainen tutkittava nosti esille laitteen vaikuttaneen housuvalintaan. Housujen oli oltava riittävän löysät, jotta laite mahtui niiden alle. Kaksi tutkittavaa kertoi laitteen olleen hie-man hankala käyttää aluksi yhdellä kädellä, mutta kuukauden aikana se alkoi sujumaan ongelmitta. Haastatteluissa selvisi myös, että laitteen tuottama sähköimpulssi tuntui aluksi voimakkaalta ja epämiellyttävältä, mutta interventiojakson loputtua tuntemukseen oli jo totuttu eikä se enää häirinnyt juuri lainkaan.

Kaatumispelkokyselyissä oli tapahtunut interventiojakson aikana lieviä muutoksia sekä kokonaispisteissä että yksittäisissä vastauksissa. Kahdella asiakkaalla huolestuneisuus kaatumisesta oli laskenut 1-2 pisteellä, mutta asiakas 2:lla huolestuneisuus oli lisääntynyt yhdellä pisteellä. Tähän saattaa vaikuttaa se, että hän oli meinannut kaatua viikko ennen loppumittauksia, jonka yhteydessä hän nyrjäytti nilkkansa. Loppumittauksessa kaatumispelkokyselyn vastaukset olivat jokaisella tutkittavalla pääasiassa 1 - ei huolestuta lainkaan, tai 2 - huolestuttaa vähän. Loppumittauksessa pienimmät pisteet annettiin ADL-toimista kuten siivous, pukeutuminen sekä ruuanlaitto, ja suurimmat pistearvot sai kävely tungoksessa sekä epätasaisella, liukkaalla tai rinteessä ylös tai alas kävely.

Tutkimuksessa saatuja tuloksia tarkastellessa voidaan todeta, ettei yhdelläkään kolmesta tutkittavasta painelevyiltä saatu data muuttunut kävelyn kannalta merkittävästi 4-6 viikossa. Painelevyiltä saadussa datassa ilmeni pieniä muutoksia vertaillaessa alkumittauksia loppumittauksiin sekä vertaillaessa kävelyä FES L300 Go -sähköortoosin kanssa ja ilman sitä. Merkittävää tulosten tulkinnassa oli se, että hajonta painedatan tuloksissa

oli huomattavan suurta etenkin asiakkailta 1 ja 2, sekä osin myös asiakkaalla 3. Tämä heikentää tulosten luotettavuutta, mutta toisaalta kertoo myös kävelyn epäsymmetrisyydestä vasemman ja oikean puolen välillä sekä perättäisiä askelia verratessa toisiinsa. Tutkittavien alkua- ja loppumittausten välisiä videoita verrattaessa ortoosilla ja ilman havaittavat muutokset olivat pieniä, mutta jokaisen tutkittavan kohdalla jotakin positiivista muutosta tapahtui ja kävely sujuvoitui.

Da Chunhan ym. (2020) tekemässä kirjallisuuskatsauksessa perehdyttiin sähköstimulaation ja fysioterapian yhteisvaikutuksiin kävelynopeudessa. Tämä ei ole suoraan rinnastettavissa tähän työhön, mutta tulokset olivat samansuuntaisia. Kävelynopeudessa muutokset olivat hyvin pieniä, mutta kirjallisuuskatsauksessa nilkan liike parani, ja samaa arvioivat tutkittavat subjektiivisesti. Kluding ym. (2013) tekemässä tutkimuksessa sähköstimulaatio-ortoosin käyttökokemukset olivat positiivisia, mikä puoltaa saamiamme tuloksia.

## 11 POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kävelyssä tapahtuvia mahdollisia muutoksia FES L300 Go -sähköortoosin kanssa, käyttäjien subjektiivisia kokemuksia laitteen käytöstä sekä kaatumispelon mahdollista muuttumista kuukauden interventiojakson aikana. Tutkimuksen tavoitteena oli saada käyttökokemuksia FES L300 Go -sähköortoosista kävelyn apuvälineenä sekä tietoa kävelyn muutoksista ortoosin 30 päivän käytön jälkeen. Tutkimuksen tuloksia ei voida yleistää kaikkiin ortoosin käyttäjiin tai käyttäjäryhmiin, sillä ortoosin vaikutukset kävelyyhin ovat yksilöllisiä jokaisella käyttäjällä. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena oli myös tuoda laite mahdollisten asiakkaiden tietoisuuteen. Kaikki kolme tutkittavaa esittivät kiinnostuksensa laitteen pidempiaikaista käyttöä kohtaan ja olivat valmiita suosittelemaan laitetta muillekin. Myös opinnäytetyön esittäminen ja julkaiseminen tuovat laitetta kuntoutuksen piiriin tietoisuuteen.

