



# PERONEUSORTOOSIN VAIKUTUS KÄVELYYN

Kävelyn analysointi Dartfish-ohjelmistolla ja Sidaspainelevyllä

Hietala Sanna  
Sipilä Maija

Opinnäytetyö  
Elokuu 2011  
Fysioterapian koulutusohjelma  
Tampereen ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Fysioterapian koulutusohjelma

HIETALA, SANNA & SIPILÄ, MAIJA: Peroneusortoosin vaikutus kävelyyn -  
kävelyn analysointi Dartfish-ohjelmistolla ja Sidas-painelevyllä

Opinnäytetyö 72 s., liitteet 11 s.  
Elokuu 2011

---

Opinnäytetyö käsittelee peroneusortoosien välitöntä vaikutusta kävelyn eri osa-alueisiin. Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä työn tilaajan tietoa Dartfish-liikeanalyysiohjelmiston soveltuvuudesta fysioterapeuttisen analyysin apuvälineeksi. Tavoitteena oli myös saada lisää tietoa peroneusortoosien välittömistä vaikutuksista kävelyyn. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, millainen vaikutus peroneusortooseilla on kävelyyn peroneusongelmista kärsivillä.

Opinnäytetyö on kahden asiakkaan tapaustutkimus, jossa analysoitiin kävelyn eri osa-alueissa tapahtuvia muutoksia. Tutkimus toteutettiin kuvaamalla asiakkaiden kävelyä sekä peroneusortoosin kanssa että ilman ja analysoimalla tuloksia laadullisesti havainnoimalla ja objektiivisesti liike- ja paineanalyysi-ohjelmistoilla.

Asiakkaiden peroneusvammojen syntymekanismit ja niiden aiheuttamat kävelyn ongelmat olivat erilaisia, joten myös ortooseilla oli erilainen vaikutus heidän kävelyynsä. Peroneusortooseilla oli vaikutusta kävelyyn varsinkin laadullisesti, vaikka positiiviset tulokset eivät kaikilta osa-alueilta näkyneet numeraalisissa tuloksissa.

Opinnäytetyön perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että peroneusortooseilla on vaikutusta kävelyyn erityisesti alkukontaktissa, esiheilahduksessa sekä keskikuvaiheessa. Vaikutukset ovat kuitenkin riippuvaisia peroneusvamman syntymekanismeista ja niiden aiheuttamista rajoituksista kävelyyn. Opinnäytetyön perusteella Dartfish-ohjelmisto soveltuu fysioterapeuttisen analyysin apuvälineeksi, sillä ohjelmisto tarjoaa monia erilaisia visuaalisen havainnoinnin apuvälineeksi soveltuvia työkaluja.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Physiotherapy

HIETALA, SANNA & SIPILÄ, MAIJA: The Effects of Ankle-foot Orthosis in Gait -  
Gait Analysis with Dartfish-software and Sidas-Plantar Pressure Plate

Bachelor's thesis 72 pages, appendices 11 pages  
August 2011

---

The thesis addresses the immediate effects of ankle-foot orthosis in different areas of gait. The objective of this thesis was to gather information for the employer about the suitability of the Dartfish motion analysis software as a tool in physiotherapeutic analysis. Another objective was to gather more information about the immediate effects of ankle-foot orthoses on gait. The purpose of this thesis was to find out how ankle-foot orthoses affect the gait of people with peroneal nerve problems.

This study was carried out as a case study consisting with two participants and it analysed the effects of ankle-foot orthoses in different phases of gait. The data were collected by filming the clients' gaits with and without ankle-foot orthoses. The data were analysed using qualitative content analysis and by using motion - and plantar pressure analysing softwares.

The study showed that ankle-foot orthoses affect initial contact, pre-swing and mid-stance during gait. However, the results are conditional on the birth mechanisms of the peroneal nerve injuries and on the effects the injuries have on gait. The effects of the ankle-foot orthoses were seen, especially, in the qualitative content analysis, even though all the positive changes were not seen in numeral results.

The findings indicate that the ankle-foot orthoses balance out the pressure in different areas of the foot during stance. According to the study, Dartfish-software is well-suited for physiotherapeutic analysis, because it offers various tools that facilitate visual analysis.

## SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	2
ABSTRACT .....	3
SISÄLLYS .....	4
1 JOHDANTO .....	6
2 KÄVELY .....	7
2.1 Kävelynopeus ja askelpituus .....	7
2.2 Kävelysykli.....	7
2.2.1 Tukivaihe .....	9
2.2.2 Heilahdusvaihe .....	11
3 PERONEUSVAURION AIHEUTTAJIA.....	13
3.1 Peroneushermo ja sen vauriot.....	13
3.2 Hemiplegia .....	15
3.3 Polio .....	16
4 PERONEUSVAURION AIHEUTTAMAT MUUTOKSET KÄVELYYN .....	17
4.1 Kävelykykyyn vaikuttavia tekijöitä.....	18
4.2 Nilkassa ja jalkaterässä tapahtuvat muutokset.....	18
4.3 Peroneusvauriosta aiheutuvat kävelymuutokset .....	19
5 PERONEUSVAURIOSTA AIHEUTUVIEN HAITTOJEN LIEVENTÄMINEN...20	
5.1 Ortoosit.....	20
5.2 Vaihtoehtoiset hoitomuodot .....	22
5.3 Aikaisempia tutkimuksia peroneusortoosien vaikutuksista kävelyn .....	22
6 LIIKEANALYYSI JA JALKAPOHJAN KUORMITTUMISEN MITTAAMINEN ..24	
6.1 Liikeanalyysi .....	24
6.2 Jalkapohjan kuormittumisen mittaaminen.....	24
7 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS .....	27
8 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS .....	28
8.1 Käytetyt metodit.....	28
8.2 Mittaustila .....	28
8.3 Mittausvälineistö .....	29
8.4 Ortoosin valinta .....	30
8.5 Mittaustilanne .....	31
8.6 Alkuhaastattelut.....	32
8.6.1 Asiakas 1:n haastattelu .....	32
8.6.2 Asiakas 2:n haastattelu .....	33
8.7 Mittaukset .....	34
8.7.1 Liikeanalyysi .....	34
8.7.2 Jalkapohjan kuormittumisen mittaaminen.....	35
9 TULOKSET .....	36
9.1 Liikeanalyysi Dartfish-ohjelmistolla.....	36
9.1.1 Asiakas 1:n tulokset.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
9.1.2 Asiakas 1:n kävelyn laadullinen analyysi.....	43
9.1.3 Asiakas 2:n tulokset.....	45
9.1.4 Asiakas 2:n kävelyn laadullinen analyysi.....	50
9.2 Jalkapohjan kuormittumisen mittaaminen Sidaksella .....	52
9.2.1 Asiakas 1:n tulokset.....	53
9.2.2 Asiakas 2:n tulokset.....	54
9.2.3 Asiakas 1:n Sidaksen laadullinen analyysi .....	55
9.2.4 Asiakas 2:n Sidaksen laadullinen analyysi .....	57
10 POHDINTA .....	59

10.1 Tulosten pohdinta .....	59
10.2 Dartfishin käytettävyys.....	64
10.3 Eettisyys .....	65
10.4 Mitä tekisimme toisin .....	66
11 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	68
LÄHTEET .....	70
LIITTEET .....	73

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyömme sai alkunsa Respecta Oy:n aloitteesta. Alun perin tarkoituksena oli saada asiakasjoukoksi uusia ortoosin käyttäjiä, joilta olisi seurattu ortoosin välitöntä vaikutusta kävelyyn ja tehty kahdentoista viikon kestoisen seurantajakso. Valitettavasti varatulle tutkimusajankohdalle Respecta Oy:lle ei tullut yhtään uutta ortoosin käyttäjää, joten työtä muokattiin ja tutkimus tehtiin kahdelle ortoosia lähes jatkuvasti käyttävälle asiakkaalle.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella peroneusortoosien välitöntä vaikutusta kävelyyn. Kahden asiakkaan kävelyä videokuvattiin ja videoita analysoitiin Dartfish-ohjelmistolla, ja kävelyn tukivaihetta analysoitiin Sidas-painelevystä saatujen tietojen avulla. Seurantajaksoa ei näille asiakkaille tehty, koska ortoosin käyttö oli kummallekin asiakkaalle jo tuttua. Tutkimuksen tavoitteena oli lisätä Respecta Oy:n tietoa Dartfish-ohjelmiston soveltuvuudesta fysioterapeuttisen analyysin tueksi. Tavoitteena oli myös antaa lisätietoa peroneusortoosien vaikutuksista kävelyyn.

Kuvatuista videoista analysoitiin Dartfish-ohjelmistolla askelpituuksia, askeleiden kestoa, kävelynopeutta sekä nilkan ja polven kulmia kävelysyklin eri vaiheissa. Sidas-painelevyn avulla analysoitiin kontaktien kestoja sekä maksimikuormituksia alustaan. Näin saatiin mahdollisimman kattavasti tietoa peroneusortoosien välittömistä vaikutuksista asiakkaiden kävelyyn. Alun perin työssä oli tarkoitus analysoida myös muun muassa myötäliikkeitä, mutta työstä olisi näin tullut liian laaja eikä videokuvan tarkkuus varsinkaan frontaalitasossa kuvattaessa olisi riittänyt tähän.

Aiheeseen tartuimme, sillä meillä kummallakaan ei ollut aikaisempaa kokemusta Dartfishin kaltaisen ohjelmiston käytöstä eikä ortooseista. Kumpaakin työn tekijää kiinnosti toiminnallinen työ, ja kävelyanalyysi antoi aiheen, joka oli molempien mielestä mielenkiintoinen.

## 2 KÄVELY

### 2.1 Kävelynopeus ja askelpituus

Kävelynopeus on yksi tärkeimmistä kävelyn mittauksen osa-alueista. Yleisesti kävelynopeus ilmoitetaan m/s (metriä sekunnissa), mutta osa tutkijoista ilmaisee kävelynopeuden myös aikamääreellä m/min (metriä minuutissa). Normaali vapaa kävelynopeus aikuisilla tasaisella pinnalla on noin 82 metriä minuutissa (1,37 m/s). Miehet kävelevät 5 % nopeammin kuin keskiarvo eli miesten keskimääräinen kävelynopeus on 86 m/min (1,43 m/s). (Perry & Burnfield 2010, 471–472.)

Askelparin pituus lasketaan kahden saman jalan kantaiskun välisestä etäisyydestä (Neumann 2002, 527). Askelparin pituus ihmisillä, joiden kävelyssä ei ole patologisia muutoksia, on noin 1,41 metriä. Miehillä askelparin pituus on 14 % pitempi kuin naisilla, jolloin miesten askelparin keskimääräinen pituus on noin 1,46 metriä ja naisilla 1,28 metriä. (Perry & Burnfield 2010, 472.)

### 2.2 Kävelysykli

Kävelysykli on tapahtumasarja, joka alkaa toisen jalan ensimmäisestä kosketuksesta maahan ja päättyy saman jalan uuteen kosketukseen. Kävelysykli on jaettu vaiheisiin, joissa tapahtuvat muutokset ovat oleellisia normaalissa, jokaiselle ominaisessa ja automatisoituneessa kävelyssä. (Kirtley 2006, 16.)

Kävelysykli jaetaan eri lähteistä riippuen joko kuuteen, seitsemään tai kahdeksaan osaan. Vaikka kävelyä tarkastellaankin usein vaiheittain, on tärkeä muistaa, että kävely on koko ajan jatkuvaa liikettä, jossa kehon eri osat toimivat yhdessä. Riippumatta siitä minkälaista jaottelua käytetään, on tärkeä tietää tarkasti mitä kehossa tapahtuu kävelysyklin aikana, jotta mahdollisia muutoksia ja vajavaisuuksia kävelyssä voi analysoida. (Ahonen ym. 2002, 148.) Kävelyssä on hyvä kuitenkin muistaa se, että jokaisella ihmisellä on ominainen tyyli kävellä, jossa askelpituus, kävelynopeus ja lihasten aktivoituminen ovat

erilaisia. Lisäksi esimerkiksi ikä, sukupuoli ja jalkojen pituuserot vaikuttavat osaltaan kävelyyn. (Whittle 2007, 47.)

Kävelysyklin vaiheet Perryn ja Burnfieldin mukaan (2010, 10) ovat:

1. Alkukontakti eli kantaisku
2. Kuormitusvaihe
3. Keskituki
4. Päätöstuki
5. Esiheilahdus eli varvastyöntö
6. Alkuheilahdus
7. Keskiheilahdus
8. Päätösheilahdus

Kävelysykli jaetaan tuki- ja heilahdusvaiheeseen, jossa tukivaiheeseen kuuluu viisi ja heilahdusvaiheeseen kolme syklin vaihetta (Perry 2010, 4). Tukivaiheessa jalka on alustalla. Tällöin alaraaja kantaa vartalon painoa ja toimii ikään kuin iskunvaimentimena samalla kun se mahdollistaa vartalon etenemisen tukijalan ohi. Normaalisti tukivaihe kestää noin 60 % kävelysyklistä. Heilahdusvaiheessa jalka liikkuu ilmassa koskematta alustaan ja mahdollistaa liikkumisen eteenpäin. Heilahdusvaihe kestää noin 40 % kävelysyklistä. (Magee 2008, 941–943.)

Kävelysyklistä voidaan erottaa yksöis- ja kaksoistukivaiheita. Yksöistukivaiheessa vain yksi jalka koskettaa alustaa. Kaksoistukivaiheessa osa kummatakin jalasta koskettaa alustaa. Normaalisissa kävelyssä tämä tapahtuu kahdesti kävelysyklin aikana ja kävelysyklistä noin 25 % on kaksoistukivaihetta. Kaksoistukivaiheen kesto pitenee mitä hitaammin ihminen kävelee ja samoin kaksoistukivaihe lyhenee mitä nopeammin ihminen kävelee. (Magee 2008, 943–945.)

Seuraavaksi kuvataan tarkemmin kävelysyklin vaiheita. Vaiheita tarkastellaan oikeasta alaraajasta ja sagittaalitasosta. Vasemman alaraajan tapahtumat ovat luonnollisesti samat, sykli alkaa vain puolet oikeaa myöhemmin. Kävelysyklin vaiheet on kuvattu kuvassa 1.



### 2.2.1 Tukivaihe

Kävelysykli alkaa alkukontaktista eli kantauskusta. Alkukontakti aloittaa tukivaiheen ja jatkuu kuormitusvaiheeseen. Alkukontaktia kutsutaan usein myös kantauskuksi, koska suurimmalla osalla ihmisistä kanta on ensimmäinen osa kehosta, mikä koskee alkukontaktissa maahan. Lonkkanivelen fleksio on juuri ennen alkukontaktia suurimmillaan. (Whittle 2007, 64–65; Perry & Burnfield 2010, 138–140 .)

Heilahdusvaiheen lopussa juuri ennen alkukontaktia polvinivel suoristuu nopeasti ja nilkka ja jalkaterä ovat yleensä lähellä neutraalia asentoaan. Jalkaterä on yleensä kuitenkin hieman supinoitunut. Lihaksista m. tibialis anterior on aktiivisena koko alkukontaktia edeltävän heilahdusvaiheen ja tukivaiheen alun. Lihaksen pitää heilahdusvaiheessa nilkan koukistettuna, jottei nilkka osuisi maahan. (Whittle 2007, 66; Perry & Burnfield 2010, 138–140.)

Kuormitusvaihe on kaksoistukivaihe, joka tapahtuu alkukontaktin ja vastakkaisen jalan varvastyönön välissä. Vaiheen aikana nilkkanivel plantaarifleksoituu eli jalkapohja ”rullaa” alustalle, jolloin lihaksista m. tibialis anterior tekee eksentristä työtä ja jarruttaa ”rullausta”. Samalla jalkaterässä tapahtuu pieni pronatio ja tibiassa pieni sisärotaatio. Jalkaterän pronatio- tai supinaatiosuuntainen liike on aina yhteydessä tibian sisä- tai ulkorotaatioon. Kuormitusvaiheen aikana lonkkanivel alkaa ojentua. Alkukontaktissa lähes täydessä ekstensiossa ollut polvinivel alkaa kuormitusvaiheessa koukistua. (Whittle 2007, 67; Perry & Burnfield 2010, 140–141.)

Keskitukivaiheessa vastakkainen, heilahdusvaiheessa oleva jalka ohittaa tukijalan. Kävelijän tasapainon pitää säilyä yhdellä jalalla seistessä keskitukivaiheessa, jotta vartalo voi liikkua eteenpäin. Kun vastakkainen jalka on irronnut maasta, vain tukijalan puolen lonkka kannattelee lantiota ja yleensä heilahdusvaiheessa olevan jalan puoleinen lantionpuolisko laskee hieman. (Whittle 2007, 70; Perry & Burnfield 2010, 142.)

Keskitukivaiheessa tibia kiertyy eteenpäin nilkkaniveleen nähden. Jalkaterä pysyy kiinni alustassa, mutta samalla nilkan kulma muuttuu plantaarifleksioista

dorsifleksioon. Liikkeessä m. triceps surae supistuu eksentrisesti. Keski- ja päätöstukivaiheen aikana tibiassa tapahtuu ulkorotaatiota ja samaan aikaan jalkaterässä supinaatiota. Jalkaterän supinaatio on suurimmillaan keskitukivaiheen aikana, jonka jälkeen jalkaterä alkaa pronatoitua. (Whittle 2007, 70.)

Päätöstukivaihe alkaa keskitukivaiheen lopusta, kun vastakkainen alaraaja heilahtaa tukijalan ohi ja samalla tukijalan kanta alkaa kohota. Vaihe päättyy vastakkaisen alaraajan alkukontaktiin. (Ahonen ym. 2002, 205.) Päätöstukivaiheessa lonkkanivelen ekstensio on suurimmillaan vastakkaisen jalan alkukontaktin paikkeilla. Polvinivelen ekstensio on suurimmillaan, kun kanta alkaa kohota. (Whittle 2007, 72.)

Nilkkanivelessä on suurin dorsifleksio samoihin aikoihin kun kanta alkaa kohota. M. triceps surae säilyttää nilkan kulman kun polvinivel alkaa fleksoitua, ja nilkan plantaarifleksoituminen alkaa vasta päätöstukivaiheen lopussa. Kannan kohotessa on tärkeää, että nilkassa on hyvä dynaaminen stabilisointi. Tibian ulko-kierto kasvaa ja jalkaterä supinoituu lisää. Tibia ja jalkaterä toimivat yhdessä subtalaarinivelen ansiosta. Kun kanta kohoaa, pysyvät varpaat maassa ja metatarsaaliphalangeaalinelissä tapahtuu ekstensiota. (Whittle 2007, 72; Perry & Burnfield 2010, 144.)

Esiheilahdus eli varvastyöntö tapahtuu noin 60 % kohdalla kävelysykliä. Tällöin tukivaihe loppuu ja heilahdusvaihe alkaa. Varvastyöntö ei ole kaikissa tapauksissa sopiva termi, koska patologisessa kävelyssä varpaat eivät välttämättä ole viimeinen osa, joka koskettaa alustaa. Kun jalkaterä irtoaa alustalta, jatkaa lonkkanivel fleksoitumista. Esiheilahduksessa polvinivel fleksoituu noin puoliväliin siitä mitä fleksio on suurimmillaan heilahdusvaiheen aikana. Suurin osa polvinivelen fleksiosta johtuu lonkkanivelen fleksoitumisesta. (Whittle 2007, 75–76.)

Nilkkanivelen plantaarifleksio on suurimmillaan heti varvastyönnön jälkeen. Juuri ennen varvastyöntöä m. triceps suraen supistuminen loppuu ja m. tibialis anterior alkaa supistua tuodakseen nilkkanivelen takaisin neutraaliin tai dorsifleksoituneeseen asentoon heilahdusvaiheen ajaksi. (Whittle 2007, 76.)

### 2.2.2 Heilahdusvaihe

Alkuheilahdus kestää keskimäärin kolmanneksen heilahdusvaiheesta (Perry & Burnfield 2010, 14). Varpaiden irrotessa maasta alkaa kuormittamattoman alaraajan eteneminen. Alkuheilahduksessa heilahtava jalka lähestyy tukijalkaa ja vaihe päättyy kun heilahtavan jalan varpaat ovat tukijalan kannan kohdalla, eli alaraajat ovat ikään kuin vierekkäin. Lonkkanivel fleksoituu vahvasti alkuheilahduksessa. Polvinivelen fleksio johtuu suuresti lonkkanivelen fleksios- ta. Lonkka- ja polvinivelen välillä tapahtuu ikään kuin heiluriliike, eikä polvinive- len fleksoitumiseen tarvita lihasaktivaatiota. Polven fleksiokulma on suurim- millaan ennen kuin alaraajat ovat vierekkäin, jonka jälkeen polvinivel alkaa jälleen ekstensoitua. (Whittle 2007, 77.)