Tutkittavien subjektiiviset kokemukset laitteen käytöstä ja kävelystä olivat todella hyviä. Jokainen koki kävelyn jollain tasolla parantuneen tai helpottuneen, mikä yllätti meidät, sillä painelevyn datasta selkeää eroa ei ollut havaittavissa eikä kaatumispelossakaan ilmennyt merkittäviä muutoksia. Tämän perusteella uskommekin hyvien kokemusten johtuvan ainakin osin placebosta. Toisaalta kävelymäärät olivat asiakkailta kuukauden interventiojakson aikana pidentyneet. Tämän tutkimuksen tapauksissa kävely itsessään, ortoosin kanssa tai ilman sitä, on jo kuntouttavaa toimintaa. Näin ollen kävelyn subjektiivisella varmentumisella ja aktiivisuuden lisääntymisellä on positiivinen vaikutus kuntoutukseen. Tähän yhdistettynä avustettu nilkan dorsifleksio ja jopa pieni voiman kasvu lisäävät kävelyn sujuvuuden tunnetta ja kannustavat kävelemään entistä enemmän. Kävelyn määrien lisääntyminen perustui haastatteluihin ja päiväkirjoista saatuun subjektiiviseen tietoon. Luotettavuuden lisäämiseksi kävelymatkoja olisi ollut syytä tarkastella laitteen keräämästä datasta, ei pelkästään subjektiivisilla mittareilla.

Kaatumispelkokyselyssä alku- ja loppumittausten välisten tulosten muutokset olivat jokaisella tutkittavalla niin pienet, että ne voidaan ainakin osin selittää päivittäisellä vaihtelulla. Tulosten vähäiseen muutokseen vaikuttaa myös jo alkumittauksissa saadut melko pienet kokonaispisteet. Useisiin kyselyn kohdista vastattiin alkumittauksessa pienin mahdollinen arvo, joten tästä pienempää tulosta ei voi enää antaa, vaikka huolestuneisuus siinä tilanteessa olisikin vähentynyt. Toisen asiakkaan kokonaispistemäärän kasvu voi olla selitettävissä hänen loukkaantumisellaan interventiojakson viimeisellä viikolla.



Painelevyltä saadun datan hajonta oli suurta ensimmäisellä ja toisella asiakkaalla, joka viittaa epävarmaan ja vakiintumattomaan kävelyyn. Suuren hajonnan vuoksi tulosten luotettavuus laski ja johtopäätösten tekeminen oli hankalaa. Toisella asiakkaalla painelevy havaitsi vain 6-13 askelta, joiden perusteella luotettavan ja laadukkaan analyysin tekeminen kävelyn parametreista ei ole mahdollista. Mittauspäivinä tutkittavat sovittivat laitetta, siihen asetettiin yksilölliset asetukset ja kävelyä kokeiltiin laitteen kanssa jo ennen kuin varsinaiset mittaukset alkoivat. On mahdollista, että laitteen kokeilulla on ollut heikentävä vaikutus tutkittavien normaaliin kävelyyn varsinkin ilman ortoosia tehdyissä mittauksissa. Myös tutkimustilanne itsessään saattoi vaikuttaa tutkittavien normaaliin kävelyyn.

Ennen painelevyn datan analysointia olisimme voineet perehtyä tarkemmin aikaisemmin tehtyihin analyyseihin ja normaalikävelyn arvoihin, jotta analysointiin olisi päässyt heti paremmin käsiksi ja tämän olisi osannut kuvata lukijallekin selvemmin. Odotimme painelevyn datasta selkeämpiä ja helpommin tulkittavia muutoksia.

Jatkotutkimusehdotuksena esitämme pidemmän interventiojakson. Tutkittavien nilkat ovat olleet kokonaan tai lähes toimimatta vähintään kolme vuotta. Yhden kuukauden jakso ei riitä lisäämään lihasvoimaa riittävälle tasolle eikä muovaamaan hermoratoja siten, että nilkan toiminta olisi merkittävästi sujuvampaa tai että se vaikuttaisi kävelyyn huomattavasti. Myös kaikki tutkittavat kokivat kuukauden olleen liian lyhyt aika tai he alkoivat vasta jakson loppuvaiheilla tottua laitteeseen. Mikäli interventiojakso olisi pidempi, kävelyn parametreissa saattaisi tapahtua selkeämpiä muutoksia ja laitteen uutuuden viehäytys ei vaikuttaisi käyttäjien kokemuksiin yhtä voimakkaasti.