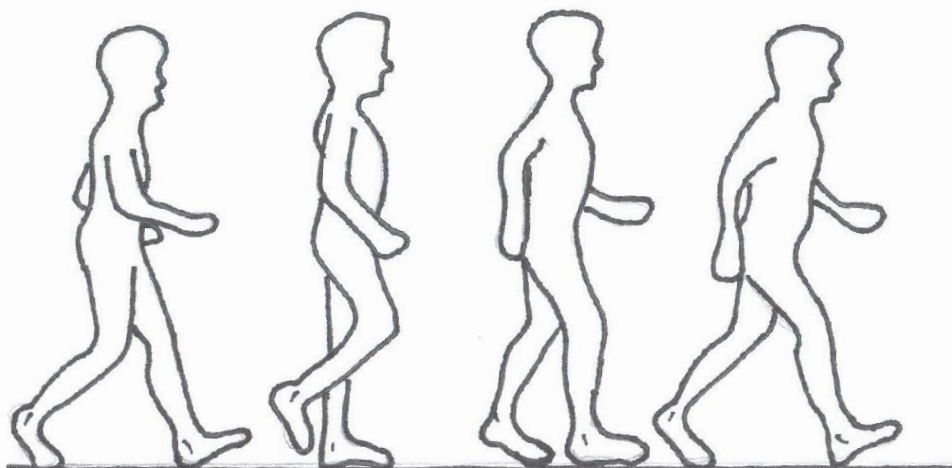
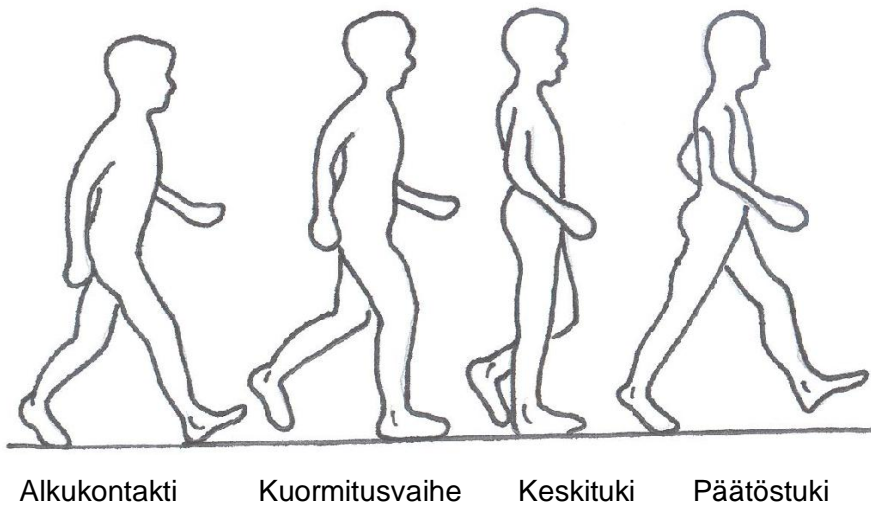
Alaraajojen ollessa vierekkäin, nilkkanivelen asento muuttuu plantaarifleksioista joko neutraaliin tai dorsifleksioasentoon siirryttäessä kohti loppuheilahdusta. Heilahdusjalka ei saa koskea maahan vaiheen aikana. Tämän saa aikaan enimmäkseen polvinivelen fleksio, mutta myös nilkan asennolla on vaikutusta. Nilkassa ei saa olla suurta plantaarifleksiota ja tämä vaatii m. tibialis anteriorin supistumista. Jalkaterän supinaatio vähenee esiheilahduksen jälkeen, mutta pieni supinaatio pysyy kuitenkin seuraavaan alkukontaktiin asti. (Whittle 2007, 77–78; Perry & Burnfield 2010, 146.)

Keskiheilahdus alkaa heilahtavan alaraajan ohittaessa tukijalan ja loppuu kun heilahtavan jalan tibia on pystysuorassa asennossa. Keskiheilahdusvaiheessa lonkkanivelen fleksiokulman suureneminen lakkaa ja se pysyy suurin piirtein samana seuraavaan alkukontaktiin asti. Alkuheilahduksen lopusta keskiheilahduksen loppuun polvinivelessä tapahtuu nopea ekstensoituminen. Alkuheilahduksessa alaraajojen ollessa vierekkäin polvinivelen fleksio on ollut suurimmillaan, mutta keskiheilahduksen lopussa polvi on lähes täysin eksten- siossa. Tämä liike tapahtuu melkein kokonaan passiivisesti, jatkeena aikaisemmissa vaiheissa tapahtuneelle heiluriliikkeelle. (Whittle 2007, 78–79; Perry & Burnfield 2010, 147.)

Kun heilahdusjalka on ohittanut tukijalan, yleensä jalkaterällä ei ole enää vaaraa osua maahan. Nilkan asento vaihtelee ihmisillä tällöin muutaman asteen

dorsifleksiosta muutaman asteen plantaarifleksioon ennen uutta alkukontaktia. M. tibialis anterior jatkaa supistumista pitääkseen nilkan oikeassa asennossa. (Whittle 2007, 79.)

Päätösheilahdus alkaa tibian ollessa pystysuorassa asennossa ja päättyy heilahtavan alaraajan uuteen alkukontaktiin. Vaiheelle on ominaista liikkeen hidastuminen ja se valmistaa raajaa uuden alkukontaktin vaatimuksiin (Perry & Burnfield 2010, 148.) Polvinivel on suorassa ja nilkka on päätösheilahduksessa edelleen lähes neutraalissa asennossa ja valmistautuu uuteen alkukontaktiin (Ahonen ym. 2002, 222–223).



Esiheilahdus      Alkuheilahdus      Keskiheilahdus      Päätösheilahdus

KUVA 1. Kävelysyklin vaiheet (Orthoteers 2011, muokattu)

### 3 PERONEUSVAURION AIHEUTTAJIA

Peroneusongelmia ja niiden aiheuttajia on useita erilaisia ja tässä opinnäytetyössä käsitellään peroneushermon vauriot, hemiplegia ja polio.

#### 3.1 Peroneushermo ja sen vauriot

Peroneushermo eli nervus peroneus communis saa alkunsa L4–S2 -juurista, kuitenkin keskeisimmin L4–L5 -juuresta. Peroneushermo on osa iskiashermaa ja eroaa iskiashermon rungosta polvitaiepeessa. Peroneushermo kiertyy fibulan pään ympäri ja jakautuu siitä pinnalliseen (superficialis) ja syvään (profundus) haaraan. (Neumann 2002, 506–507; Tolonen ym. 2002, 38.)

Peroneushermo hermottaa seuraavia lihaksia: m. biceps femoris (caput breve), m. tibialis anterior, m. extensor digitorum longus, m. peroneus longus, m. peroneus brevis, m. extensor hallucis longus ja brevis sekä m. extensor digitorum brevis (Neumann 2002, 508). Pinnallinen haara hermottaa säären alaosan ulkopinnan ja jalkapöydän dorsaalipuolen ihoa sekä nilkan pronaatiota aiheuttavia lihaksia. Syvä haara hermottaa jalkaterän ihoa I ja II varpaan päällä sekä jalkaterän ja varpaiden dorsifleksoreita. (Vastamäki 2004; Tolonen ym. 2002, 38–39.)

Peroneushermon vaurio on yleisin alaraajojen mononeuropatia eli yhden hermon vaurio. Se aiheuttaa usein nilkan dorsifleksoreiden heikkoutta. Muita oireita voivat olla nilkan eversiota tuottavien lihasten heikkous, kipu alaraajassa sekä säären lateraalisen ja takaosan herkkyyks. (de Bruijn, Geertzen & Dijkstra 2007.)

Peroneushermo vaurioituu usein ulkoisen trauman seurauksena, mutta hermovaurioon tai hermon vajaatoimintaan voi olla muitakin syitä. Peroneuspareesi voi johtua keskushermostopuolen vauriosta kuten aivoinfarktista. Peroneuspareesia voi myös aiheuttaa multifokaalinen motorinen neuropatia (motorisia hermoja vaurioitava sairaus) ja diabeettinen mononeuropatia. Polyneuropatia

voi olla syynä bilateraalille peroneusheikkoudelle. Peroneushermon vajaa-toimintaa on myös juurivaurioissa, erityisesti L5:n vaurioissa, iskiasrunгон vaurioissa, peroneus communis -vaurioissa polvitaiepeessa, peroneus profundus -vaurioissa säären ja nilkan alueella sekä peroneus superficialis -vaurioissa sääressä ja jalkaterässä. Vaurion sijainti hermossa vaikuttaa oireisiin. (Tolonen ym. 2002, 39.)

Mansikanpöimijän halvaus eli pitkään kyykkyasennossa oleminen voi aiheuttaa hermon vaurioitumisen, sillä kyykkyasennossa peroneushermo venyy fibulan päätä vasten. Muita syitä voi olla polven painuminen anestesian aikana, polven alueen traumat, polven tekonivelkirurgia, kipsin aiheuttama paine ja hermon venähdys polvitaiepeessa nilkan distorsiovammoihin liittyen. Peroneuspareesiin voi johtaa myös pitkäaikainen tai toistuva istuma-asento polvi toisen päällä, polvitaiepeen kysta ja pinne fibulan pään seudussa. Myös metaboliset syyt kuten diabetes ja laihduttaminen voivat johtaa peroneushermon vaurioon polvitaiepeen alueella. (Magee 2008, 806–808; Tolonen ym. 2002, 39.)

Peroneus communis -vaurion keskeisin oire on nilkan dorsifleksioheikkous. Kliinisesti voidaan todeta nilkan ja varpaiden roikkumista eli jalan sanotaan silloin olevan riippujalka. Koska jalkaterä ei kävellessä nouse, se läpsähtää maahan joka askelella. Tunnottomuusalue vaihtelee säären ulkosivulla ja jalkaterässä. Peroneus communis -vauriot ovat usein kivuttomia. (Tolonen ym. 2002, 40.)

Säären alueella muun muassa trauman, rajun treenauksen tai tibialis anteriorin valtimon tukoksen johdosta voi peroneushermon syvä haara (profundus) jäädä puristuksiin/iskemiaan lihasten turvotessa. Säären alueella peroneus profunduksen vaurioituminen voi liittyä myös diabetekseen, multifokaaliseen motoriseen neuropatiaan sekä muihinkin polyneuropatioihin. Nilkan seudulla peroneus profundus voi vaurioitua tiukan kengän tai trauman johdosta. Peroneushermon syvän haaran vaurioituminen aiheuttaa jalkaterän roikkumista sekä varpaiden dorsifleksion heikkenemistä. Syvä haara on pääasiassa motorinen hermo, mutta se voi aiheuttaa tunnottomuutta ensimmäisen ja toisen varpaan välillä. (Magee 2008, 900; Tolonen ym. 2002, 41.)

Peroneus superficialiksen eli peroneushermon pinnallisen haaran vauriot ovat yleisimmin distaalisia ja liittyvät nilkan ja jalkaterän alueen traumoihin. Peroneus superficialis saattaa vaurioitua myös nilkan ja jalkaterän operatiivisissa hoitotoimenpiteissä. Pinnallinen haara saattaa vaurioitua myös lateraalisen aitosyndrooman yhteydessä, kun aitiopaine nousee riittävän korkeaksi. Peroneus superficialiksen vaurioituminen aiheuttaa usein kovia kroonisia neuropaattisia kipuja. Vaurio aiheuttaa tunnottomuutta säären lateraalisella puolella sekä jalkapohjassa. (Magee 2008, 900–901; Tolonen ym. 2002, 42.)

Polyneuropatia tarkoittaa monihermovauriota, jossa on useiden hermojen alitoimintaa. Oireet riippuvat vauriopaikasta; mitä hermoja ja mitä hermosäikeitä on vaurioitunut. Yleisimmin polyneuropatiassa pahiten vaurioituvat alaraajahermot ja muutokset kohdistuvat raajojen distaaliosiin. Polyneuropatian yleisimmät syyt ovat alkoholi ja diabetes. Muita syitä polyneuropatiaan voi olla endokrinologiset (esimerkiksi B12-vitamiinin puute), tulehdukselliset (esimerkiksi borreliosisi) tai autoimmuunivälitteiset tekijät. Osa polyneuropatioista on myös perinnöllisen taudin aiheuttamaa, joista tavallisin on Charcot-Marie-Toothin tyyppin 1 sairaus. (Tolonen ym. 2002, 63–64.)

### 3.2 Hemiplegia

Hemiplegia on vartalon toisen puolen, joko kehon oikean tai vasemman puoleisten lihasten osittainen tai täydellinen halvaantuminen. Halvaantuneen puolen lihakset ovat jäykkiä ja spastisia. Hemiplegiakävely on hidasta ja koordinoimattomaa sekä ryhdin ylläpito voi olla vaikeaa. Lihasheikkouksien, epänormaalin liikkeen synergian ja spastisuuden takia askelkuvio muuttuu sekä tasapainon hallinta vaikeutuu kävellessä. (Fatone & Hanse 2007.)

Lantion, polven ja nilkan liikkuvuus on alentunut halvaantuneen puolen alaraajassa, minkä takia halvaantunut alaraaja voi olla hyvin jäykkä. Peroneusortoosia käytetään hemiplegiapotilailla pitämään jalkaterän asento optimaalisena heilahduksen aikana sekä korjaamaan nilkan asentoa kantaiskussa. (Fatone & Hanse 2007.)

### 3.3 Polio

Polio (poliomyelitis) eli lapsihalvaus on viruksen aiheuttama sairaus. Tartunnoista suurin osa on oireettomia tai oireet ovat lieviä kuten kuumetta, kurkkukipua ja huonovointisuutta. Noin yhdellä prosentilla tartunnan saaneista esiintyy vakavampia oireita kuten halvausta ja aivokalvontulehdusta. Polion aiheuttaa poliovirus, joka tunkeutuu kehoon ruuansulatusjärjestelmän kautta ja voi levitä verenkiertoon ja keskushermostoon aiheuttaen lihasheikkoutta ja mahdollisesti halvauksen. (Suomen Polioliitto ry 2011.)

Poliovirus halvaannuttaa lihaksen vaikuttamalla selkäytimessä sijaitseviin alempiin motoneuroneihin. Taudin aiheuttamat rajoitukset kävelyssä ovat usein lihasheikkous, uupumus ja kipu nivelissä. (Perry & Burnfield 2010, 290–291.) Yleisiä poliosta aiheutuvia ongelmia ovat polvinivelen hyperekstensio, riippunilkka sekä kontraktuurasta johtuva lihasepätasapaino agonisti- ja antagonistilihasten välillä (Kirtley 2006, 209).



## 4 PERONEUSVAURION AIHEUTTAMAT MUUTOKSET KÄVELYYN

### 4.1 Kävelykykyyn vaikuttavia tekijöitä

Vaikka normaalissa kävelyssä on vaihtelevuutta, varsinkin lihasten käytössä, pystytään silti määrittämään rajat sille mikä on normaalia ja epänormaalia kävelyä ja asettamaan mitattaville asioille määreet. Liikkumiskykyyn vaikuttavat sairaudet tai vaivat saavat usein aikaan kävelykuvioita jotka ovat selvästi ”epänormaaleja”. Jotkut näistä muutoksista kyetään näkemään silmin, mutta joitakin muutoksia voidaan tarkastella vain tiettyjen mittausten avulla. (Whittle 2007, 103.)

Kävelykykyyn vaikuttavat tekijät vaihtelevat suuresti etiologialtaan, mutta mekaaniset vaikutukset kävelyyn voidaan jakaa viiteen toiminnalliseen kategoriaan: epämuodostumat, lihasheikkous, tuntopuutokset, kipu ja huono motorinen kontrolli. Kun tutkija tunnistaa nämä ominaisuudet, hänen on helpompi erotella varsinaiset häiriöt korvaavista liikkeistä. (Perry & Burnfield 2010, 165.)

Jotta henkilö pystyy kävelemään, tuki- ja liikuntaelimistön tulee kyetä täyttämään tietyt vaatimukset. Kehon täytyy pystyä kannattelemaan kummallakin jalalla kehon paino sekä tasapainon tulee säilyä joko staattisesti tai dynaamisesti yhden jalan tukivaiheen aikana. Kävelyyn vaaditaan myös, että kehossa on riittävästi voimaa raajojen liikkeiden aikaansaamiseen sekä vartalon etene- miseen. (Whittle 2007, 101.)

Normaalissa kävelyssä kaikki nämä yllämainitut vaatimukset saavutetaan usein ilman näkyvää vaikeutta ja kohtuullisella energiankulutuksella. Kuitenkin, tietyissä patologisissa kävelyissä vaatimukset saavutetaan vain epänormaalien liikkeiden avulla jotka usein lisäävät energiankulutusta, tai käyttämällä kävelytu- kia, kuten sauvoja tai ortooseja. Jos yksi yllämainituista kävelyn vaatimuksista jää saavuttamatta, henkilö ei kykene kävelemään. (Whittle 2007, 101.)

## 4.2 Nilkassa ja jalkaterässä tapahtuvat muutokset

Nilkassa ja jalkaterässä tapahtuvia muutoksia ovat muun muassa matala kantaisku, foot slap, viivästynyt kannan kohotus, raahaus ja drop foot.

Matalassa kantaiskussa jalkaterä osuu maahan nilkkanivelen ollessa kymmenen asteen plantaarifleksiossa ja polvinivelen ollessa normaalissa asennossa (noin viiden asteen fleksio). Vaikka kanta osuukin ensimmäisenä maahan, jalkaterä on lähes samassa tasossa lattian kanssa. Tästä johtuen kannan osuus alkukontaktista on epätavallisen lyhyt ja se johtaa jalkaterän laskeutumiseen alustaan nopeammin. Mahdollisia syitä tälle ovat nilkan plantaarifleksiokontraktuura, m. tibialis anteriorin heikkous ja pohkeen lihasten ennenaikainen aktivaatio. (Perry & Burnfield 2010, 181.)

Foot slap johtuu nilkan dorsifleksoreiden pienestä heikkoudesta. Foot slapissa kantaiskun jälkeen jalkaterä tippuu ennenaikaisesti maahan aiheuttaen usein kuuluvan ”läpsähdyksen”. Tästä johtuen kuormitusvaihe nopeutuu. Myös painopisteen siirtyminen eteen häiriintyy, kun heikot tibian ympärillä olevat lihakset (eritoten m. tibialis anterior) eivät ehdi liikuttaa tibiaa optimaaliseen asentoon. (Perry & Burnfield 2010, 181; Magee 2008, 961.)

Viivästynyt kannan kohotus on nähtävissä päätöstuki- tai esiheilahdusvaiheessa. Jos kanta ei ala kohota se voi johtua nilkan plantaarifleksoreiden heikkoudesta tai liiallisesta nilkan plantaarifleksioista. Tämä vähentää päkiän ja varpaiden rullausta, rajoittaa kävelynopeutta, lyhentää vastakkaisen jalan askelpituutta ja rajoittaa ennen heilahdusta tapahtuvaa polvenivelen fleksiota. Myös polvinivelen hyperekstensio voi viivästyttää kannan kohotusta. (Perry & Burnfield 2010, 198–199.)

Raahauksessa joko varpaat, päkiä tai kanta osuu alustaan heilahdusvaiheen aikana. Tämä voi johtua rajoittuneesta lonkka- tai polvinivelen fleksiosta tai liiallisesta nilkan plantaarifleksioista. Varpaiden raahaus alkuheilahduksessa voi aiheuttaa kompastumisen. Jos varpaiden raahaus jatkuu keskiheilahdukseen asti, heilahdusvaihe lyhenee. (Perry & Burnfield 2010, 199–200.)

Drop footissa eli riippunilkassa nilkkanivel pysyy plantaarifleksiossa heilahdusvaiheessa ja siihen voi liittyä varpaiden raahaamista. Tämä johtuu useimmiten nilkan ja varpaiden dorsifleksoreiden heikkoudesta. Drop foot on yleistä peroneushermon halvauksessa. (Neumann 2002, 563.)

#### 4.3 Peroneusvauriosta aiheutuvat kävelymuutokset

Tässä opinnäytetyössä käsitellään peroneusvaurion aiheuttamista muutoksista kävelyn cirkumduktio ja askellus. Cirkumduktio ja askellus ovat samantyyllisiä siinä mielessä että kummallakin tavalla pyritään vaikuttamaan toiminnalliseen jalkojen pituuden poikkeavuuteen. Tämä tarkoittaa sitä, että vaikka alaraajat eivät välttämättä ole eripituisia, jompikumpi ei pysty toimimaan oikeassa pituudessa kävelysyklin jossain vaiheessa. Normaalissa kävelyssä tukijalan tulee olla toiminnallisesti pidempi kuin heilahdusjalan. Jos näin ei ole, heilahtava jalka törmää alustaan eikä pysty ohittamaan tukijalkaa. Kun jalka on toiminnallisesti pidennettynä tukivaiheen aikana, se tapahtuu lonkan ja polven ekstensiolla ja nilkan plantaariflexiolla. Vastaavasti toiminnallinen jalan lyhentäminen heilahdusvaiheessa tapahtuu lonkan ja polven fleksiolla ja nilkan dorsiflexiolla. Jos fleksoiminen tai ekstensoiminen ei onnistu, se johtaa todennäköisesti toiminnalliseen poikkeavuuteen ja epänormaaliin kävelyn. (Whittle 2007, 109–110.)

Heilahtavan jalan maakosketus voidaan välttää heilauttamalla jalkaa ulkokautta liikkeellä, jonka nimi on cirkumduktio. Yleensä toisen jalan heilahdusvaihe on normaali. Parhaiten cirkumduktion voi nähdä edestä tai takaa. Cirkumduktiota voidaan myös käyttää paikkaamaan lonkan fleksoreiden heikkoutta ja siirtämään jalkaa eteenpäin. Tällöin lonkan abduktorit toimivat ikään kuin fleksoreiden sijaan silloin kun lonkkanivel on ojennettuna. (Whittle 2007, 111.)

Askelluksessa heilahdusvaihe on muuttunut ja koostuu tällöin liioitellusta polven ja lonkan fleksiosta. Tällä pyritään nostamaan jalkaa normaalia ylemmäs, jotta jalkaterä ei osu maahan. Askellusta pystyy parhaiten tarkkailemaan sivusta. Sitä käytetään erityisesti kompensoimaan riippunilkkaa eli drop footia. (Whittle 2007, 111–112.)

## 5 PERONEUSVAURIOSTA AIHEUTUVIEN HAITTOJEN LIEVENTÄMINEN

### 5.1 Ortoosit

Ortooseja määrätään usein avustamaan, kontrolloimaan ja ylläpitämään haluttua kehon asentoa (Balmaseda ym. 1988). Peroneusortoosia käytetään usein parantamaan kävelykykyä ja ehkäisemään kompastumista nilkan dorsifleksoreiden heikkoudesta tai toimintakyvyttömyydestä kärsivillä (Geboers ym. 2002). Peroneusortoosin tavoitteena on normalisoida peroneusvauriosta aiheutuvat haitat kävelyssä. Ortoosin valinnassa on otettava huomioon monia seikkoja, kuten esimerkiksi henkilön ikä ja paino, mahdolliset alaraajan toimintaan ja rakenteeseen vaikuttavat sairaudet, päivittäinen alaraajojen kuormitus sekä alaraajan virhetoiminnan syy, määrä ja laatu. Ortoosin valinta ja sovitukset ovat asiaan erikoistuneen henkilön vastuulla. (Ahonen ym. 2002, 398; Neumann 2002, 501.)

Ortoosin tarkoitus on tukea niveltä sekä lievittää kipua. Ortoosi lisää proprioseptiikkaa ja aiheuttaa sensorisen stimulaation ärsyttämällä paineresseptoreja. Ortoosilla voi olla myös psykologisia vaikutuksia, koska ortoosin käyttäjä saattaa ortoosin avulla liikkua enemmän. Peroneusortoosin tarkoituksena on kontrolloida nilkkaa heilahdusvaiheen aikana. Peroneusvamman takia nilkka ei dorsifleksoidu kävelyn heilahdusvaiheessa, mutta tuen avulla nilkassa säilyy kontrolli. (Vuorela 2010.)

ToeOFF ja Dynamic Walk ovat esimerkkejä peroneusortooseista. ToeOFF (kuva 2) on hiili- ja lasikuidusta valmistettu ortoosi, joka on vahvistettu keklarilla ja joka on näin sekä ohut, kevyt että dynaaminen. ToeOFF soveltuu riippunilkan aiheuttamiin kävelyvaikeuksiin, neurologisiin sairauksiin sekä instabiiliin nilkkaan. ToeFF helpottaa kävelyä mahdollistamalla kantaiskun ja avustamalla varvastyöntöä. (Orthonova 2010; CampScandinavia 2010.)



KUVA 2. ToeOFF-ortoosi (Camp scandinavia 2011)

Dynamic Walk (kuva 3) on peroneustuki, joka on valmistettu hiilikuitukomposiitista ja kaksoismetallitangoista, jotka mahdollistavat tuen olevan sekä kestävä että joustava. Tuki avustaa dorsifleksiota ja avustaa inversion ja eversion hallinnassa. Tuki on myös melko kapea, joten se mahtuu normaaliin kenkään. Kantapään kohdalla ei ole tukea joten jalkaterän normaali liike onnistuu. Tuen muotoilu on suunniteltu siten että arjen toiminnot kuten kyykistyminen, portaiden nouseminen päkiöillä ja auton ajaminen luonnistuu. (Centri 2010.)



KUVA 3. Dynamic Walk (Centri 2010)

## 5.2 Vaihtoehtoiset hoitomuodot

Jos peroneusvaurio aiheutuu hermon pinteestä, on olemassa keinoja parantaa vaurio. Jos peroneushermon pinne aiheuttaa vain särkyä ja parestesiaa, voidaan vaiva mahdollisesti hoitaa konservatiivisin keinoin. Konservatiivisia keinoja ovat tässä tapauksessa fysikaalinen hoito, lepo ja tulehduskipulääkkeet. Jos peroneushermon pinne aiheuttaa selvän halvauksen, voi leikkaus auttaa. Leikkaus tulisi tehdä parin viikon kuluessa pinteeseen synnystä, sillä jos hermo on ollut liian pitkään pinteessä, voi kehittyä aksonotmeesi eli aksonivaurio, jolloin toipuminen voi olla erittäin hidasta. (Vastamäki & Vastamäki 2009.)

Aivohalvauspotilailla on tutkittu toiminnallisen elektronisen hermostimulaation (functional electrical stimulation=FES) vaikutusta peroneusongelman lievittämiseksi. Hermostimulaatiota on tutkittu vaihtoehtona ortoosin käytölle. Hermostimulaatiota annetaan heilahdusvaiheessa nilkan dorsifleksoreille ja evertoreille, jotta kävelyn laatu paranisi. (van Swigchem ym. 2010.)

## 5.3 Aikaisempia tutkimuksia peroneusortoosien vaikutuksista kävelyn

Pavlik (2008) tutki nilkkaortoosien vaikutusta kävelykykyyn ja kävelyn osaluaisiin halvauspotilailla. Tutkimuksessa vertailtiin neljän eri potilaan kävelynopeuksia ja Up and go -testin tuloksia ortoosin kanssa ja ilman. Tulosten mukaan kävelynopeus kasvoi potilailla merkittävästi ortoosia käytettäessä, ja myös askeleiden ja askelsykliden pituudet kasvoivat. Ortooseilla oli myös positiivinen vaikutus asiakkaiden jaksamiseen; he eivät väsyneet yhtä helposti ja tukeutuminen keppeihin oli vähäisempää.

Chen ym. (2010) tutkivat anteriorisella ja posteriorisella kiinnityksellä olevien peroneusortoosien vaikutusta kävelyn aivohalvauksen saaneilla hemiplegiapotilailla. Tutkimuksen mukaan posteriorisella kiinnityksellä oleva peroneusortoosi vähensi merkittävästi nilkan plantaarifleksiota muuttaen nilkan asennon normaalimman kaltaiseksi kantaiskussa ja heilahdusvaiheessa. Lehmann, Condon, de Lateur ja Smith (1987) tutkivat myös peroneusortoosin vaikutusta hemiplegiapotilailla. He saivat tutkimuksissaan tulokseksi, että peroneusortoos-

sin käytöllä kävelynopeus kasvaa, koska kantaiskun kesto normalisoituu peroneusortoosin avulla.

Gök ym. (2003) tutkivat peroneusortoosin vaikutusta hemipareettiseen kävelyyn kahdellatoista tutkimushenkilöllä. He vertailivat tutkimuksessaan metallisen ja muovisen peroneusortoosin eroja. He saivat tulokseksi, että muovisilla ja metallisilla peroneusortooseilla oli samanlaiset, positiiviset vaikutukset kävelyyn. Peroneusortoosin vaikutuksesta tutkimushenkilöiden kävelynopeus sekä nilkan dorsifleksio kantaiskussa ja heilahdusvaiheessa kasvoivat.

Balmaseda ym. (1988) tutkivat peroneusortoosin vaikutusta tukivaiheen kestoon sekä painopisteen etenemistä tukivaiheen aikana ortoosin kanssa ja ilman. Tutkimushenkilöt olivat terveitä. Tulokseksi tutkimuksessa saatiin, että tukivaiheen kesto pieneni 4,83 % peroneusortoosia käytettäessä. Painopisteen eteneminen tukivaiheen aikana muuttui niin, että painopiste kulki lateraalisemmin ortoosia käytettäessä. Hachisuka ym. (2007) tutkivat hiilikuituisen polvi-nilkkaortoosin vaikutusta kävelyyn polion sairastaneilla. He saivat tulokseksi, että polvi-nilkkaortoosin käyttö kasvattaa kävelynopeutta sekä askelpituutta polion sairastaneilla.

## 6 LIIKEANALYYSI JA JALKAPOHJAN KUORMITTUMISEN MITTAAMINEN

### 6.1 Liikeanalyysi

Kävely on liikettä, joten potilaan ongelmien diagnosointi riippuu jokaisessa nivelessä tapahtuvan liikkeen kuvauksen tarkkuudesta. Tavanomaisin tapa on ollut tarkkailla huolellisesti henkilön kävelyä ja tehdä asianmukaisia johtopäätöksiä. Koska jokaisessa alaraajojen nivelessä tapahtuu muutoksia eri aikoihin, yksityiskohtia ja havaittavaa on niin paljon että harva pystyy tarkkailemaan ja huomioimaan kaikkea. Tämä voi johtaa ennenaikaisiin johtopäätöksiin ja erimielisyyksiin tarkkailijoiden kanssa. Vaihtoehtoinen lähestymistapa on dokumentoida henkilön suoritus luotettavaa menetelmää käyttäen. Tällöin nopeat ja hienovaraiset liikkeet saadaan mukaan analyysiin. (Perry & Burnfield 2010, 407.)

Kävelyn analyysissä nauhoittaminen suoraan videolle tai tietokoneelle on osoittautunut yhdeksi hyödyllisimmistä keinoista luotettavan tiedon hankinnassa. Se auttaa ratkaisemaan kaksi rajoitusta, mitä saadaan kohdetta vain visuaalisesti analysoimalla: pysyvän tiedoston puutteen ja nopeiden tapahtumien tarkkailun. Siitä saadaan lisäksi seuraavat hyödyt:

1. Se vähentää kävelykertoja, joita tarkkailtavan tulee tehdä.
2. Se antaa mahdollisuuden näyttää kohteelle tarkkaan kuinka hän kävelee.
3. Se tekee mahdolliseksi opettaa kävelyn visuaalista analysointia jollekin toiselle. (Whittle 2007, 140.)

### 6.2 Jalkapohjan kuormittumisen mittaaminen

Jalkapohjan kuormittumisen mittaamisesta on tullut tärkeä tutkimusväline kävelyanalyysissä. Paineen jakautuminen jalkapohjan ja alustan välille antaa arvokasta tietoa jalan rakenteesta ja toiminnasta. (Perttunen 2002, 17.) Monissa jalkaongelmissa kävely- ja kuormitusanalyysi on usein välttämätön, jotta tukien ja ortoosien valinta pystytään tekemään mahdollisimman luotettavaksi. (Ahonen ym. 2002, 70.)

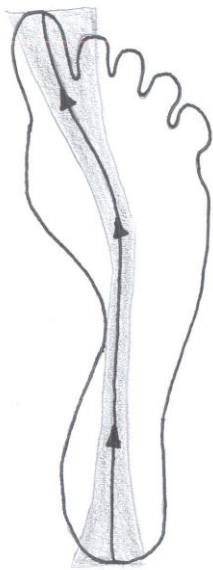


Jalkapohjan kuormituksen mittaaminen voidaan jakaa kolmeen ryhmään.

Painetta voidaan mitata:

1. Alustan ja jalkapohjan välistä.
2. Kengän sisäpohjan ja jalkapohjan välistä.
3. Kengänpohjan ja alustan välistä. (Perttunen 2002, 17.)

Kävely voi olla epäsymmetristä, ja siitä johtuen yhden kontaktin mittaaminen ei ole riittävää. Mittauksen luotettavuuden kannalta on tärkeää mitata useita kontakteja kummastakin jalasta. (Ahonen ym. 2002, 70–71.)



KUVA 4. Painopisteen eteneminen jalkapohjassa tukivaiheen aikana (Neumann 2002, 554, muokattu)

Kuvassa 4 on nähtävissä painopisteen eteneminen jalkapohjassa. Harmaa alue kuvaa yksilöllisiä muutoksia painopisteen etenemisessä. Painopisteen eteneminen jalkapohjassa seuraa melko toistuvaa kaavaa. Alkukontaktissa painopiste sijaitsee kantapään keskikohdassa, usein hieman lateraalisesti. Tämän jälkeen painopiste etenee jalan keskiosaan keskitukivaiheessa ja päkiän mediaaliseen osaan päätöstukivaiheen ja esiheilahduksen aikana. (Neumann 2002, 553.)

Perryn ja Burnfieldin (2010, 467) tutkimuksen mukaan kuormitusarvot vaihtelevat jalkapohjan eri kohdissa. Kuormitukseen vaikuttaa myös kenkien käyttö ja

muutos kävelynopeudessa. Kun kävelynopeus oli 80m/min, kengät jalassa kävellen korkein paine isovarpaan alla oli 270 kPa, keskimmäisten metatarsaaliluiden alla 250 kPa, kantapään alla 230 kPa, mediaalisten metatarsaaliluiden alla 220 kPa ja muiden varpaiden alla 210 kPa. Kun kävelynopeutta vähennettiin (57m/min), paineet kantapään, isovarpaan, muiden varpaiden ja mediaalisten sekä keskimmäisten metatarsaaliluiden kohdalla vähenivät huomattavasti. Kävelynopeutta nostettaessa (97m/min) kantapään ja isovarpaan paineet lisääntyivät merkittävästi. Myös paljain jaloin kävely tuotti suuria paineita kanta-pohjan ja keskimmäisten metatarsaalien alle verrattuna kengät jalassa kävelyyn.

## 7 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, millainen välitön vaikutus peroneusortooseilla on kävelyyn peroneusongelmista kärsivillä. Opinnäytetyössä tutkimme kävelyä objektiivisesti Dartfish-ohjelmiston ja Sidas-painelevyn avulla ja havainnoimme kävelyä visuaalisesti.

Tutkimusongelmat ovat:

1. Millä tavoin peroneusortoosi vaikuttaa kävelyyn?
2. Miten ortoosi vaikuttaa jalkapohjan kuormittumiseen?

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä työn tilaajan tietoa Dartfish-ohjelmiston soveltuvuudesta laadullisen analyysin tueksi sekä antaa lisätietoja peroneusortoosien vaikutuksesta kävelyyn.

Tapaustutkimus-tyyppinen lähestymistapa soveltui työhön parhaiten, sillä asiakasjoukko koostui vain kahdesta henkilöstä. Työssä analysoitiin tuloksia tekijöiden havaintojen perusteella sekä kävelyn analyysiin soveltuvien ohjelmistojen avulla.

## 8 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

### 8.1 Käytetyt metodit

Opinnäytetyö keskittyy tapaustutkimukseen. Tapaustutkimus on toiminnassa olevan tapauksen tutkimista (Anttila 2010). Opinnäytetyössämme tutkimme nimenomaan yksittäisiä tapahtumia kävelyanalyysin muodossa. Koimme tapaustutkimuksen parhaaksi, koska sillä voimme yhdistää erilaisia tiedonhankintamenetelmiä. Tapaustutkimuksessa voi käyttää tiedonhankintamenetelminä muun muassa kyselyä, havainnointia, asiakirjoja, dokumentteja ja aiempia tutkimuksia. Triangulaatiot eli toisiaan täydentävien aineistojen, menetelmien ja näkökulmien käyttö on tapaustutkimuksissa suotavaa (Laine, Bamberg & Jokinen 2007, 23.), joten menetelmä soveltui meidän opinnäytetyöhömme loistavasti.

Kvalitatiivisessa eli laadullisessa tutkimuksessa ei tavoitteena ole mitata tilastollisesti jotain tiettyä ilmiötä vaan ymmärtää ja tulkita jonkin valitun ilmiön syitä ja merkityksiä (Koivula, Suihko & Tyrväinen 1999, 19). Pyrimme saamaan mahdollisimman kattavasti tietoa kahden asiakkaan kävelymuutoksista peroneusortoosien kanssa. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa käytetään esimerkiksi havainnointia, haastatteluja ja tekstianalyysijä ja tutkimuksella pyritään ymmärtämään ilmiötä. (Kananen 2008, 11.) Laadullisessa tutkimuksessa pyritään saamaan tutkimustuloksia analysoimalla ja mittaamalla tutkimuskohdetta sekä tekemällä tutkimuskohteesta konkreettisia havaintoja (Koppa 2011). Näitä osa-alueita olemme yhdistäneet opinnäytetyössämme.

### 8.2 Mittaustila

Kuvaustiloina käytettiin Respecta Oy:n tutkimussalia. Sagittaalitasosta katsottuna lattiaan merkittiin kävelyradaksi lattiasta helposti erottuvalla teipillä kolmen metrin matka, jossa oli 50 cm:n välein viiva. Kävelyradan takana olevalle seinälle laitettiin kaksi merkkiä yhden metrin päähän toisistaan. Kameran etäisyys kävelyradan takana olevasta seinästä mitattiin ja merkattiin

lattiaan, jotta kameran ja teipeillä merkatun kävelyradan etäisyys pysyy joka kuvauksella vakiona. Myös linssin keskikohdan etäisyys sekä lattiasta että viereisestä seinästä mitattiin ja vakioitiin.

Frontaalitason kuvauksia varten lattiaan merkattiin neljän metrin matka erottuvalla teipillä. Myös frontaalitason kuvauksia varten kameran paikka vakioitiin mittaamalla linssin keskikohdan etäisyys viereisestä ja takana olevasta seinästä sekä lattiasta. Sidas-painelevyn mittauksissa käytettiin frontaalitason kävelyrataa ja etäisyyksiä.

Kävelyradan sekä kameran merkkiteipit pysyivät paikoillaan asiakkaiden mittaustilanteiden välillä. Kameran paikalle tehtiin kuitenkin tarkistusmittaukset, jotta mittaolosuhteet olisivat mahdollisimman validit ja reliabelit. Sagittaalitasosta kuvatussa kävelyradassa oli ennen ensimmäistä merkkiä kävelymatkaa noin 2 metriä, jotta asiakkaan kävelyrytmi ja -nopeus ehtivät normalisoitua.