### 11.1 Luotettavuuden ja eettisyyden tarkastelu

Luotettavuutta voi arvioida opinnäytetyöprosessin vaiheiden kautta. Kvantitatiivisten menetelmien osalta luotettavuutta voidaan arvioida sisäisen ja ulkoisen validiteetin, reliabiliteetin ja objektiivisuuden avulla. Kvalitatiivisten menetelmien osalta taas luotettavuuden, siirrettävyyden, riippuvuuden ja vahvistettavuuden avulla. (Kananen 2013,117.) Dokumentointi kaikista tutkimuksen ratkaisuista ja valinnoista eri vaiheissa lisäsi uskottavuutta. Tutkimuksen menetelmiin ja teoriapohjaan oli tutustuttu etukäteen ja tämä vähensi väärin valintojen ja virheiden syntymistä. Ulkoista validiteettia lisäsi kolme tutkittavaa yhden sijaan, jolloin myös yleistettävyyttä voidaan pitää parempana. Yleistettävyyttä lisäsi riippunilkkaoireen samanlaisuus asiakkaan taustasta ja yksilöllisistä

tekijöistä riippumatta. Vaivan voimakkuus ja yksilölliset kävelymallin kompensatiot vaihtelivat, mutta itse oire ja fysiologiset syyt olivat samankaltaiset.

Aineistonkeruumenetelmänä kävelyanalyysi Zebris-painelevyllä, josta sai dataa itse painelevyistä, mahdollisti analysoinnin objektiivisesti, luotettavasti ja toistettavasti. Analyysistä saatujen tulosten liittäminen sellaisenaan raporttiin lisäsi luotettavuutta tulosten raportoinnista. Osin samoja muuttujia tarkasteltiin myös kävelyn havainnoinnissa (esim. askel, symmetria- ja jatkuvuus). Toisaalta suuri hajonta painelevyltä saaduista tuloksista ja vähäinen askelparien määrä yhdellä tutkittavalla analysoinnin pohjana vähensivät tulosten luotettavuutta. Kaikilla tutkittavilla oli mittauksissa kengät jalassa, joka osaltaan vähensi tulosten luotettavuutta, koska mahdollisia pieniä muutoksia ei datasta välttämättä saatu tukevien kenkien takia. Kengät olivat kuitenkin samat alku- ja loppumittauksissa, jolloin ainakin eri kenkien ominaisuuksista johtuvat muutokset oli poissuljettuja. Havainnointia taas on eniten kritisoitu siitä, että tutkittava saattaa häiriintyä ja jopa muuttaa tilanteen kulkua havainnoijan läsnäolon vaikutuksesta (Hirsijärvi ym. 2009). Monet aineistonkeruumenetelmät ja monilähteisyys lisäsivät tulosten luotettavuutta, jolloin eri lähteistä pystyttiin hakemaan tukea esiin nousseisiin ilmiöihin.

Aineiston, erityisesti kävelyn havainnoinnin, analyysissä ja tulkinnassa saattaa olla eroja tutkijoiden välillä (Kananen 2013, 119). Tulkintaa kuitenkin varmistettiin sillä, että tutkijat tulkitsivat datan ensin erikseen ja tämän jälkeen kokosivat kerätyt havainnot yhteen. Samaa johtopäätökseen tai havaintoihin päätyminen lisäsi tutkimuksen ja tulosten tulkinnan luotettavuutta. Tutkittavan haastattelu oli subjektiivinen, johon vaikutti myös tutkittavan mieliala ja ennakko-odotukset, joten tästä ei pystytty luomaan luotettavia tai yleistettäviä johtopäätöksiä.

Luotettavaa tutkimus- ja teorian tietoa löytyy paljon kävelystä ja sen analysoinnista, joka osaltaan taas lisäsi luotettavuutta yleisten ja normiarvojen suhteen. Myös sähköstimulaation vaikutuksista yleisesti, sekä erilaisista nilkkaortooseista, löytyy paljon tutkimustietoa, jolloin kriittinen ja vertaileva näkemys oli mahdollista toteuttaa yhä luotettavammin.

## 11.2 Tietojen käsittely ja säilyttäminen

Opinnäytetyötä varten tutkittavien henkilötietoja kerättiin ainoastaan tutkimuksen kannalta merkittävät tiedot kuten syntymävuosi ja sairaustaukusta. Haastattelut nauhoitettiin

äänitallenteina, jotta niihin on vaivatonta palata myöhemmin. Kaikki henkilötiedot, esitiedot, haastattelut sekä nauhoitteet säilytetään asianmukaisesti eikä niitä luovuteta ulkopuolisille. Edellä mainitut tuhoetaan asianmukaisesti opinnäytetyön valmistuttua, viimeistään 31.12.2021.