### 8.3 Mittausvälineistö

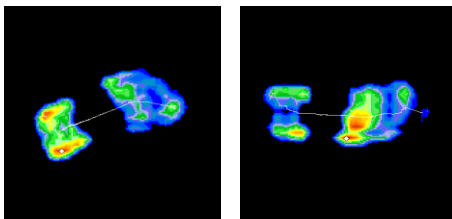
Opinnäytetyössä käytettiin Dartfish-videoanalyysiohjelmistoa, koska työn tilaaja Respecta Oy oli juuri hankkinut ohjelmiston ja he halusivat testata sen soveltuvuutta kävelyanalyysiin. Dartfish on videoanalyysiohjelmisto, joka mahdollistaa monipuolisen ja syvän liikeanalyysin. Sen avulla voidaan analysoida liikettä sen aikana ja sen jälkeen. (Lehtinen 2010.) Opinnäytetyössä kuvattiin videokameralla asiakkaan kävelyä ilman peroneusortoosia ja uudestaan ortoosin kanssa. Kävelyjä voidaan vertailla Dartfish-ohjelmiston avulla ja tarkastella kävelyissä tapahtuneita muutosta

Dartfish-ohjelmistoa käytetään urheilijoiden valmennuksessa uusien tekniikoiden oppimisessa sekä fysioterapiassa uusien liikemallien oppimisen helpottamiseksi. Dartfishillä saatu välitön videopalaute havainnollistaa asiakkaalle/urheilijalle mitä liikkeessä ja asennoissa todella tapahtuu. Dartfishillä voidaan mitata nivelten liikettä videokuvasta kulmina ja etäisyyksinä. Tutkimuksissa mittauksen pitää olla luotettavia. Tutkimuskäytössä Dartfish antaa

mahdollisesti tehokkaan tavan liittää ulkoista mittausdataa videokuvaan grafiikkana ja lukuina. (Lehtinen 2010.)

Dartfish-ohjelmiston soveltuvuutta liikkeen/suorituksen analysointiin on tutkittu aikaisemmin urheilijoilla. Uhl & Rocco Dillon (2009) ovat tutkineet Dartfish-ohjelmistolla saatavan palautteen vaikutusta taitojen kehittymiseen nuorilla painonnostajilla. Tutkimuksen tuloksena oli, että Dartfishin käytöllä voidaan parantaa nuorten painonnostajien suoritustekniikkaa.

Opinnäytetyöhön otettiin mukaan yhteistyökumppani Respecta Oy:n ehdotuksesta myös jalkapohjan kuormittumisen ja kontaktien keston mittaamisen Sidas-painelevyllä, jotta saadaan lisää tietoa ortoosien vaikutuksista kävelyyn. Presscam on ohjelmisto, jolla voi mitata jalkapohjan kuormittumista tukivaiheen aikana. Ohjelmisto käyttää hyväkseen Sidas-painelevyä, joka tallentaa yhdestä kontaktista tukivaiheen aikana saadut tiedot tietokoneelle. Kuvassa 5 on esimerkki Sidas-painelevyn tuottamasta paineenjakatumiskuvasta.



KUVA 5. Esimerkki Sidas-painelevyn tuottamista tuloskuvista.

#### 8.4 Ortoosin valinta

Asiakas 1:llä oli ollut käytössä Foot-up -ortoosi vuosina 2001–2009. Vuonna 2009 kesällä hänelle hankittiin Dynamic Walk -ortoosi. Hänelle kokeiltiin monia ortooseja, mutta asiakas itse koki Dynamic Walk:n parhaaksi. Asiakkaalla on ongelmia nilkan dorsifleksiosuunnassa, mutta nilkan plantaarifleksorit toimivat kohtalaisesti. Asiakkaalla on peroneushermon syvän haaran ongelma, joka

vaikuttaa tibialis anteriorin toimintaan. Tästä johtuen asiakas 1 tarvitsee ortoosilta avustavaa voimaa nilkan dorsifleksioon. (Petri Vuorela 2011).

Asiakas 1:lle sovitettiin Dynamic Walk elokuussa 2009. Ortoosi toimii passiivisena nilkan dorsifleksion tukena ja jousivoiman avulla ”pakottaa” nilkkaa dorsifleksioon koko ajan. Asiakas 1 koki ortoosin parhaaksi, koska ortoosi on liikkuva, elastinen ja se sallii nilkan liikkeet paremmin kuin hiilikuiturunkoiset ortoosit. Asiakas 1 myös pyöräilee paljon, jonka vuoksi aktiivisen liikkeen salliva Dynamic Walk sopii hänelle hyvin. (Petri Vuorela 2011).

Asiakas 2:lla on ollut käytössään ortoosit molemmissa alaraajoissa viimeiset yhdeksän vuotta. Aikaisemmin hänellä oli käytössään Ypsilon-ortoosi, mutta tämä murtui säären kohdalta porraskävelyn aikana. Vuonna 2010 syksyllä ortoosi vaihdettiin ToeOFF:iin, koska se on kestävämpi. Asiakas 2 tarvitsee säären puolelle tuen, koska nilkan plantaarifleksoreissa ei ole voimaa ylläpitää asentoa kävelyssä varsinkaan keskitukivaiheen jälkeen. Mahdollinen pohjekiiinnitys ei asiakas 2:n kohdalla tukisi tarpeeksi, koska se ei kontrolloi nilkan liikettä tarpeeksi. ToeOFF -ortoosi toimii passiivisena jarruttajana säären etupuolella ja siksi se soveltuu asiakkaalle parhaiten. Tibialis anterior -lihakset toimivat asiakkaalla molemmissa alaraajoissa, mutta plantaarifleksoreiden voima on hyvin heikko. (Petri Vuorela 2011).

## 8.5 Mittaustilanne

Asiakastapaamiset aloitettiin alkuhaastattelulla ja lupalomakkeen (liite 1) allekirjoittamisella sekä kuvausta ja analysointia varten tarvittavien merkkien laittamisella vartaloon. Asiakkaille laitettiin teipeillä merkit seuraaviin paikkoihin:

- trochanter major
- polvinivelen liikeakseli
- lateraaliset malleolit (sukkien / kenkien päälle)
- V metatarsaali
- SIAS
- patellan keskikohta

Kuvaustilanteessa asiakkaat kävelivät kolme ottoa sekä ortoosin kanssa että ilman ortoosia sagittaalitasosta kuvaten. Frontaalitasosta kuvattaessa asiakkaat kävelivät myös kolme ottoa ortoosilla ja ilman. Sidas-painelevykävelyt kuvattiin frontaalitasosta samoja lattian merkkejä ja kameran paikkaa hyväksikäyttäen. Näitä asiakkaat kävelivät myös kolme kertaa kummallakin alaraajalla ortoosilla ja ilman.

## 8.6 Alkuhaastattelut

Alkuhaastattelulomake on liitteessä 2.

### 8.6.1 Asiakas 1:n haastattelu

Pvm: 15.12.2010

Paino: 76,4 kg (kengät jalassa)

Pituus: 181 cm (kengät jalassa)

Asiakas 1 on 63-vuotias mies, jolle peroneusvamman on syntynyt polion seurauksena vuonna 1959. Peroneusvamman on aikaisemmin hoidettu erilaisten tukien avulla ja asiakas 1 käyttää myös varsikenkiä, jotka tukevat nilkkaa.

Kotona sisätiloissa hän käyttää kenkiä ja peroneusortoosia lähes jatkuvasti. Hän kokee kävelynsä olevan ortoosin avulla vakaampaa, kun nilkka ei heilu yhtä paljon kuin ilman ortoosia. Ulkona ilman tukea kävellessä on paljon kompastelua, ja asiakas 1 kokee ortoosin ehkäisevän tätä. Portaissa kävelyn hän kokee haastavaksi, mutta kertoo sen onnistuvan kaiteesta tukea ottaen.

Asiakas 1 kykenee kävelemään ulkona yhtäjaksoisesti noin yhden kilometrin matkan. Normaalisti hän kykenee kävelemään pidemmän matkan, mutta tällä hetkellä hänellä on polvessa paha nivelrikko, joka rajoittaa kävelymatkan pituutta. Asiakas käyttää liikkeessä normaaleja kenkiä, joissa käyttää oikeassa kengässä korotettua pohjallista. Liukkaalla kelillä hän kykenee kävelemään ulkona jos kengissä on liukuesteet. Asiakas 1 kokee suurimpana rajoituksenaan alaraajojen heikkouden.



## 8.6.2 Asiakas 2:n haastattelu

Pvm 17.01.11

Paino: 81 kg (kengät jalassa)

Pituus: 182cm (kengät jalassa)

Asiakas 2 on 68-vuotias mies, jolle peroneusvammat ovat syntyneet traumaperäisesti vuonna 2000. Trauman seurauksena L3-nikama murtui ja aiheutti molempiin alaraajoihin peroneushermon vaurion. Murtunut nikamaväli on jäykistetty metallilevyin leikkauksessa.

Aikaisemmin asiakas 2 on ollut kuntoutuksessa ja myös käynyt fysioterapiassa ja allasjumpassa. Aluksi asiakas 2 ei kyennyt kävelemään ollenkaan, mutta kuntoutuksen, apuvälineiden ja ortoosien avulla hän kykenee nykyään kävelemään 2–3 kilometrin yhtäjaksoisia lenkkejä ulkona.

Ulkona asiakas 2 kävelee peroneusortoosien ja kahden kävelykepin avulla. Kesällä hän kävelee enemmän ulkona kuin talvella, koska liukkaalla kelillä hän joutuu jännittämään kehoaan ja pitämään tasapainoaan enemmän yllä. Tämän vuoksi lihakset tulevat kipeäksi ja hän kokee olonsa araksi. Muuten hän ei koe ulkona liikkumisessa rajoituksia, vaan kykenee kävelemään myös esimerkiksi mäkisessä maastossa. Ulkona asiakas 2 käyttää useimmiten varrettomia kävelykenkiä, joihin ortoosit sopivat hyvin.

Kotona sisätiloissa hän kävelee ilman ortooseja ja yleensä ilman muita apuvälineitä. Ajoittain hän käyttää sisätiloissa apunaan yhtä kävelykeppiä. Kotona hänellä on käytössään juoksumatto, jolla hän kuntoilee nopeudella 3–4 km/h. Tätä suuremmissa nopeuksissa hän kokee menettävänsä kävelyrytmin ja kävelyn muuttuvan epävarmemmaksi. Portaat asiakas 2 pääsee kävelemään melko hyvin ja myös useiden kerrosten kiipeäminen onnistuu. Asiakas 2 kokee suurimpana rajoituksenaan kävelyssä tasapainon heikkouden.

Teimme asiakas 2:lle vastustetut nilkan lihasvoimatestit. Testejä ei arvioitu muuten kuin kokeilemalla saako asiakas minkäänlaista lihassupistusta aikaan. Testeissä testattiin asiakas 2:n nilkkojen dorsifleksio- ja plantaarifleksiovoimia

sekä jalkaterän inversio- ja eversiovoimia pyytämällä häntä tuottamaan isometrinen supistus testajaan kättä vasten. Nilkan dorsifleksio onnistui hyvin kummallakin jalalla, mutta plantaarifleksiossa asiakas 2 ei saanut tuotettua juurikaan isometristä supistusta. Inversiosuuntaisessa liikkeessä tuli pieni lihassupistus, mutta eversiossa kummassakaan jalassa ei tullut suurta supistusta.

## 8.7 Mittaukset

### 8.7.1 Liikeanalyysi

Dartfish-ohjelmistolla analysoitiin sagittaalitasosta nilkan ja polven kulmia varvastyönössä, kantaiskussa sekä keskitekivaiheessa. Nilkan kulmat mitattiin kantaiskussa ja varvastyönössä asiakkaan kehoon kiinnitettyjä merkkejä (polven liikeakseli, lateraalinen malleoli ja viides metatarsaali) hyväksikäyttäen. Polven kulmien mittauksessa käytettiin trochanter majorin, polven liikeakselin ja viidennen metatarsaalin merkkejä. Sagittaalitasosta mitattiin sekä askelparin että yhden askeleen pituutta. Samassa tasossa mitattiin myös askeleiden kestot ja eriteltiin siitä tuki- ja heilahdusvaiheet.

Frontaalitasosta ja sagittaalitasosta arvioitiin asiakkaiden kävelyä ja niissä tapahtuneita muutoksia silmämääräisesti laadullisen analyysin keinoin. Frontaalitasossa ei analysoitu kulmia, koska videokuva ei ollut tähän tarpeeksi tarkka.

Kävelynopeudet mitattiin, koska haluttiin tietää vaikuttiko ortoosi kävelynopeuteen, vaikka pyysimme asiakkaita pitämään kävelynopeutensa mahdollisimman vakiona. Jos kävelynopeus pysyy vakiona, ovat muutkin mittaustulokset luotettavammin verrattavissa keskenään, kun tuloksissa ei ole nopeuden aiheuttamia muutoksia.

Asiakkailta mitattiin koko askelsyklin kesto ja siitä eriteltiin tukivaihe, kaksois-tukivaihe sekä heilahdusvaihe. Askelsyklin kesto mitattiin sekä oikean että vasemman alaraajan kantaiskusta seuraavaan saman alaraajan kantaiskuun asti.

### 8.7.2 Jalkapohjan kuormittumisen mittaaminen

Sidas-painelevy antaa paljon tietoa asiakkaan kontaktista alustaan. Sidas-painelevyn keräämästä tiedosta valittiin analysoitavaksi kontaktin kesto, maksimikuormitus alustaan sekä ohjelmistolta saatavat kuvat askeleen kuormittumisen jakautumisesta.

Sidas-painelevystä saatavista kuvista analysoitiin laadullisesti kuormittumisen jakautumista, painopisteen etenemistä sekä huippukuormittumispisteen sijaintia. Näitä kaikkia tuloksia ortoosien kanssa ja ilman vertailtiin keskenään, jotta saatiin mahdollisimman kattavasti tietoa peroneusortoosien vaikutuksesta tukivaiheeseen.

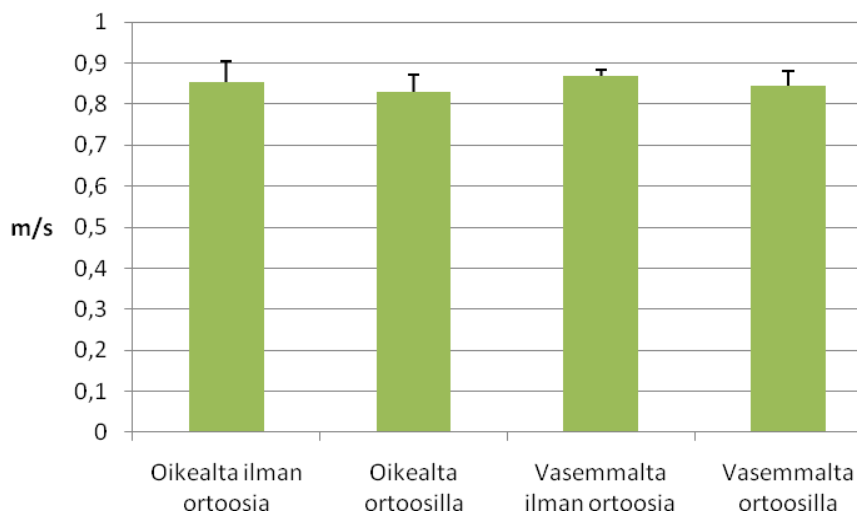
## 9 TULOKSET

### 9.1 Liikeanalyysi Dartfish-ohjelmistolla

Liitteessä 3 on kaikki asiakas 1:n tulokset taulukoissa 1–7 sekä liitteessä 4 asiakas 2:n tulokset taulukoissa 8–14 . Työssä olevat kuviot 1–24 kuvaavat mitattujen arvojen keskiarvoja ja sisältävät keskihajontaviivat. Asiakas 1:llä liikeanalyysin tuloksien keskiarvot on laskettu kahdesta suorituksesta (mainittu jos useammasta) ja asiakas 2:lla kolmesta suorituksesta (mainittu jos useammasta).

#### 9.1.1 Asiakas 1:n tulokset

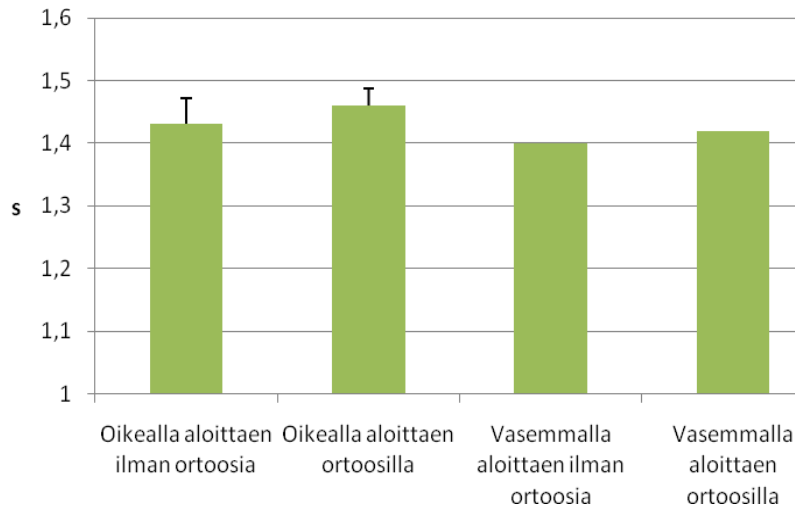
Kuviossa 1 on asiakas 1:n mitattujen kävelynopeuksien keskiarvot sekä niiden keskihajonnat.



KUVIO 1. Asiakas 1:n kävelynopeudet metriä sekunnissa aloittaen kävely kamerasta katsottuna oikealta ja vasemmalta (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

Kuten kuvio 1:stä on nähtävissä, asiakas 1:n kävelynopeudet pysyivät lähes samana ilman ortoosia ja ortoosin kanssa. Kävelytulokset vaihtelivat välillä 0,8–0,89 metriä sekunnissa. Asiakas 1 kykeni siis pitämään kävelynopeutensa

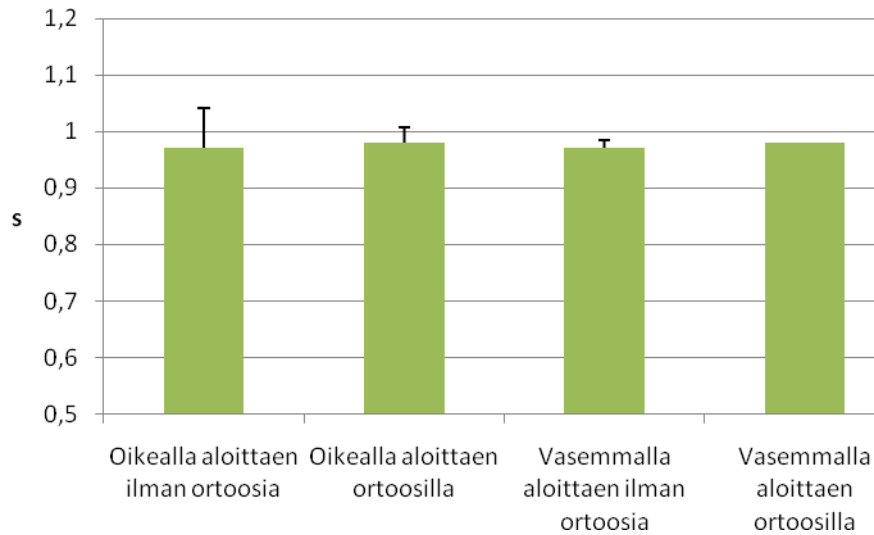
tasaisena kaikissa oioissa. Koska kävelynopeus on pysynyt tasaisena, ovat muut analysoitavat seikat vertailukelpoisia keskenään.



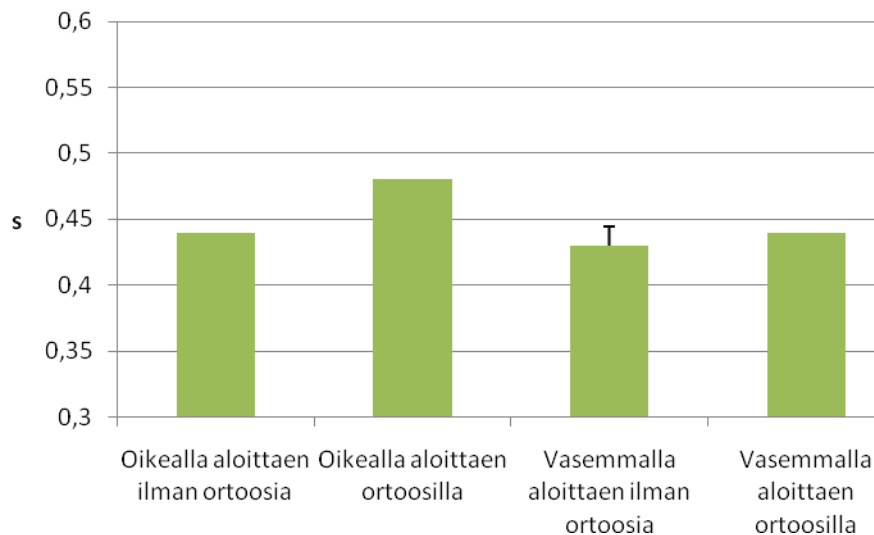
KUVIO 2. Asiakas 1:n kävelysyklar kestot sekunteina aloittaen oikealla ja vasemmalla alaraajalla (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

Kuvio 2 kuvaa asiakas 1:n kävelysyklar kestoa. Asiakas 1:n askeleiden kesto säilyi hyvin tasaisena sekä oikean että vasemman jalan kantaiskusta mitattaessa. Ortoosin kanssa kävellessä kävelysyklar kesto oli hieman pidempi kuin ilman ortoosia kävellessä. Kävelysyklar kesto vaihteli asiakas 1:llä 1,40–1,48 sekunnin välillä. Videota pystyi analysoimaan 2 ms välein, joten mittavirheeksi askeleen kestossa voi tulla 4 ms, jos ei huomioi analysoijasta johtuvaa mittavirhettä.

Mittasimme askelista myös eri vaiheiden kestoja ja vertasimme niitä keskenään. Tuki- ja heilahdusvaiheiden kestot ovat kuvattuina asiakas 1:llä kuvioissa 3 ja 4. Tukivaihe suhteessa heilahdusvaiheeseen pysyi asiakas 1:llä samana kävellessä ortoosilla ja ilman.



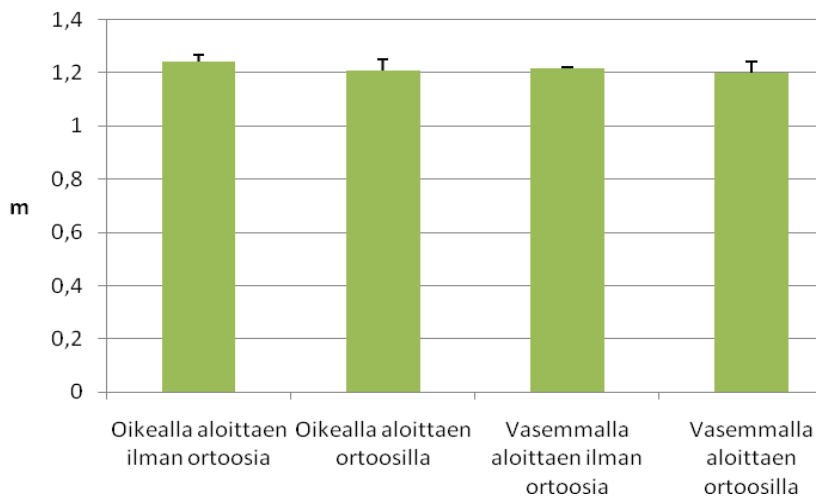
KUVIO 3. Asiakas 1:n tukivaiheiden kestot sekunteina aloittaen oikealla ja vasemmalla alaraajalla (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)



KUVIO 4. Asiakas 1:n heilahdusvaiheiden kestot sekunteina aloittaen oikealla ja vasemmalla alaraajalla (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

Kävelysyklissä on kaksi kaksoistukivaihetta. Tässä työssä analysoitiin kävelysyklissä jälkimmäisenä olevaa kaksoistukivaihetta. Tulokset kaksoistukivaiheiden kestoista ovat liitteissä 3 ja 4 (taulukko 3 asiakas 1 ja taulukko 10 asiakas 2). Kaksoistukivaiheiden kestot pysyivät kummallakin asiakkaalla lähes samansuuruisena ortoosin kanssa ja ilman ortoosia kävellessä. Ortoosilla ei siis ollut vaikutusta kaksoistukivaiheen kesto.

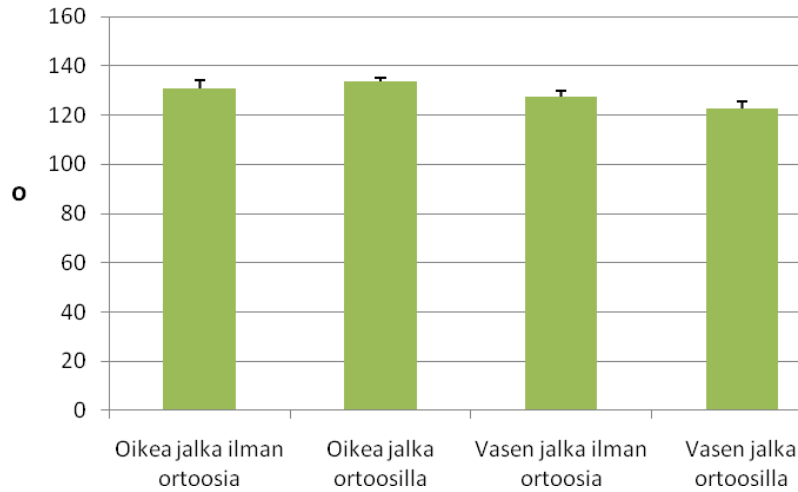
Askelparien pituus on mitattu alaraajan kantaiskusta saman alaraajan seuraavaan kantaiskuun.



KUVIO 5. Asiakas 1:n askelparien pituudet metreinä aloittaen mittaaminen oikean ja vasemman jalan kantaiskusta (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

Kuvio 5 kuvaa asiakas 1:n askelparien pituutta metreinä. Asiakas 1:llä askelparien pituudet vaihtelivat ilman ortoosia välillä 1,21–1,26 metriä ja ortoosin kanssa 1,17–1,24 metriä. Askelpituudet siis hieman lyhentyivät ortoosin kanssa kävellessä. Kuitenkin keskimääräiset askelparien pituudet olivat hyvin lähellä toisiaan.

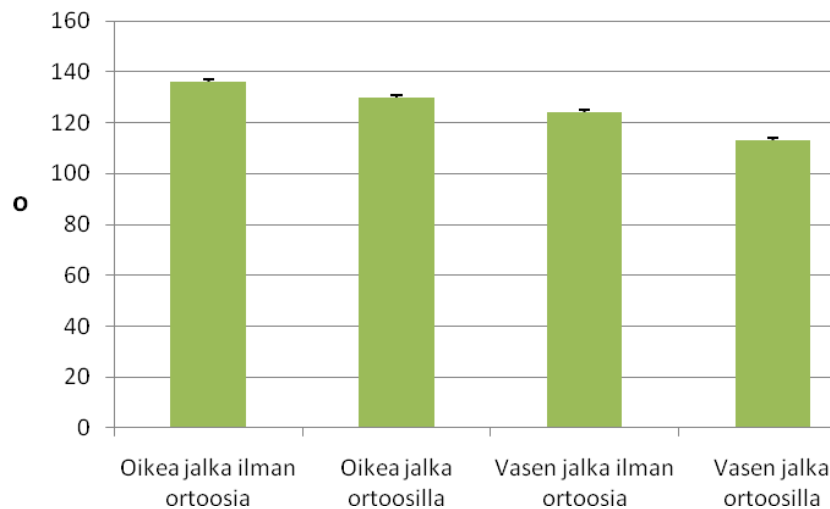
Jokaisesta videoidusta kävelystä mitattiin varvastyönön kulmat nilkasta ja polvesta kahdesta eri askelsyklistä ilman ortoosia ja ortoosin kanssa. Asiakas 1:llä keskiarvot on laskettu neljästä suorituksesta. Kuviossa 6 on kuvattuna asiakas 1:n oikean ja vasemman nilkan kulmat kantaiskussa.



KUVIO 6. Asiakas 1:n oikean ja vasemman nilkan kulmat asteina kantaiskuissa (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

Kantaiskujen kulmat mitattiin kahdesta eri askelsykylistä jokaisesta otosta sekä oikeasta että vasemmasta nilkasta ortoosin kanssa ja ilman ortoosia. Asiakas 1:n tuloksissa on nähtävillä, että ortoosi pienensi nilkan kulmaa vasemmassa alaraajassa. Oikeassa nilkassa ei ollut havaittavissa merkittäviä muutoksia, koska hänellä ei ole ortoosia oikeassa alaraajassa.

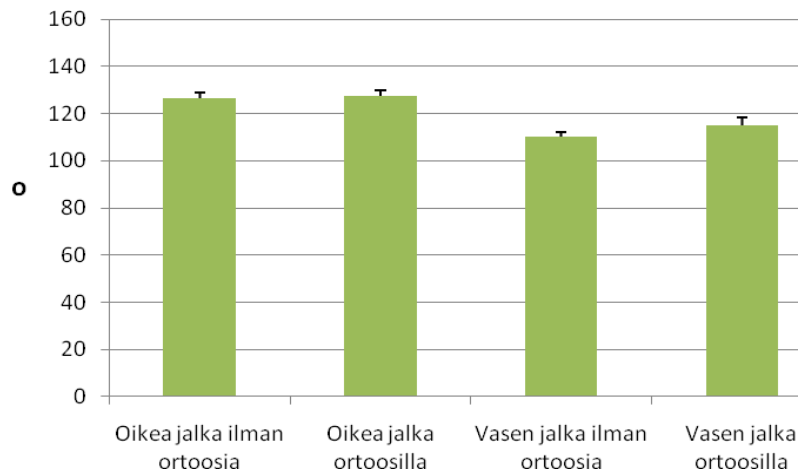
Jokaisesta videoidusta kävelystä mitattiin keskitukivaiheessa nilkan ja polven kulmat kahdesta eri askelsykylistä ilman ortoosia ja ortoosin kanssa. Asiakas 1:llä keskiarvot on laskettu neljästä suorituksesta.



KUVIO 7. Asiakas 1:n oikean ja vasemman nilkan kulmat asteina varvastyönnoissä (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

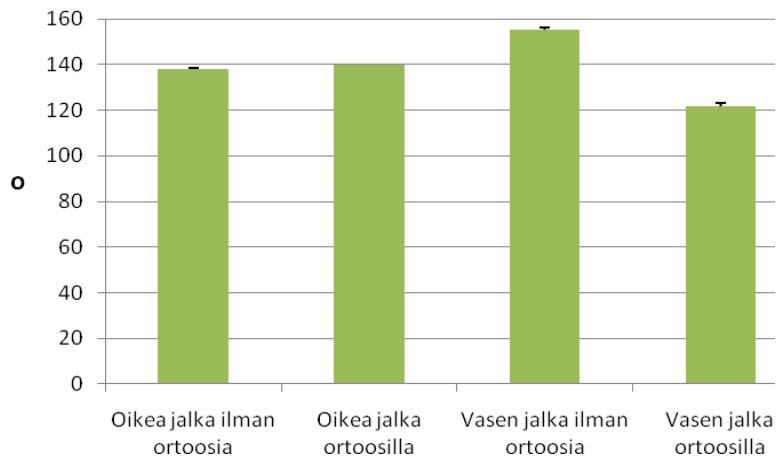


Mitä suurempi oli mitattu nilkan kulma varvastyönössä, sitä suurempi oli plantaarifleksio nilkassa. Kuviossa 7 on nähtävissä asiakas 1:n oikean ja vasemman nilkan kulmat varvastyönöissä. Varvastyönöissä ortoosin kanssa asiakas 1:n nilkan kulmat vasemmassa alaraajassa pienenevät huomattavasti. Asiakas 1:llä ortoosi on vain vasemmassa alaraajassa, siksi oikean nilkan kulmien tarkastelu ei ole yhtä olennaista.

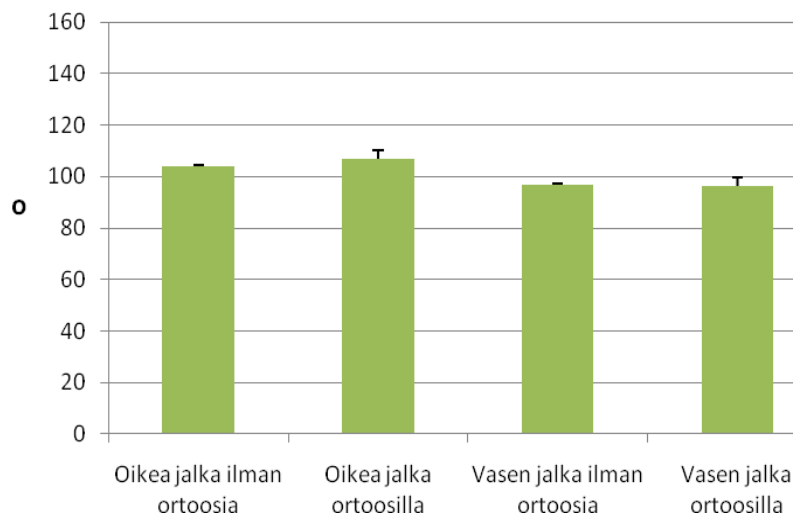


KUVIO 8. Asiakas 1:n oikean ja vasemman polven kulmat asteina varvastyönöissä (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

Kuviossa 8 on kuvattuna asiakas 1:n polvien kulmat varvastyönöissä. Polvikulmamittauksessa mitä pienempi oli mittauksissa saatu polven kulma, sitä suurempi oli polvinivelen fleksio. Asiakas 1:llä vasemmassa alaraajassa polven kulmat suurenivat ortoosin kanssa kävellessä. Tämä tarkoittaa että, polvinivelen fleksio pieneni.



KUVIO 9. Asiakas 1:n oikean ja vasemman nilkan kulmat asteina keskitukivaiheissa (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)



KUVIO 10. Asiakas 1:n oikean ja vasemman polven kulmat asteina keskitukivaiheissa (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

Kuvioissa 9 ja 10 on nähtävissä asiakas 1:n heilahtavan alaraajan nilkan ja polven kulmat keskitukivaiheissa. Asiakas 1:n vasemman alaraajan nilkkakulma pieneni huomattavasti ortoosin kanssa kävellessä. Polvinivelen kulma on pysynyt asiakas 1:llä lähes samana ortoosilla ja ilman, vaikkakin oikean ja vasemman polven kulmissa on eroa.

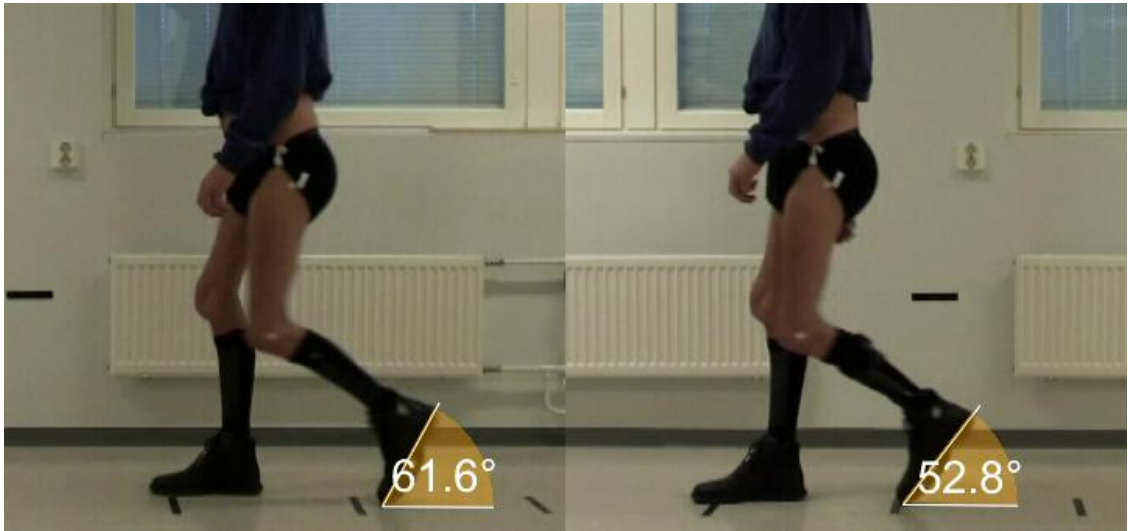
### 9.1.2 Asiakas 1:n kävelyn laadullinen analyysi

Videoista analysoitiin silmämääräisesti kävelyn laatua ja ortoosien vaikutusta kävelyn eri osa-alueisiin. Kuvissa 6 ja 7 on vasemmalla kävelyn vaihe ilman ortoosia, ja oikealla sama kävelyn vaihe ortoosin kanssa. Kuvaan 6 on lisätty kulmapiiirros visuaalista havainnointia tukemaan. Kulmat eivät ole samat mitä työssä on aikaisemmin käytetty.

Asiakas 1:llä voitiin nähdä riippuniikan vaikutus varsinkin vasemman alaraajan heilahdusvaiheessa, kun hän käveli ilman ortoosia. Vaurioituneen nilkan dorsifleksio oli heikompi koko heilahduksen ajan ja varpaat lähes laahaasivat maata ilman ortoosia. Vasemman alaraajan lonkassa ja polvessa fleksio oli suurempi heilahdusvaiheessa kun asiakkaalla ei ollut ortoosia. Kuormitusvaiheessa asiakas 1:n nilkassa oli havaittavissa foot slap, jolloin jalkaterä ikään kuin ”läpsähti” alustalle. Ortoosin kanssa tämä oli huomattavasti kontrolloidumpaa.

Asiakas 1 vaikutti saavan enemmän voimaa varvastyöntöön ortoosin kanssa. Myös painopiste siirtyi nopeammin ja helpomman näköisesti ortoosin kanssa vasemmalta alaraajalta oikealle. Kuten kuvasta 6 on nähtävissä, ortoosin kanssa varvastyönnössä ei tullut liiallista plantaarifleksiota. Sagittaalitasosta tarkastellessa myötäliikkeet yläraajoissa olivat symmetrisen näköisiä sekä ortoosin kanssa että ilman ortoosia, vaikkakin yläraajan liikkeet olivat hyvin vähäisiä. Asiakas 1:n ylävartalon kulma oli sama ortoosin kanssa ja ilman ortoosia. Hän katsoi kävellessä maahan.

Asiakas 1:n polvi ei suoristunut missään vaiheessa kävelyä. Videoita tarkastelemalla voitiin huomata, että asiakas 1 vaikutti saavan lähes kaiken voiman heilahdusvaiheeseen lonkan koukistajista, eikä nilkan plantaarifleksoreista ja polven ojentajista.



KUVA 6. Asiakas 1:n vasemman alaraajan varvastyöntö, vasemmalla puolella ilman ortoosia ja oikealla ortoosin kanssa (ortoosi vasemmassa alaraajassa)

Kuten kuvasta 7 on nähtävissä, asiakas 1:n keskitukivaiheessa heilahtavan jalan kulma oli hyvin erinäköinen ortoosin kanssa ja ilman. Vasemman alaraajan peroneusortoosi tuki heilahdusvaihetta ja nilkan asento näytti paremmalta kävelyä ajatellen.



KUVA 7. Asiakas 1:n vasemman alaraajan keskiheiladusvaihe, vasemmalla puolella ilman ortoosia ja oikealla ortoosin kanssa (ortoosi vasemmassa alaraajassa)

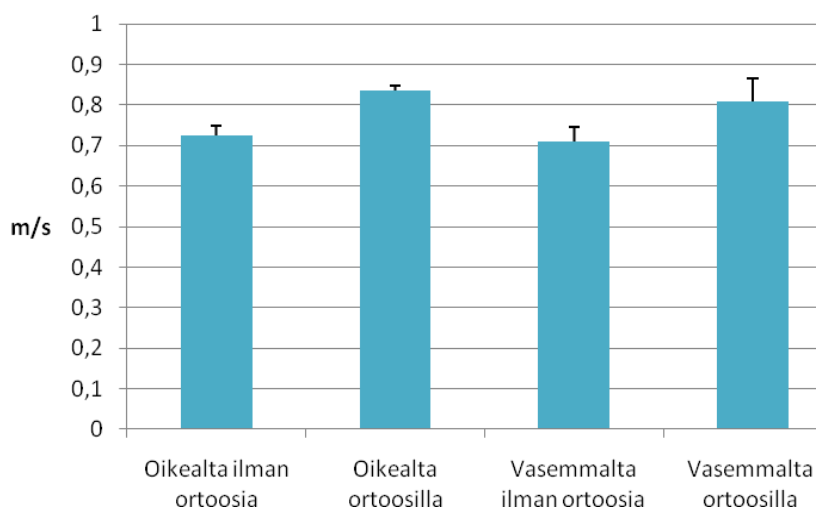
Frontaalitasosta analysoitaessa voitiin huomata, että tukivaiheessa asiakas 1:n vasen jalkaterä kääntyi enemmän ulkokiertoon ilman ortoosia kuin ortoosin kanssa. Ortoosin kanssa asiakas 1 otti askeleet enemmän peräkkäin, eli ilman

ortoosia hän tarvitsi suuremman tukipinta-alan kävelyn kaksoistukivaiheessa. Asiakas 1:llä oli ongelmia tasapainon kanssa myös kääntymisessä ilman ortoosia, sillä kääntyminen näytti huteralta. Asiakas 1:n polvilla oli selkeätä varuskulmaa, polvien kontrolli oli heikko eikä stabiliteetti pysynyt sivusuunnassa varsinkaan vasemmassa alaraajassa. Ortoosilla ei ollut vaikutusta tähän.