Asiakkaalle Zebris-painelevyllä tehtäviin kävelyanalyysihin ei käytetty asiakkaan nimeä vaan hänelle luotua asiakasnumeroa. Myöskään tarkkaa ikää ei käytetty, sillä tämä ei vaikuta laitteista saataviin tuloksiin. Kuitenkin pyörästetty ikä tuotiin opinnäytetyössä ilmi, sillä iän myötä myös kävelyn biomekaniikka voi muuttua. Paino ja pituus kirjattiin laitteisiin, sillä näillä saattaa olla vaikutusta tuloksiin, mutta ne eivät tule ilmi mittaustuloksissa tai -datassa. Kaikki mittauksista saatu data kopioitiin opinnäytetyöntekijöiden henkilökohtaisille muistitikuille välittömästi mittausten jälkeen. Asiakkaat eivät ole tunnistettavissa laitteista saadusta datasta. Kaikki data poistetaan opinnäytetyön tekijöiden muistitikuilta sekä Liikuntalaboratorion laitekohtaisilta tietokoneilta opinnäytetyön valmistuttua, viimeistään 31.12.2021.

Kaikki asiakkaat saivat tiedotteen tutkimuksesta (liite 2), jossa luettiin mm. tutkimuksen tavoite ja tarkoitus, tutkimusmenetelmät ja -toimenpiteet, sekä tutkimuksesta koituneet hyödyt ja haitat. Tiedotelomakkeesta löytyi tutkijoiden sekä vastaavan opettajan yhteystiedot. Lisäksi tutkittavan oli allekirjoitettava suostumuslomake (liite 3). Opinnäytetyö tehtiin hyvien tieteellisten käytäntöjen ja tutkimuseettisten ohjeiden mukaan (tutkimuseettinen neuvottelukunta, TENK 2012).

## LÄHTEET

Aivoinfarkti ja TIA. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologinen yhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2020. Viitattu 24.2.2021. Saatavilla internetissä: [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi).

Aivoliitto. 2021. Aivoverenkiertohäiriö ja toimintakyvyn muutokset. Aivoverenkiertohäiriö. Viitattu 24.2.2021 [Aivoverenkiertohäiriö ja toimintakyvyn muutokset | Aivoliitto](#).

Barrett, C. L.; Mann, G. E.; Taylor, P. N. & Strike, N. 2009. A randomized trial to investigate the effects of functional electrical stimulation and therapeutic exercise on walking performance for people with multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Journal. PubMed. Viitattu 31.8.2020 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19282417/>.

Bioness. 2020. L300 Go. Bioness Inc. Viitattu 15.5.2020 <https://l300go.com/>.

Carr, J. & Shepherd, R. 2010. Neurological Rehabilitation, Optimizing Motor Performance, 2. painos, Churchill Livingstone, Elsevier.

Da Cunha, M.; Rech, K.; Salazar, A. & Pagnussant, A. 2020. Functional electrical stimulation of the peroneal nerve improves post-stroke gait speed when combined with physiotherapy. A systematic review and meta-analysis. Annals of physical and rehabilitation medicine. Elsevier Inc. Viitattu 4.9.2020 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32376404/>.

Delbaere, K.; Close, J.; Mikolaizak, S.; Sachdev, P.; Brodaty, H. & Lord, S. 2010. The Falls Efficacy Scale International (FES-I). A comprehensive longitudinal validation study teoksessa Age and Ageing, 2010. Oxfordin yliopiston lehdistö. Viitattu 2.12.2020 <https://doi.org/10.1093/ageing/afp225>.

Durham, S. & Taylor, S. 2021. Electrophysical Agents - Evidence-Based Practise. 13. Painos. Elsevier.

Heikkinen, M. & Sulander, M. 2020. Toiminnallinen sähköstimulaatio aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa – opas Bioness L300 Go –laitteen fysioterapiakäyttöön. Opinnäytetyö. Karelian ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.11.2020 [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/339262/Heikkinen\\_Mirva%26Sulander\\_Matti.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/339262/Heikkinen_Mirva%26Sulander_Matti.pdf?sequence=2&isAllowed=y).

Hirsijärvi, S.; Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. painos. Hämeenlinna. Kariston kirjapaino Oy.

Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. 2012. Tutkimuseettinen Neuvottelukunta. Helsinki 2013. Viitattu 3.12.2020 [https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf).

Kananen, J. 2013. Case-tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylä. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Karinkanta, S. & Nupponen, R. 2011. FES-I-FIN tutkimusten kyselylomakkeena. UKK-instituutti.

Kauranen, K. 2018. Fysioterapeutin käsikirja. 1.-2. painos. Helsinki. Sanoma Pro Oy.

Kluding, P.; Dunning, K.; O'Dell, M.; Wu, S.; Ginosian, J.; Feld, J. & McBride, K. 2013. Foot drop stimulation versus ankle foot orthosis after stroke. Stroke. American Heart Association. Viitattu 25.5.2020 <https://www.ahajournals.org/doi/epub/10.1161/STROKEAHA.111.00033>.