Lantion kahdeksikkoliike kävelyssä oli hyvin vähäistä. Oikea yläraaja oli kauempana vartalosta ilman ortoosia kävellessä, ja asiakas 1 tasapainotti kävelyä oikealla yläraajalla koko ajan. Koko ylävartalo oli kallistuneena oikealle, joka myös osaltaan vaikutti oikeaan yläraajaan. Ylävartalon sivutaivutus vaikutti tulevan selkärangasta, koska asiakkaaseen laitettut SIAS-merkit olivat samalla tasolla.

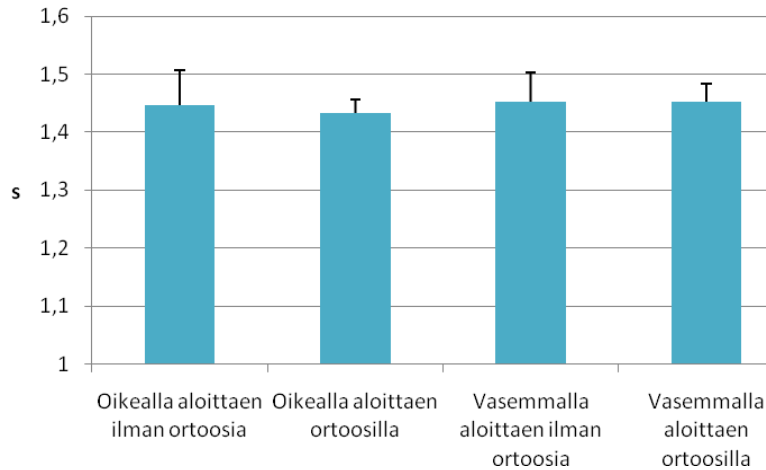
Asiakas 1 käveli suoraan ja vaivattoman näköisesti Sidas-painelevyn päälle. Hän käveli kuitenkin painelevyn astumisen jälkeen hyvin vahvasti vinoon itsestään oikealle. Asiakas 1 joutui tekemään muutaman uusintakävelyn, koska kaikki askeleet eivät osuneet kunnolla painelevyyn.

### 9.1.3 Asiakas 2:n tulokset



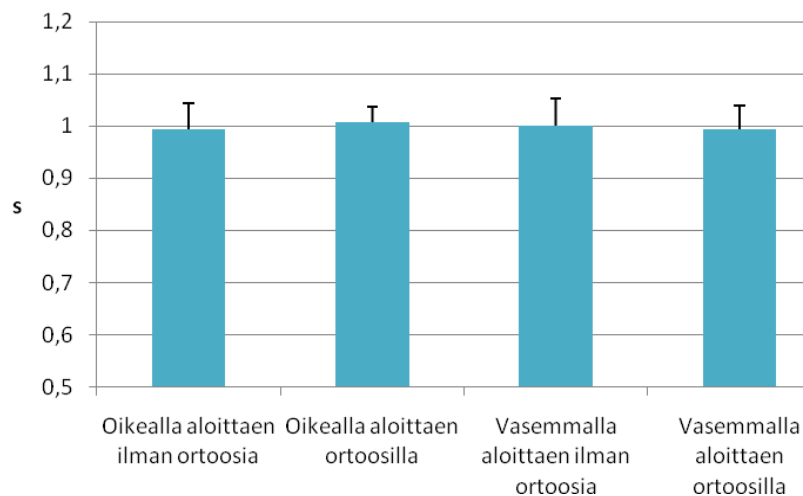
KUVIO 11. Asiakas 2:n kävelynopeudet metriä sekunnissa aloittaen kävely kamerasta katsottuna oikealta ja vasemmalta (musta pystyviiva kuvaa keskijajontaa)

Kuvio 11 näyttää asiakas 2:n kävelynopeudet. Asiakas 2:n kävelynopeus kasvoi selkeästi ortoosien kanssa, vaikka kävelynopeus pyydettiin pitämään mahdollisimman vakiona ortoosilla ja ilman.

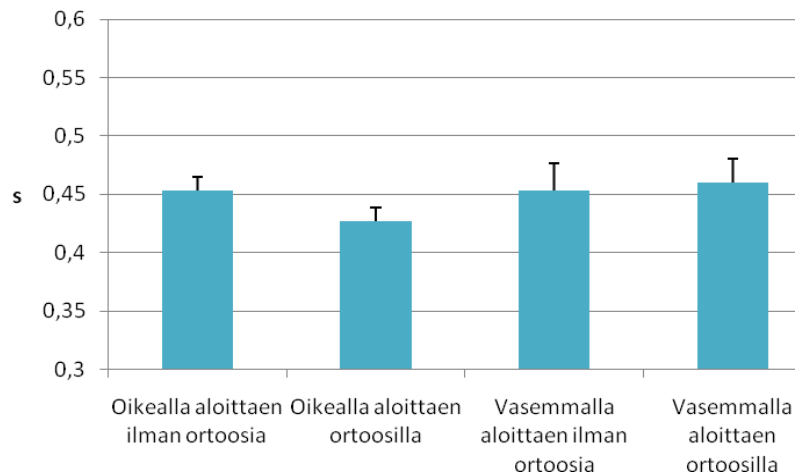


KUVIO 12. Asiakas 2:n kävelysykliä kestot sekunteina aloittaen oikealla ja vasemmalla alaraajalla (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

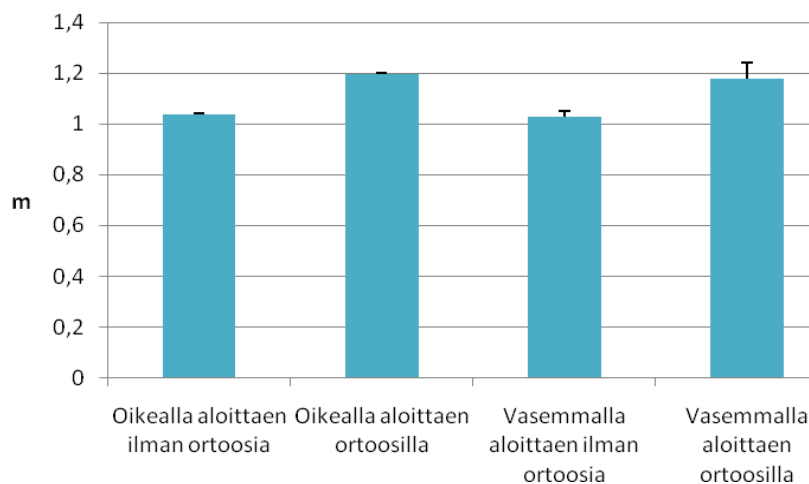
Kuviossa 12 on asiakas 2:n kävelysykliä kestot sekunteina. Asiakas 2:n syklien kesto vaihteli välillä 1,38–1,50 sekuntia. Ortoosien kanssa kävely ei muuttanut selkeästi kävelysykliä kestoja. Tuki- ja heilahdusvaiheiden kestot ovat kuvattuina asiakas 2:lla kuvioissa 13 ja 14. Asiakas 2:lla oli muutaman millisekunnin eroja eri kävelysykliä välillä.



KUVIO 13. Asiakas 2:n tukivaiheiden kestot sekunteina aloittaen oikealla ja vasemmalla alaraajalla (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

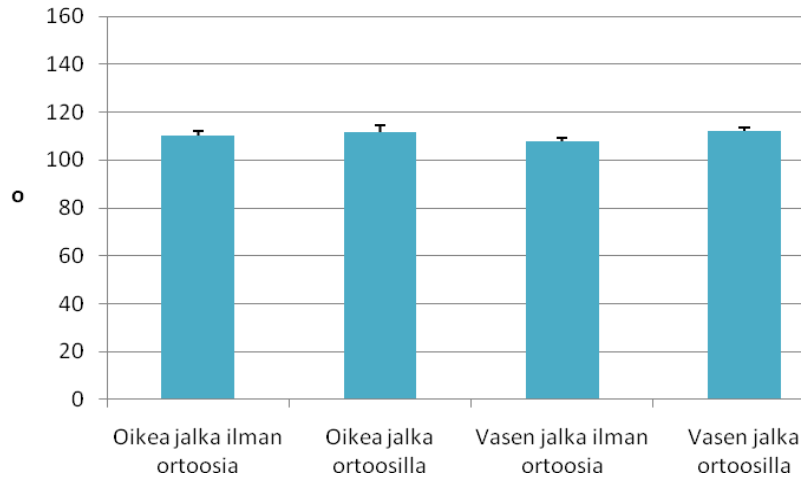


KUVIO 14. Asiakas 2:n heilahdusvaiheiden kestot sekunteina aloittaen oikealla ja vasemmalla alaraajalla (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)



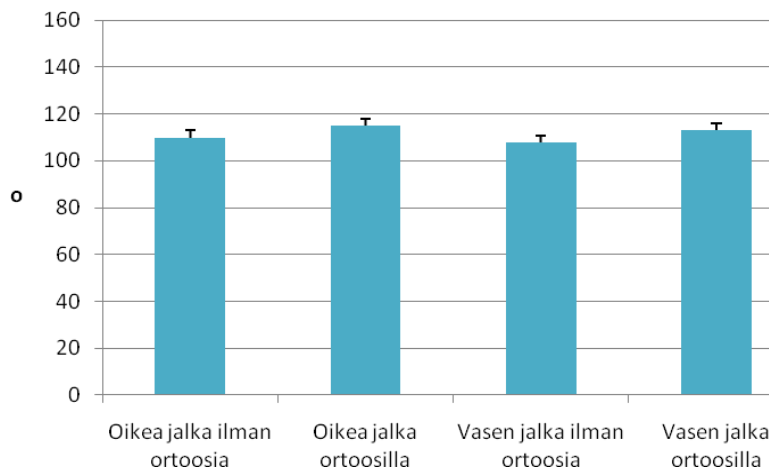
KUVIO 15. Asiakas 2:n askelparien pituudet metreinä aloittaen mittaaminen oikean ja vasemman jalan kantaiskusta (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

Kuvio 15 kuvaa asiakas 2:n askelparien pituutta metreinä ilmaistuna. Asiakas 2:n askelparien pituudet suurentuivat huomattavasti ortoosin kanssa. Ilman ortoosia askelparin pituus vaihteli välillä 1,01–1,05 metriä, kun taas ortoosin kanssa pituus vaihteli välillä 1,12–1,24 metriä.



KUVIO 16. Asiakas 2:n oikean ja vasemman nilkan kulmat asteina kantaiskuissa (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

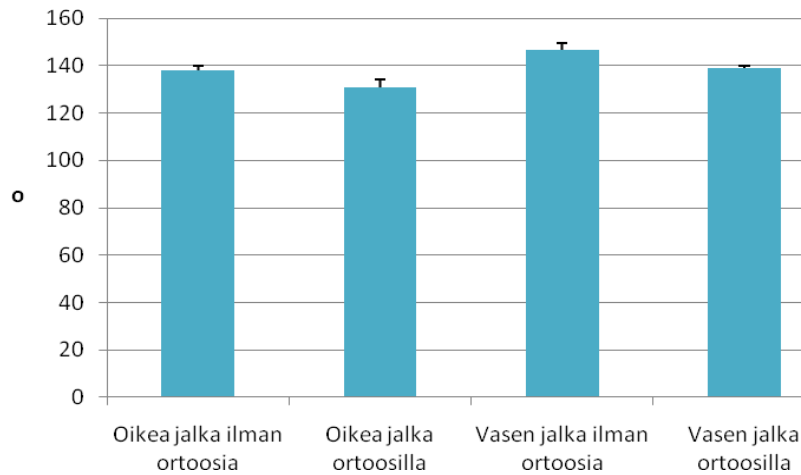
Kuviossa 16 on kuvattuna asiakas 2:n oikean ja vasemman nilkan kulmat kantaiskussa. Asiakas 2:lla keskiarvot on laskettu kuudesta eri suorituksesta. Asiakas 2:lla oli keskimääräisesti suurempi nilkan kulma ortoosia käytettäessä sekä oikeassa että vasemmassa nilkassa kuin ilman ortoosia. Asiakas 2:lla keskiarvot on laskettu kuudesta eri suorituksesta.



KUVIO 17. Asiakas 2:n oikean ja vasemman nilkan kulmat asteina varvastyönnoissä (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

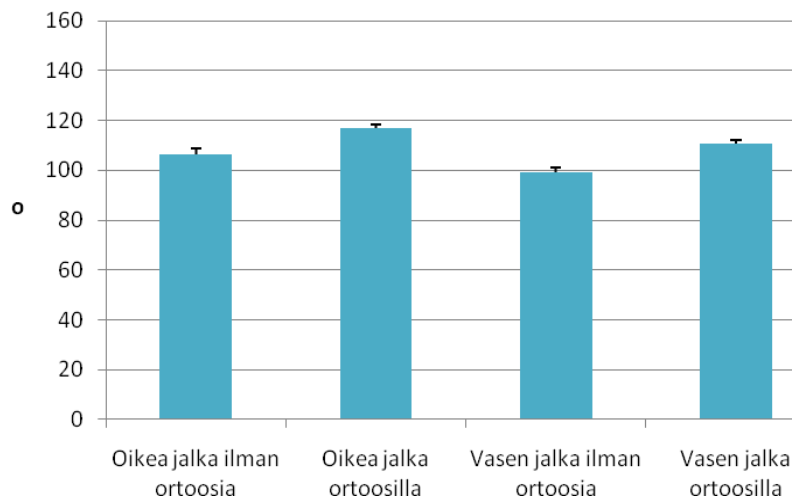
Kuvio 17 kuvaa asiakas 2:n oikean ja vasemman nilkan kulmia varvastyönnoissä. Asiakas 2:n mitatut nilkan kulmat suurenevat kummassakin alaraajassa ortoosin kanssa kävellessä.





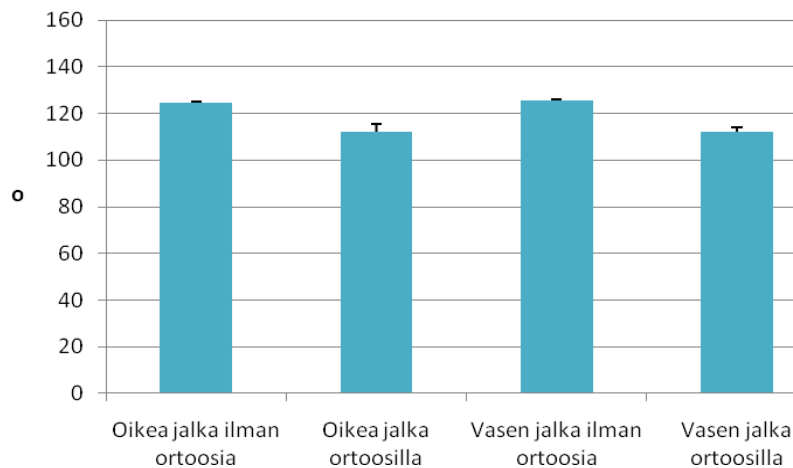
KUVIO 18. Asiakas 2:n oikean ja vasemman polven kulmat asteina varvastyönnoissä (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

Kuviossa 18 on nähtävissä asiakas 2:n polvien kulmat varvastyönnoissä. Asiakas 2:n polvikulmat pienentyivät eli polvinivelten fleksiot suurenivat ortoosien kanssa kävellessä verrattuna ilman ortoosia kävelyyn.



KUVIO 19. Asiakas 2:n oikean ja vasemman nilkan kulmat asteina keskitukivaiheissa (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

Kuvio 19 kuvaa asiakas 2:n heilahtavan alaraajan nilkan kulmaa keskitukivaiheessa. Asiakas 2:lla nilkkojen kulmat keskitukivaiheessa kasvoivat ortoosin kanssa kävellessä.



KUVIO 20. Asiakas 2:n oikean ja vasemman polven kulmat asteina keskitukivaiheissa (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

Kuviossa 20 on kuvattuna asiakas 2:n heilahtavan alaraajan polvinivelen kulma keskitukivaiheessa. Polvinivelen kulmat ovat pienentyneet asiakas 2:lla ortoosien kanssa kävellessä kummassakin alaraajassa keskitukivaiheessa.

#### 9.1.4 Asiakas 2:n kävelyn laadullinen analyysi

Asiakas 2:n videoita analysoitiin samankaltaisesti kuin asiakas 1:n. Kuvissa 8 ja 9 on vasemmalla kävelyn vaihe ilman ortoosia, ja oikealla sama kävelyn vaihe ortoosin kanssa. Kuvaan 8 ja 9 on lisätty kulmapiirros visuaalista havainnointia tukemaan. Kulmat eivät ole samat mitä työssä on aikaisemmin käytetty.

Asiakas 2:lla askel näytti pidemmältä ortoosien kanssa kuin ilman ortoosia. Myös Dartfishillä mitattaessa askelpituudet kasvoivat. Kantauskussa ortoosien kanssa nilkan dorsifleksio vaikutti olevan suurempi, kuten kuvasta 8 on nähtävissä. Ilman ortoosia kuormitusvaihe näytti tulevan nopeammin, kun ortoosi ei kontrolloinut nilkkaa.



KUVA 8. Asiakas 2:n oikean alaraajan kantaisku, vasemmalla ilman ortoosia ja oikealla ortoosin kanssa (ortoosit molemmissa alaraajoissa)

Asiakas 2:n varpaat näyttivät olevan kippurassa heilahdusvaiheessa, eli jalkaterä oli kupera niin että varpaat osoittivat kohti lattiaa. Tämä oli nähtävissä ainakin ilman ortoosia, mutta emme tiedä tapahtuiko sama myös ortoosin kanssa, koska asiakkaalla oli kengät jalassa. Ilman ortoosia asiakas 2:n varvastyöntö oli heikko, kuten kuvasta 9 nähdään. Koska asiakas 2 ei saanut voimaa varvastyöntöön ja heilahdusvaiheen aloittamiseen nilkan plantaarifleksioista, näytti että hän joutui tukeutumaan paljon kävelykepeihin varsinkin ilman ortooseja kävellessä.



KUVA 9. Asiakas 2:n vasemman alaraajan varvastyöntö, vasemmalla ilman ortoosia ja oikealla ortoosin kanssa (ortoosit molemmissa alaraajoissa)

Keskitukivaiheessa asiakas 2:n tukijalan polvinivelen kontrolli petti, mikä aiheutti tukijalan polvinivelen hyperekstension. Tätä tapahtui varsinkin vasemmassa polvinivelessä ja se on nähtävissä myös kantaiskussa (kuva 8). Ylävartalon asento oli sama ilman ortoosia ja ortoosin kanssa. Myös asiakas 2 katsoi vahvasti lattiaan kävellessään. Kävely vaikutti olevan sulavamman näköistä ortoosien kanssa, ilman ortooseja kävely oli katkonaisempaa.

Frontaalitasosta tarkastellessa asiakas 2 pyöräytti heilahdusvaiheen lopussa nilkan sisäkautta ympäri. Tämä tapahtui ortoosien kanssa ja ilman ortooseja. Jalkaterät olivat supinaatiossa koko heilahdusvaiheen ajan, ainakin ilman ortooseja. Kengät estivät näkemästä tapahtuuko tämä myös ortoosien kanssa. Tuki-vaiheessa jalkaterät olivat ulkokierrossa, enemmän ilman ortooseja kuin ortoosien kanssa kävelessä.

Asiakas 2:n lantio näytti olevan kontrolloidumpi ja lantion liike oli jatkuvampaa ortoosien kanssa. Ilman ortooseja asiakas 2:n lantio ”keikkui” sivusuunnassa ja lantion hallinta näytti pettävän. Kääntyminen oli kontrolloidumman näköistä ortoosien kanssa. Ilman ortooseja asiakas 2 horjahteli ja hän tukeutui enemmän kävelykepeihinsä. Kävelykepit olivat samalla etäisyydellä vartalosta ilman ortooseja ja ortoosien kanssa. Oikea kävelykeppi oli kuitenkin kauempana vartalosta kuin vasen kävelykeppi.