Levangie, P. & Norkin, C. 2011. Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis. 5. painos, F.A. Davis Company, Philadelphia.

Lynch, C. & Popvic, M. 2008. Functional Electrical Stimulation. International Electrical and Electronics Engineers. Control systems magazine.

Miller, L.; McFadyen, A.; C Lord, A.; Hunter, R.; Paul, L.; Rafferty, D.; Bowers, R. & Mattison, P. 2017. Functional Electrical Stimulation for Foot Drop in Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Effect on Gait Speed. American Congress of Rehabilitation Medicine. Elsevier Inc. Viitattu 4.9.2020 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28088382/>.

Moll, I.; Vles, J.; Soudant, D.; Witlox, A.; Staal, H.; Speth, L.; Janssen-Potten, Y.; Coenen, M.; Koudijs, S. & Vermeulen, J. 2017. Functional electrical stimulation of the ankle dorsiflexors during walking in spastic cerebral palsy: a systematic review. Developmental medicine and child neurology. Mac Keith Press. Viitattu 4.9.2020 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28815571/>.

Multiple Sclerosis Trust. 2020. Functional electrical stimulation (FES). Viitattu 31.8.2020 <https://www.mstrust.org.uk/a-z/functional-electrical-stimulation-fes>.

Noraxon. 2020. MyoPRESSURE Software Module. Noraxon USA. Viitattu 17.11.2020 <https://www.noraxon.com/our-products/myopressure/>.

Ottobock. 2013. L300 Go stimulation system. Orthotics. Ottobock Global. Viitattu 15.5.2020 [https://www.ottobock.co.uk/orthopaedic-rehabilitation/lower-limb-orthoses/l300go\\_stimulations-system-contentupdate/](https://www.ottobock.co.uk/orthopaedic-rehabilitation/lower-limb-orthoses/l300go_stimulations-system-contentupdate/).

Perry, J. & Burnfield, J. 2010. Gait Analysis, Normal and Pathological Functions. Toinen painos, Thorofare, New Jersey, Slack Incorporated

Peckham, P. & Knutson, J. 2005. Functional electrical stimulation for neuromuscular applications. Annual Reviews. Viitattu 15.5.2020 <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.bio-eng.6.040803.140103>.

Reichert, B. 2005. Käytännön anatomia - ylä- ja alaraajan tutkiminen palpaation keinoin. Ståhl, K. Jyväskylä. VK-Kustannus Oy.

Respecta. 2019. Neurologiset sairaudet ja apuvälineet. Viitattu 15.5.2020 <https://www.respecta.fi/fi/ratkaisut/neurologiset-vammat-ja-sairaudet/neurologiset-sairaudet-apuvälineet/>.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. Viitattu 17.11.2020 [https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L5\\_5.html](https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L5_5.html).

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Opinnäytetyö. Turun Ammattikorkeakoulu. Viitattu 2.11.2020 <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163738.pdf>.

Sand, O.; Sjaastad, O.; Haug, E. & Bjälje, J. 2016. Ihminen – Fysiologia ja anatomia. Raila Hekkanen. 13. Painos. Helsinki. Sanoma Pro Oy.

Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. 1. painos. Lahti. VK-Kustannus Oy.

Soleus Oy. 2018. Alaraajan ortoosit. Viitattu 31.8.2020 <https://www.soleusproteor.fi/tuotteet/alaraajan-ortoosit>.

Stein, R.; Everaert, D.; Thompson, A.; Chong, S.; Whittaker, M.; Robertson, J. & Kuether, G. 2010. Long-Term Therapeutic and Orthotic Effects of a Foot Drop Stimulator on Walking Performance in Progressive and Nonprogressive Neurological Disorders. Neurorehabilitation and Neural Repair. SAGE. Viitattu 25.5.2020 <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1545968309347681>.

Stewart, J. D. 2008. Foot drop: where, why and what to do? BMJ Publishing Group. Viitattu 25.5.2020.

Terveyskylä 2020. Kävely. Kuntoutumistalo. Viitattu 15.5.2020 <https://www.terveyskyla.fi/kuntoutumistalo/kuntoutujalle/liikunta/kävely-ja-juoksu-opas-liikkumiseen/kävely>.

Toimintakyvyn mittarit To-Mi. 2016. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri. TYKS. Viitattu 17.11.2020 <https://hoito-ohjeet.fi/OhjepankkiVSSH/Toimintakyvyn%20mittarit.pdf>.

Urban & Fischer. 2011a. Sobotta - Atlas of Human Anatomy – General Anatomy and Musculoskeletal System. 15. Painos. München: Elsevier GmbH.

Urban & Fischer. 2011b. Sobotta - Atlas of Human Anatomy – Tables of Muscles, Joints and Nerves. München: Elsevier GmbH.

Vilka, H. 2015. Tutki ja Kehitä. 4. painos. PS-kustannus (e-versio: Ellibs). Jyväskylä. Viitattu 2.11.2020.

Wirtanen, M. 2016. Nilkka - röntgenanatomia. Helsingin yliopistollinen sairaala, Helsinki, <https://www.hus.fi/Sivut/default.aspx> Ammattilaiselle à HUS kuvantaminen ammattilaiselle à Natiivitutkimukset à Kuvausoppaat à Nilkka - röntgenanatomia, viitattu 3.9.2020.

## KUVAT

Kuva 1: Bonnefoy-Mazure, A. & Armand S. 2015. Normal Gait teoksessa Orthopedic Management of Children with Cerebral Palsy. Nova Science Publishers, Inc. Viitattu 4.9.2020 [https://www.researchgate.net/publication/297048967\\_Normal\\_gait](https://www.researchgate.net/publication/297048967_Normal_gait).

## Haastattelukysymykset

### Haastattelukysymykset ennen alkumittauksia

1. Hyödynnätkö arjessa jotakin kävelyn apuvälinettä ja jos, niin mitä?
2. Kuinka pitkiä matkoja arvioit kulkevasi kerralla apuvälineen kanssa / ilman?
3. Kuinka pitkiä matkoja arvioit käveleväsi kaikkiaan päivän aikana apuvälineen kanssa / ilman?
4. Millainen sairaustausta riippunilkkaoireeseen liittyen?
5. Kuinka kauan riippunilkkailmiötä on arviolta esiintynyt?
6. Mitä odostat mittauksilta tai laitteelta?

### Haastattelukysymykset kuukauden intervention jälkeen

1. Käytitkö ortoosin tukena muuta kävelyn apuvälinettä? Mitä?
2. Kuinka pitkiä matkoja arvioit kulkevasi kerralla apuvälineen kanssa / ilman?
3. Millaisia muutoksia itse huomasit kävellessä ortoosilla vs. ilman?
4. Miltä kävely laitteen kanssa on tuntunut?
5. Miltä itse laite tuntui? Kuvaile laitteen käyttöä
6. Onko laite helpottanut vai haitannut kävelyä / arjessa selviytymistä?
7. Oliko kävely varmempaa tai epävarmempaa ortoosin kanssa? Kuvaile?
8. Suositteletko laitetta muille vastaavassa tilanteessa oleville?
9. Voisitko harkita laitetta päivittäiseen käyttöön?

Tiedote tutkimuksesta

Päiväys 11.1.2021

## TIEDOTE TUTKIMUKSESTA

### FES L300go sähköstimulaatio-ortoosin vaikutus kävelyyn

#### 1. Pyyntö osallistua tutkimukseen

Teitä pyydetään mukaan tutkimukseen, jossa tutkitaan millaisia tuloksia saadaan FES L300 Go sähköstimulaatio-ortoosin kuukauden käytöstä kävelyyn riippunilkkaoireisilla, sekä tutkittavien mielipiteitä ja kokemuksia ko. ortoosin käytöstä. Tämä tiedote kuvaa tutkimusta ja teidän osuuttanne siinä.

#### 2. Vapaaehtoisuus

Tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista. Kieltäytyminen ei vaikuta saamaanne hoitoon tai kohteluunne tutkimuksen aikana.

Osallistuminen tutkimukseen katsotaan suostumukseksi tutkimuksessa kysytyjen tietojen tutkimuskäyttöön. Voitte myös keskeyttää tutkimuksen koska tahansa syytä ilmoittamatta.

#### 3. Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa tietoa ortoosin 30 päivän päivittäisen käytön vaikutuksista kävelyyn peroneuspareesioireisilla sekä selvittää asiakkaiden subjektiivisia kokemuksia ortoosin käytöstä pitkittäisen tapaustutkimuksen avulla.

#### 4. Tutkimuksen toteuttajat

Tutkimus toteutetaan Turun Ammattikorkeakoulun opinnäytetyönä yhteistyössä Ottobockin kanssa. Ottobock toimii myös opinnäytetyön toimeksiantajana. Opinnäytetyön tekijät ovat kolmannen vuoden fysioterapeuttiopiskelijoita.