Sidas-painelevylle astuessa asiakas 2 näytti ottavan pidemmän askeleen verrattuna muihin askeliin ja hän joutui ottamaan sen enemmän sivulle päin, jotta sai sen kohdistettua painelevyyntä. Kävelykepit eivät saaneet osua Sidas-painelevyyntä, joten asiakas 2 joutui muokkaamaan ominaista kävelyään. Hän näytti myös joutuvan keskittymään kävelyynsä normaalia enemmän, kun askeleen piti osua mahdollisimman keskelle painelevyä.

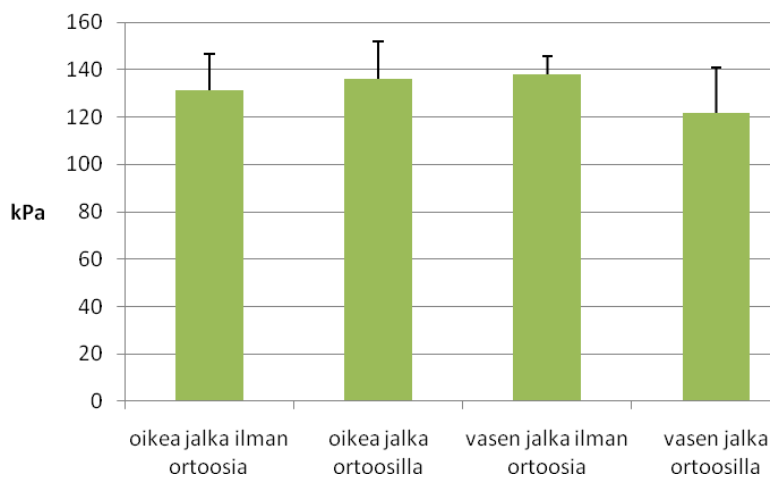
## 9.2 Jalkapohjan kuormittumisen mittaaminen Sidaksella

Jalkapohjan kuormittumisen ja kontaktin keston tulokset löytyvät liitteistä 5 ja 6. Työssä olevissa kuvioissa 21–24 on käytetty keskiarvoja sekä ne sisältävät kes-

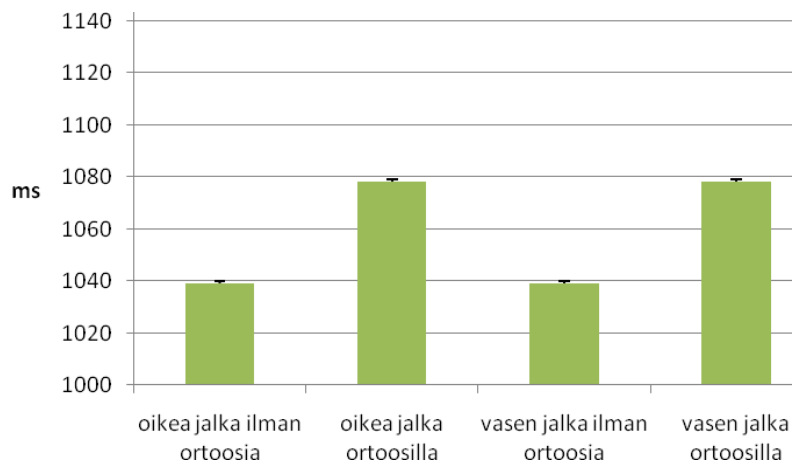
kihajontaviivat. Asiakas 1:llä ja 2:lla keskiarvot on laskettu kolmesta suorituksesta.

### 9.2.1 Asiakas 1:n tulokset

Kuviossa 21 on kuvattuna asiakas 1:n keskiarvot maksimikuormituksista tukivaiheen aikana. Asiakas 1:llä oli suuria eroja maksimikuormituksessa eri kävelyissä kummassakin alaraajassa, kuten keskihajontaviivoista voi huomata.



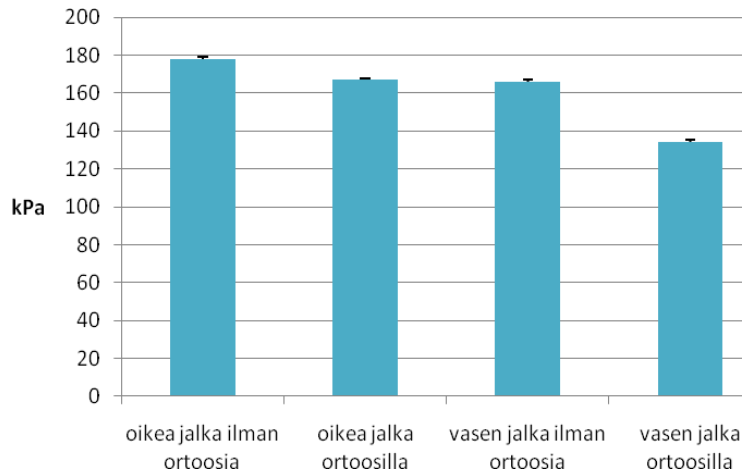
KUVIO 21. Asiakas 1:n oikean ja vasemman jalkapohjan maksimikuormitukset kilopascalaina (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)



KUVIO 22. Asiakas 1:n oikean ja vasemman jalan kontaktien kestot millisekunteina (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

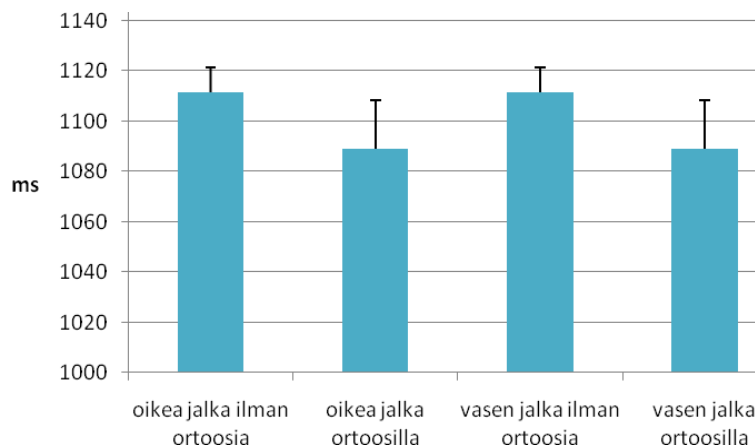
Kuviossa 22 on asiakas 1:n keskiarvot kontaktien kestoista millisekunteina kuvattuna. Kontaktin kesto asiakas 1:llä oli pidempi ortoosin kanssa kummassakin jalassa kuin ilman ortoosia kävellessä.

### 9.2.2 Asiakas 2:n tulokset



KUVIO 23. Asiakas 2:n oikean ja vasemman jalkapohjan maksimikuormitukset kilopascalaina (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

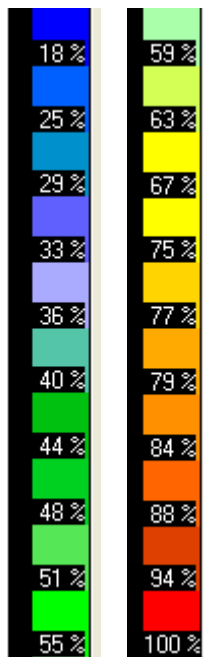
Kuviossa 23 on nähtävissä asiakas 2:n keskiarvot jalkapohjien maksimikuormituksista. Asiakas 2:lla maksimikuormitusvoimat vasemmassa jalassa ovat selkeästi pienemmät ortoosin kanssa kävellessä kuin ilman ortoosia. Oikeassa jalassa niin suurta eroa ei tuloksissa ollut huomattavissa.



KUVIO 24. Asiakas 2:n oikean ja vasemman jalan kontaktien kestot millisekunteina (musta pystyviiva kuvaa keskihajontaa)

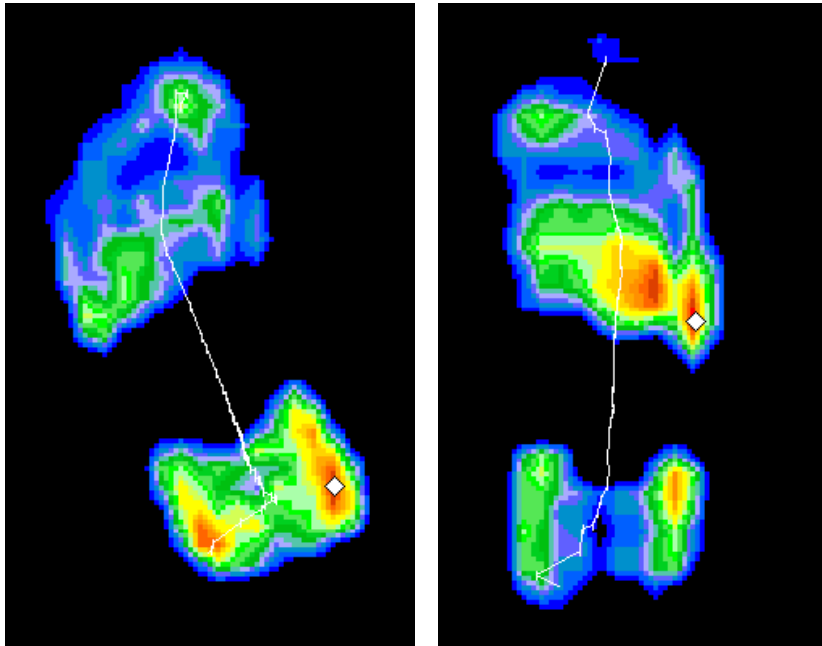
Asiakas 2:n Sidaksesta saadut kontaktin kesto tulokset ovat kaikki hyvin lähellä toisiaan. Tulokset vaihtelivat välillä 1067–1117 millisekuntia. Sekä ilman ortoosia että ortoosien kanssa vasemman ja oikean alaraajan kontaktien kestot olivat samat. Esimerkiksi ensimmäisissä ostoissa ilman ortoosia sekä vasemman että oikean alaraajan kontakti oli 1100 ms.

### 9.2.3 Asiakas 1:n Sidaksen laadullinen analyysi

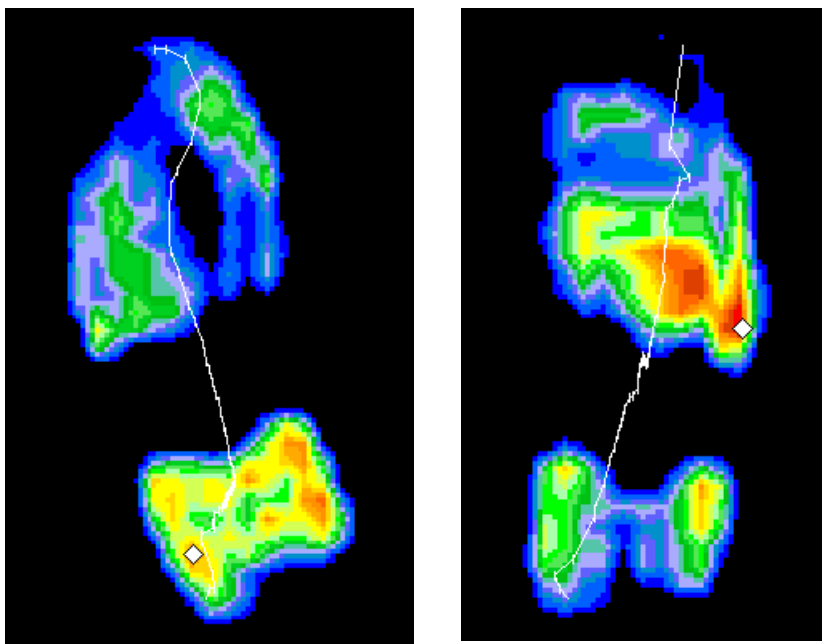


KUVA 10. Sidas-kuvien kuormittumisprosentit

Kuvissa 11 ja 12 on asiakas 1:n jalkapohjien kuormittumista kuvaavat kuvat. Kuvassa 10 on kerrottuna värien kuvaamat kuormittumisprosentit. Punainen väri kuvaa suurinta mahdollista kuormitusta ja tummansininen kuvaa pienintä kuormituksen määrää. Kuvissa on valkoisella viivalla kuvattuna painopistekäyrä, joka kertoo askeleen painopisteen muuttumisen tukivaiheen aikana. Valkoinen salmiakkikuvio kertoo kohdan, missä kuormittuminen on tukivaiheen aikana suurinta.



KUVA 11. Asiakas 1:n jalkapohjien kuormittuminen ilman ortoosia



KUVA 12. Asiakas 1:n jalkapohjien kuormittuminen ortoosin kanssa (ortoosi vasemmassa alaraajassa)

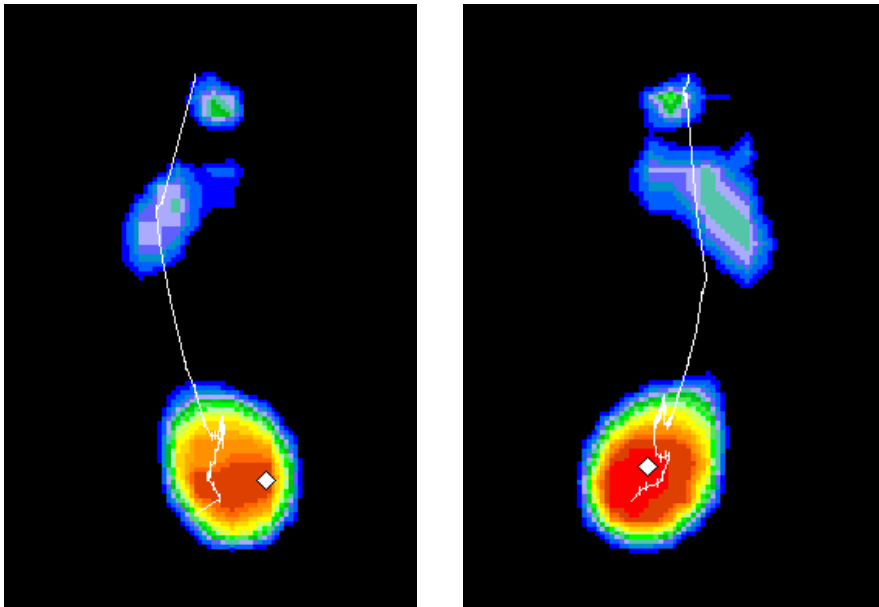
Asiakas 1:n oikean jalan askeleissa ei ollut suuria muutoksia ortoosin kanssa tai ilman kävellessä (kuvat 11 ja 12). Asiakas 1:n vasempaan kantapäähän kohdistuva paine keveni ortoosin kanssa kävellessä verrattuna ilman ortoosia kävelyyn. Asiakas 1:n jalkapohjan kuormittumisen jakautumisen kuvasta 11 voi nähdä kuinka eri tavalla asiakas 1 aloitti askeleensa oikealla ja vasemmalla



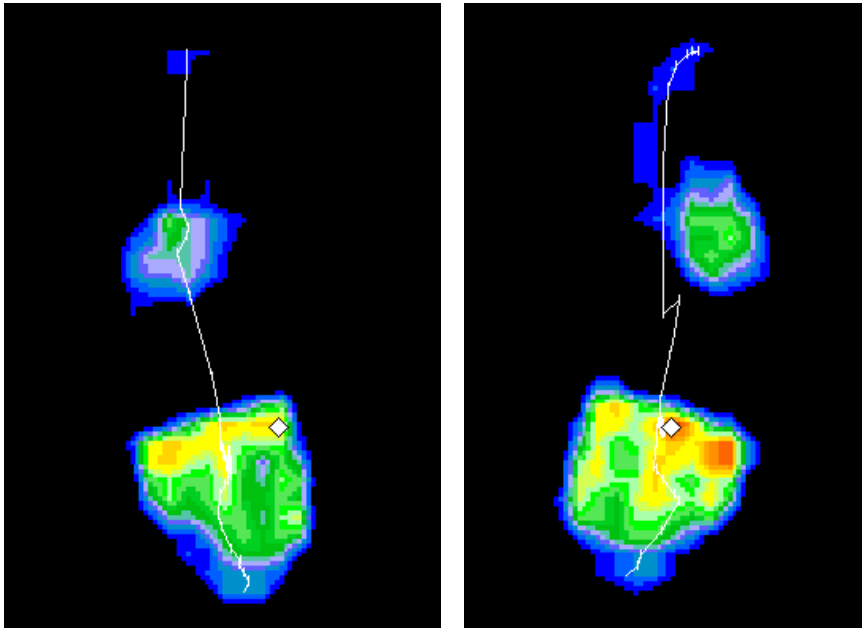
jalalla. Vasemmalla jalalla kuormittuminen alkoi kantapään lateraalireunalta, kun taas oikealla jalalla se alkoi kantapään mediaalireunasta. Vasemmassa jalassa suurin kuormittuminen tukivaiheen aikana tuli kantapään mediaalireunalle ja oikeassa jalassa jalkapohjan keskivaiheille aivan lateraaliseen reunaan. Paineen etenemistä kuvaava käyrä vastaa suhteellisen hyvin normaalia kuormittumisen etenemistä (kuva 5). Ortoosilla kävellessä kuormittumisen jakautumisessa ei tapahtunut suuria muutoksia. Vasemmassa jalkapohjassa suurin kuormittuminen siirtyi kantapohjan lateraalireunalle.

#### 9.2.4 Asiakas 2:n Sidaksen laadullinen analyysi

Asiakas 2:n Sidas- kuvista analysoitiin samoja asioita kuin asiakas 1:n kuvista. Kuvassa 13 on nähtävissä asiakas 2:n tukivaiheet ilman ortooseja, ja kuvassa 14 ortoosien kanssa kävellessä.



KUVA 13. Asiakas 2:n jalkapohjien kuormittuminen ilman ortooseja



KUVA 14. Asiakas 2:n jalkapohjien kuormittuminen ortoosien kanssa (ortoosit molemmissa alaraajoissa)

Ilman ortooseja kävellessä asiakas 2:n jalkapohjasta kuormittuivat selvästi eniten kantapohjat. Vasemmassa jalkapohjassa kuormittuminen alkoi kantapohjan lateraalireunalta ja suurin kuormittumisen kohta tukivaiheessa oli kantapohjan mediaalireunalla. Oikeassa jalkapohjassa kuormittuminen alkoi ja suurin kuormittumisen paikka oli keskellä kantapäätä. Asiakas 2 ei siis aloittanut askelta kantapään takareunalla. Alkua lukuun ottamatta kuormittuminen eteni lähes normaalin lailla (kuva 5). Vasemmassa jalkapohjassa suurin kuormittumiskohta oli mediaalireunassa hieman kantapohjan keskiväliä alempana, kun taas oikeassa jalassa kohta oli lähes samalla korkeudella, mutta keskempänä kantapohjaa.

Ortoosien kanssa kävellessä asiakas 2:lla paine keveni huomattavasti kantapäiltä. Kuormittumista kuvaava viiva kulki lähes samalla tavalla, kuin ilman ortooseja kävellessä. Suurin kuormittumiskohta oli vasemmassa jalassa kantapohjan ylämediaalireunassa ja oikeassa jalassa lähes samalla korkeudella mutta kantapohjan keskellä. Kuvat eivät kuitenkaan ole täysin vertailukelpoisia, sillä kävellessä ortoosien kanssa asiakas 2:lla oli kengät jalassa ja ilman ortooseja hän käveli sukkasiltaan.

## 10 POHDINTA

### 10.1 Tulosten pohdinta

Perryn & Burnfieldin (2010) mukaan miesten normaali kävelynopeus on 86 metriä minuutissa eli 5,16 kilometriä tunnissa. Sekä asiakas 1 että asiakas 2 kävelivät huomattavasti tätä hitaammin. Tämä voi johtua peroneusvamman aiheuttamista rajoituksista sekä mittaustilan pienuudesta, joka esti kiihdyttämisen täysin normaaliin kävelynopeuteen. Myös kuvaustilanteen jännitys on saattanut muokata kävelynopeutta.