#### 5. Tutkimusmenetelmät ja toimenpiteet

Tutkimukseen osallistuminen kestää ensimmäisenä alkumittauspäivänä noin tunnin ja kuukauden tutkimusjakson jälkeen loppumittauksissa toisen tunnin. Tämän kuukauden aikavälillä ortoosia tulisi optimaalisessa tilanteessa käyttää päivittäin. Tutkittavalla on esiinnyttävä ainakin toisessa jalassa riippunilkkaoireita ja hänen on pystyttävä kävelemään noin 50 metriä yhtenäisesti.

Tutkimuksessa mitataan kävelyä Noraxon-painelevyllä. Järjestelmät antavat dataa kävelyn parametreista, kuten kävelynopeudesta, kävelyn vaiheista, askelpituudesta sekä kehon painon keskipisteestä alustassa kävelyn aikana. Painelevyn kävelyn analysoinnin lisäksi kävelyä havainnoidaan Tinettin avulla. Kävely videoidaan siten, että kasvot jäävät kuvan ulkopuolelle. Tutkimuksessa kävelyn parametrejä tulkitaan asiakaskohtaisesti vertaamalla kävelyä ilman ortoosia kävelyyn ortoosin kanssa. Näiden lisäksi subjektiivisten kokemusten keräämiseksi on luotu puolistrukturoitu haastattelu ennen mittauksia ja mittausten jälkeen sekä standardoitu kysely kaatumisen pelosta.



**6. Tutkimuksen mahdolliset hyödyt osallistujalle**

Tutkimukseen osallistuminen ei maksa teille mitään. Osallistumisesta ei myöskään makseta erillistä korvausta. Osallistujat saavat kuitenkin ortoosin kuukaudeksi ilmaiseen koekäyttöön ja pääsevät Liikuntalaboratoriolle ilmaiseen kävelyn analysointiin.

**7. Tutkittavien vakuutusturva**

Vakuutusturvaan liittyvät kysymykset ratkaistaan tässä opinnäytetyössä tapauskohtaisesti.

**8. Tutkimustuloksista tiedottaminen**

Tutkittavalle kerrotaan mittausten jälkeen kävelyanalyseistä ja hän saa halutessaan tuloslomakkeet näistä itselleen. Tutkittavia ei ole mahdollista tunnistaa kävelyn analyysiin liittyvistä lomakkeista eikä lopullisesta opinnäytetyön raportista, sillä tutkittavat nimetään numeroin. Kyseessä on opinnäytetyö, joka julkaistaan avoimesti Theseus-tietokannassa

**9. Tutkimuksen päättymisen**

Tutkimuksen suorittaja voi keskeyttää tutkimuksen Covid-19 liittyvistä syistä. Tutkittaville kerrotaan tutkimustuloksista ja löydöksistä välittömästi tutkimuskerralla. Tutkittavat voivat halutessaan saada laitteesta saadun valmiin palautteen tulostettuna omaksi.

**10. Lisätiedot**

Pyydämme teitä tarvittaessa esittämään tutkimukseen liittyviä kysymyksiä opinnäytetyötä tekeväälle tutkijalle ja/tai opinnäytetyön ohjaajalle, joiden yhteystiedot ovat alla.

**11. Tutkijoiden yhteystiedot**

Tutkija, opinnäytetyötekijä

Nimi: Arttu Sanaksenaho

Puh. 0451134232

Sähköposti: [arttu.sanaksenaho@edu.turkuamk.fi](mailto:arttu.sanaksenaho@edu.turkuamk.fi)

Tutkija, opinnäytetyötekijä

Nimi: Sanna Seikola

Puh. 044 3463996

Sähköposti: [sanna.seikola@edu.turkuamk.fi](mailto:sanna.seikola@edu.turkuamk.fi)

Opinnäytetyön ohjaaja

Titteli: Fysioterapeutti, terveystieteiden maisteri, fysioterapian lehtori

Nimi: Annukka Myllymäki

Sektori: Terveys ja hyvinvointi

Puh: 0403550517

Sähköposti: [annukka.myllymaki@turkuamk.fi](mailto:annukka.myllymaki@turkuamk.fi)

# Tutkittavan suostumuslomake

## Suostumus osallistua opinnäytetyötutkimukseen

Olen saanut tietoa opinnäytetyönä tehtävän tutkimuksen tavoitteista ja käytännön toteutuksesta. Minulle on annettu mahdollisuus esittää lisäkysymyksiä tutkimuksesta.

Olen saanut tiedot henkilötietojen käsittelystä tutkimuksessa. Minulle on luvattu, että henkilötietojani käsitellään huolellisesti ja tietoturvasääntöjen mukaisesti eikä niitä luovuteta ulkopuolisille.

Tiedän, että osallistumiseni on vapaaehtoista. Voin keskeyttää tai peruuttaa osallistumiseni tutkimukseen milloin vain. Olen tietoinen siitä, että mikäli keskeytän tutkimuksen tai peruutan suostumuksen, minusta keskeyttämiseen ja suostumuksen peruuttamiseen mennessä kerättyjä tietoja voidaan käyttää osana tutkimusaineistoa.

Turku päivämäärä

Osallistun tutkimukseen

\_\_\_\_\_  
Henkilön nimi  
Suostumuksen vastaanottaja

\_\_\_\_\_  
Arttu Sanaksenaho  
Tutkijan nimi

\_\_\_\_\_  
Sanna Seikola  
Tutkijan nimi

Alkuperäinen allekirjoitettu tutkittavan suostumus sekä kopio tutkimustiedotteesta jäävät tutkijan arkistoon. Tutkimustiedote ja kopio allekirjoitetusta suostumuksesta annetaan tutkittavalle.

000  
osaajan yhteisö- tulevaisuuden teknillinen  
korkeakoulu ja hyvinvoinnin kehittäjä.  
Koulutamme käytännömuippuosaajia.  
**#ExcellenceInAction**



## Huolestuttaako kaatuminen?

### Huolestuttaako kaatuminen?

Seuraavassa kysytään, minkä verran Teitä huolestuttaa se, että saatatte kaatua. Ajatelkaa joka kysymyksessä ensin, millä tavalla yleensä teette kysyttyä asiaa. Jos ette nykyisin tee kysyttyä asiaa, vastatkaa, miten paljon kaatuminen huolestuttaisi, jos tekisitte. Jos esimerkiksi joku toinen käy kaupassa puolestanne, ajatelkaa vastatessanne, että kävisitte kaupassa itse.

Ympyröikää riviltä se numero, joka parhaiten osoittaa, minkä verran kaatuminen huolestuttaa Teitä. Jokaiselta riviltä ympyröidään vain yksi numero.

		Ei huolestuta lainkaan	Huolestuttaa vähän	Huolestuttaa melko paljon	Huolestuttaa hyvin paljon
1	Siivoatte kotia (esim. lakaisette tai imuroitte lattiaa tai pyyhitte pölyjä)	1	2	3	4
2	Pukeudutte tai riisuudutte	1	2	3	4
3	Laitatte tai lämmitätte ruokaa	1	2	3	4
4	Käytte kylvyssä tai suihkussa	1	2	3	4
5	Käytte lähikaupassa	1	2	3	4
6	Istuudutte tai nousette ylös tuolista	1	2	3	4
7	Nousette tai laskeudutte portaita	1	2	3	4
8	Kävelette ulkona	1	2	3	4
9	Kurotatte jotakin päänne yläpuolelta tai poimitte jotakin maasta	1	2	3	4
10	Kiirehditte vastaamaan puhelimeen	1	2	3	4
11	Kävelette liukkaalla pinnalla, esim. märällä lattialla tai jäisellä kadulla	1	2	3	4
12	Käytte tuttujen tai sukulaisten luona	1	2	3	4
13	Kävelette tungoksessa	1	2	3	4
14	Kävelette epätasaisella pinnalla kuten kivetyllä kadulla tai kuoppaisella tiellä	1	2	3	4
15	Kävelette rinnettä alas tai ylös	1	2	3	4
16	Käytte harrastuksissa tai jossakin tilaisuudessa (perhetapahtumassa, jumalanpalveluksessa tms.)	1	2	3	4

Falls Efficacy Scale -International (FES-I), © Prevention of Falls Network Europe (ProFaNE).  
Suomeen sovitettu UKK-instituutissa (FES-I-FIN).

## **FES-I-FIN pisteytys**

FES-I-FIN-kyselyssä jokaiseen kysymykseen vastataan asteikolla 1–4. Kyselystä voidaan laskea vastaajan kaatumishuolestuneisuuden pistemäärä summaamalla pisteet hänen vastauksistaan. Summapistemäärän arvo voi siis olla 16–64 ja korkeampi pistemäärä kuvaa suurempaa huolestuneisuutta, äärimmillään kaatumispelkoa.

### ***Puuttuvien vastausten käsittely***

Summapistemäärää ei lasketa henkilölle, joka on jättänyt vastaamatta viiteen tai useampaan kysymykseen.

Jos puuttuvia vastauksia on 1–4, lasketaan vastattujen kysymysten summapistemäärä, jaetaan se vastattujen kysymysten määrällä ja kerrotaan 16.

**Esim.** Jos henkilö on vastannut 13 kysymykseen, joista saadaan summapistemäärä 23, lasketaan:

$$23 / 13 * 16 = 28,3$$

mikä pyöristetään kokonaisluvuksi 28.

UKK-instituutti 12/2011  
Salja Karinkanta FT, fysioterapeutti  
Ritva Nupponen dosentti, psykologi

**UKK-instituutti**