Asiakas 1:llä kävelynopeus pysyi lähes samana ortoosien kanssa ja ilman ortooseja kävellessä. Asiakas 2:n kävelynopeus kasvoi selkeästi ortoosien kanssa verrattuna ilman ortooseja kävelyyn. Tähän on voinut vaikuttaa se, että ortoosien kanssa asiakkaalla oli kengät jalassa ja ilman ortooseja asiakas 2 käveli sukkasillaan. Tämä on voinut aiheuttaa liukastumisen pelkoa ja asiakas käveli huomaamattaan hitaammin ilman ortooseja.

Asiakas 2:n kävelynopeuden kasvamiseen saattoi vaikuttaa myös askeleiden pituuden kasvaminen. Asiakas 2:n kävelysyklin kesto ei muuttunut huomattavasti ortoosin kanssa kävellessä verrattuna ilman ortoosia kävelyyn, joten tuloksista voi päätellä että asiakas 2 otti samassa ajassa pidempiä askeleita, joka puolestaan kasvatti kävelynopeutta. Vasemman ja oikean alaraajan askeleiden välillä ei ole suurta eroa, mikä johtuu todennäköisesti siitä että asiakkaalla on kummassakin alaraajassa ortoosi.

Normaalissa kävelyssä tukivaiheen tulisi kestää noin 60 prosenttia ja heilahdusvaiheen noin 40 prosenttia koko askeleen kestosta (Magee 2008, 941–943). Kummallakin asiakkaalle tukivaihe kesti noin 70 prosenttia koko kävelysyylistä ja heilahdusvaihe noin 30 prosenttia koko kävelysyklin kestosta. Vaiheiden kestot pysyivät lähes samana sekä ortoosien kanssa että ilman. Tämä voi johtua siitä, että kumpikin asiakas tarvitsee enemmän tukea kävelyynsä eivätkä he pysty ylläpitämään heilahdusvaihetta tarpeeksi pitkään peroneusvaurion aiheuttaman vamman vuoksi.

Miesten askelparin keskimääräinen pituus on noin 1,46 metriä (Perry & Burnfield 2010, 472.) Sekä asiakas 1:llä että asiakas 2:lla askelpituus ortoosin kanssa jää noin 20 senttimetriä normaalista askelpituudesta. Askelpituudet lyhentyivät asiakas 1:llä ortoosin kanssa kävellessä. Kuitenkin keskimääräiset askelparien pituudet olivat hyvin lähellä toisiaan. Kuten aikaisemmin jo mainittiin, asiakas 2:lla askelpituus kasvoi huomattavasti ortoosien kanssa kävellessä verrattuna ilman ortoosia kävelyyn. Tämä johtuu varmasti osittain siitä, että peroneusortoosit tukevat nilkkoja koko kävelysyklin ajan ja mahdollistavat paremman varvastyön, jonka avulla asiakas 2 sai enemmän voimaa heilahdusvaiheeseen ja siten lisää pituutta askeliinsa.

Muun muassa Pavlik (2008), Lehmann ym. (1987) ja Hachisuka ym. (2007) ovat saaneet tutkimuksissaan tulokseksi että ortoosi kasvattaa kävelynopeutta ja askelpituutta, joten tässä opinnäytetyössä saadut tulokset ovat samansuuntaisia kuin heidän tutkimustuloksensa.

Kantaiskussa asiakas 1:n tuloksissa on nähtävillä, että ortoosi pienensi nilkan kulmaa vasemmassa alaraajassa. Asiakas 1:llä on vasemmassa alaraajassa riippunilkka, joten ortoosi muutti nilkan asennon paremmaksi kävelyä ajatellen. Asiakas 1:n matala kantaisku muuttui ortoosin kanssa selkeämmäksi eikä jalkaterä ollut kantaiskussa yhtä lähellä maata ja siten lyhentänyt kuormitusvaihetta.

Asiakas 2:lla nilkkojen kulmat kantaiskussa kasvoivat ortoosin kanssa. Nilkan kulman kasvamiseen kantaiskussa voi olla monta syytä, joista yksi varmasti on sukasiltaan kävely ilman ortoosia kävellessä. Kengissä lateraalisen malleolin merkit olivat mahdollisesti eri kohdassa kuin sukissa, joka saattoi muuttaa nilkan kulmatuloksia.

Varvastyönnessä asiakas 1:n vasemman nilkan kulmat pienenevät huomattavasti. Tämä johtuu siitä, että ortoosi tukee nilkan asentoa varvastyönnessä eikä mahdollista riippunilkkaa. Asiakas 1:llä ortoosi on vain vasemmassa alaraajassa, joten oikean nilkan muutosten tarkastelu ei ollut olennaista. Laadullisessa analyysissä oli nähtävissä, kuinka varvastyönnessä asiakas 1:n nilkka oli ilman ortoosia liiallisessa plantaarifleksiossa, jolloin hän ei saanut varvastyönestä

voimaa tehokkaaseen heilahdusvaiheen aloittamiseen. Ortoosin kanssa varvastyöntö näytti paljon tehokkaammalta.

Asiakas 1:llä vasemman polven kulmat kasvoivat varvastyönnoissä. Tämä on yhteydessä nilkan kulman pienenemiseen varvastyönnoissä ortoosin kanssa. Ilman ortoosia asiakas 1:n tarvitsee fleksoida polvea enemmän, jotta varpaat irtoaisivat maasta ja heilahdusvaihe voisi alkaa. Ortoosin kanssa polven fleksoreiden ei tarvitse kompensoida riippunilkkää, koska ortoosi mahdollistaa optimaalisemman varvastyönnon eikä nilkkaan tule liian suurta plantaarifleksiota, ja tästä johtuen polvikulma on suurempi.

Asiakas 1:n polvet eivät suoristuneet missään vaiheessa kävelysykliä täysin suoraksi. Asiakas 1:n alaraajoissa on selvästi polion aiheuttamia muutoksia, jotka estävät polvinivelen optimaalisen toiminnan. Polvinivelen toimintaan saattoi vaikuttaa myös asiakas 1:llä oleva polven nivelrikko. Asiakas 1:n alaraajojen lihakset vaikuttivat heikoilta, joka on yksi polion pitkäaikaisista jälkiseuraamuksista.

Asiakas 2:lla oikean ja vasemman nilkan kulmat suurenivat varvastyönnoissä ortoosien kanssa kävellessä. Tämä johtui varmasti osaksi kengistä joita hän käytti ortoosien kanssa kävellessä, mutta suurin syy oli todennäköisesti ortoosien tuki varvastyönnoissä. Asiakas 2:n peroneusvamman aiheuttaa eniten haittaa nilkan plantaarifleksiossa, joten nilkoissa ei ollut voimaa tehdä tehokasta varvastyöntöä. Ortoosien kanssa varvastyöntö ei jäänyt vajavaiseksi, jolloin myös nilkka meni enemmän plantaarifleksioon ja nilkkakulma kasvoi.

Asiakas 2:n polvinivelten fleksiot suurenivat varvastyönnoissä. Asiakas 2:lla ei ole voimaa nilkan plantaarifleksoreissa, joten hän ei saanut ilman ortooseja työnnettyä varvastyöntöön voimaa, vaan joutui ”laahaamaan” alaraajoja hyvin pienessä polvinivelten fleksiossa. Ortoosit auttavat varvastyönnoissä, joten se aiheutti samalla myös polvinivelen fleksion suurenemisen kun kantapää nousi varvastyönnoissä ylemmäs.

Keskitukivaiheessa asiakas 1:n vasemman nilkan kulmat pienenevät huomattavasti. Ortoosi ei mahdollista riippunilkkää, joten heilahdusvaiheessa olevan

alaraajan nilkan asento oli parempi eikä jalkaterä ollut lähellä osua maahan. Ortoosilla pyritään vaikuttamaan eniten heilahtavan alaraajan nilkan asentoon keskitukivaiheessa, joten tuloksemme vahvistavat ortoosin vaikutuksen keskitukivaiheeseen.

Keskitukivaiheessa asiakas 2:n heilahtavan alaraajan nilkkakulmat kasvoivat ortoosien kanssa kävellessä. Asiakas 2:lla nilkan dorsifleksiossa ei ole suuria ongelmia, joten ortoosit eivät muuttaneet tuloksia suuresti. Vaikka asteluvut olivat huomattavasti suurempia ortoosien kanssa mitattuna, tämä saattoi johtua kenkien käytöstä mittaustilanteessa, merkkien paikoista kengissä ja sukissa ja niiden aiheuttamista eroista. Keskitukivaiheessa heilahtavan alaraajan polven kulmat pienenivät eli fleksio kasvoi. Tähän voi olla monia syitä, joista yksi on todennäköisesti kenkien koko, joka vaati polven suurempaa fleksiota heilahdusvaiheen suorittamiseksi ilman lattiakosketusta.

Asiakas 1:llä ortoosilla oli positiivista vaikutusta varsinkin kantaiskuun sekä heilahdusvaiheeseen. Gök ym. (2003) saivat tutkimuksissaan samansuuntaisia tuloksia, että ortoosin käytöllä nilkan dorsifleksio kantaiskussa ja keskitukivaiheessa heilahtavassa alaraajassa kasvaa.

Kävellessä asiakas 2:n oikea kävelykeppi oli kauempana vartalosta kuin vasen. Tämä saattoi johtua joko tottumuksesta tai siitä, että asiakas tarvitsi enemmän tukea oikealla puolella kehoa.

Sidas-painelevymittauksissa asiakas 1:llä oli suuria eroja maksimikuormituksissa. Tuloksista ei voi suoraan vetää johtopäätöksiä vaikuttaako ortoosi jalkapohjan maksimikuormitukseen. Tuloksista voi päätellä asiakas 1:n kävelyn olevan mahdollisesti epäsymmetristä, joka voi johtua monesta eri tekijästä. Polion aiheuttamien kävelyongelmien lisäksi epäsymmetria kävelyssä saattoi johtua itse tutkimustilanteesta.

Sidas-painelevy sijaitsi näkyvässä olevalla paikalla ja asiakkaan askeleen piti osua painelevyn keskelle, jotta sensorit havaitsivat kontaktin optimaalisesti. Kävely ei välttämättä tämän takia ollut asiakkaalle ominaista, koska hänen piti tähdätä painelevylle ja siksi keskittyä kävelyynsä epätavallisen paljon. Hän on

mahdollisesti joutunut muuttamaan askelpituuttaan ja kävelynopeuttaan. Laadullisessa analyysissä oli nähtävissä, kuinka asiakas 1 käveli Sidas-painelevylle suoraan, mutta levyllä astumisen jälkeen hyvin vahvasti vinoon itsestään oikealle. Tämä voi johtua pienestä tasapainon menetyksestä, koska painelevyn päälle kävellessä asiakkaan piti keskittyä astumaan keskelle painelevyä. Tämä on myös voinut osaltaan vaikuttaa painelevyn tuloksiin.

Sidas-painelevymittauksissa asiakas 2:n maksimikuormitusvoimat olivat vasemmassa alaraajassa selkeästi pienemmät ortoosin kanssa kuin ilman. Tulos on mielenkiintoinen, sillä asiakas 2:lla on molemmissa alaraajoissa ortoosi, mutta ero oli huomattavissa vain vasemmalla puolella. Tämä saattoi johtua siitä, että asiakas 2 käyttää kävelyn apuvälineenä kävelykeppejä ja hän joutui astuessaan Sidas-painelevylle muuttamaan kävelyään ja ottamaan sivuaskelen levyllä ettei kävelykeppi osu siihen. Toisaalta kuormituksia ei pysty täysin luotettavasti vertaamaan, sillä asiakas 2 käveli ilman ortoosia sukilla ja ortoosien kanssa kengillä.

Asiakas 1:llä Sidas-painelevyllä mitattaessa kontaktin kesto kasvoi ortoosin kanssa. Tämä voi johtua siitä, että ortoosia käytettäessä asiakkaalla oli varmempi olo kävelystä painelevylle eikä hän joutunut niin paljon miettimään askeleitaan, joten kontakti kesti pidempään. Asiakas 2:lla kontaktin kesto Sidas-painelevyllä mitattaessa oli täysin sama sekä ortoosien kanssa että ilman.

Opinnäytetyön tuloksien perusteella voidaan päätellä, että ortooseilla on vaikutusta moneen kävelyn eri osa-alueeseen. Vaikutukset ovat kuitenkin riippuvaisia siitä, miten peroneusongelma on syntynyt ja miten se asiakkaan kävelyyn vaikuttaa. Kummallakin asiakkaalla peroneusortoosit vaikuttivat heidän kävelyynsä eri tavalla. Numeraalisissa tuloksissa kaikki muutokset eivät olleet selkeitä, eikä selkeitä johtopäätöksiä pystytty kaikista mittauksista tekemään.

Laadullisessa analyysissä ortoosien vaikutukset kävelyyn olivat helpommin nähtävissä, vaikka tulokset eivät välttämättä numeraalisesti välittyneetkään. Asiakkaiden kävely näytti paljon varmemmalta ja tukevammalta, ja kävelyn laatu parani. Alkuhaastattelussa molemmat asiakkaat kertoivat ortoosien

tuovan varmuutta heidän kävelyynsä ja tämä on myös havaittavissa laadullisessa analyysissä.

Jalkapohjan kuormittumisen mittaustulosten perusteella ortooseilla on vaikutusta jalkapohjan huippukuormituksen pienentymiseen. Myös Sidaspainelevyn avulla saatujen kuvien perusteella ortoosi tasaa kuormitusta jalkapohjassa, eikä vain yksi kohta jalkapohjasta pääse kuormittumaan ylivoimaisesti.

## 10.2 Dartfishin käytettävyys

Meillä ei ole aikaisempaa kokemusta vastaavanlaisista ohjelmistoista, joten Dartfishin käytön opettelu oli haastavaa ja aikaavievää. Dartfishin internet-sivuilta sai kuitenkin hyvät ja selkeät ohjeet ohjelmiston ominaisuuksien käyttämiseen.

Ohjelmiston käytössä huomasimme muutamia ongelmakohtia. Analysoimme jokaista videonpätkää erikseen, joten esimerkiksi metrin matkan jouduimme määrittämään uudelleen jokaiseen videoon, joka vähentää vertailun luotettavuutta ja hidastaa analysointia. Jos videoista haluaa analysoida montaa asiaa kerralla, kuvasta tulee usein sotkuinen. Analyysiä helpottaisi ohjelmisto, jossa tietyt Dartfishillä tehdyt merkit liikkuisivat videokuvan mukana kehon markkereissa, eikä niitä tarvitsisi piirtää uudestaan joka kuvan liikutuksen yhteydessä.

Dartfish-ohjelmistossa on runsaasti hyviä ominaisuuksia, kuten kulmatyökalut, jotka ovat tarkkoja ja hyviä. Myös muiden työkalujen käytettävyys on helppoa ja vaivatonta. Analysointia ja vertailua helpottaa Dartfishin toiminto, jossa saa videopätkiä vierekkäin ja päällekkäin jopa neljä kappaletta. Tämä auttaa fysioterapeuttia visuaalisessa havainnoinnissa ja voi myös antaa asiakkaalle palautetta suorituksesta.

Videoiden tiettyjen kohtien synkronointi on helppoa ja videoille pystyy tallentamaan tärkeimpiä avainkohtia, muun muassa tärkeimmistä



kävelyvaiheista. Avainkohtia hyväksi käyttäen oli helpompi palata tarvittaessa analysoimaan tiettyjä videon tallennettuja kohtia. Analysoinnissa pystyi säätämään toistonopeutta hyvin tarkasti, jonka avulla analysoinnista saa ajallisesti tarkkaa.

Dartfish on monipuolinen ohjelma, joten uskomme, että sitä voi hyödyntää monin tavoin apuvälinetarpeen arvioinnissa. Työssämme emme kuitenkaan päässeet hyödyntämään kaikkia Dartfish-ohjelmiston tarjoamia mahdollisuuksia, koska opinnäytetyöstämme olisi tullut aivan liian laaja. Ohjelmiston hyödyntäminen käytännön työssä vaatisi vielä enemmän ohjelmaan perehtymistä ja harjoittelua.

Fysioterapeuttiseen analysointiin koemme ohjelmiston olevan hyödyllinen, koska sillä pystyy hidastamaan videokuvaa, mikä helpottaa fysioterapeuttia näkemään tarvittavia asioita. Ohjelmistolla saa myös tieteellistä pohjaa lukujen muodossa, muun muassa nivelkulmista ja askelpituuksista, visuaalisten havaintojen vahvistamiseksi. Ohjelmaa on nopeaa ja vaivatonta käyttää, kun perustoiminnot on opeteltu hyvin.

### 10.3 Eettisyys

Opinnäytetyön tutkimusjoukossa oli vain kaksi henkilöä. Tästä johtuen opinnäytetyön tuloksia analysoinnissa ja raporttia kirjoitoituksessa piti varmistua siitä, ettei kummankaan asiakkaan henkilökohtaisia tietoja näy tekstissä. Kirjoittaessa pyrittiin kiinnittämään tähän erityisen paljon huomiota. Asiakkaan saapuessa tapaamisiin hänelle kerrottiin aina ensin opinnäytetyön tavoitteesta ja tarkoituksesta, ja heille annettiin suostumuslomake allekirjoitettavaksi, josta ilmeni kaikki edellä mainitut asiat. Lupalomakkeessa saatiin myös asiakkaan suostumus hänestä saatujen tietojen käyttämiseen opinnäytetyössä. Opinnäytetyöhön osallistuminen oli vapaaehtoista.

Asiakkaiden peroneusvamman aiheuttajia kuvatessa pyrittiin ilmaisemaan asia niin, ettei niistä pysty päättämään kuka on kyseessä. Opinnäytetyössä ei mainita missään asiayhteydessä asiakkaiden nimiä tai muita henkilökohtaisia

tietoja. Opinnäytetyössä käytetään asiakkaan videointitilanteissa saatuja kuvia, mutta huolehtien siitä, ettei asiakkaan henkilöllisyyttä tule kuvissa ilmi. Opinnäytetyön valmistuessa kaikki materiaalit tuhotaan, joista käy ilmi asiakkaiden henkilöllisyys- tai muut yhteystiedot.

#### 10.4 Mitä tekisimme toisin

Vaikka yritimme olla erittäin tarkkoja kuvaustilanteissa, analysointivaiheessa huomasimme, että meiltä on kadonnut tai jäänyt ottamatta osa videoista. Kaikki kadonneet videot olivat asiakas 1:n kolmansia ottoja vasemmalta sekä oikealta ja edestäpäin kävellessä. Reliabiliteetin kannalta oli huono, että yhdet otot puuttuivat kokonaan. Päädyimme kuitenkin ajanpuutteen ja datan suuren määrän vuoksi tekemään analysoinnin asiakas 1:lle kahta ottoa käyttäen.

Kuvaustilanteet olimme pohtineet tarkasti läpi ennen asiakkaiden saapumista, mutta silti jännityksen ja kokemattomuuden vuoksi kohtasimme erilaisia ongelmia kuvaustilanteissa. Kuvaustilanteiden jälkeen olimme tyytyväisiä aikaansaamiimme videoihin, mutta huomasimme niiden puutteet vasta analysoinnin alkaessa ja edetessä.

Käyttämämme kamera oli HD-laatuinen, mutta kamera olisi saanut olla vieläkin tarkempi analysointia varten. Tietokoneen ruudulla videokuva oli paikoitellen hieman epäselvä, ja se vaikeutti analysointia varsinkin lähitarkennuskuvissa. Videokameran kovalta huomasimme myös, kuinka lattiassa ja vaatteissa käyttämiemme merkkien olisi pitänyt olla vieläkin selkeämmin erottuvan värisiä. Lattian mustat merkkiteipit sekoittuivat usein mustiin kenkiin ja valkoiset teipit nivelten kohdalla uhkasivat kadota vaatetuksen sekaan.

Asiakas 2:n tulosten analyysia vaikeutti ja reliabiliteettia heikensi se, että asiakas 2:lla oli ortoosin kanssa kuvattaessa kengät jalassa ja ilman ortoosia kuvattaessa vain sukat jalassa. Tämä johtui siitä, että ortoosija oli vaikea saada pois kengistä. Tästä johtuen tulokset ilman ortoosia ja ortoosin kanssa eivät ole täysin vertailukelpoisia keskenään. Esimerkiksi nivelkulmien mittaustilanteissa oli silmämääräisesti helppo huomata laadullinen ero ortoosien kanssa kävellessä

verrattuna ilman ortooseja kävelyyn, mutta Dartfishillä mitatuissa kulmissa ei suuria eroja löytynyt. Myös asiakas 2:n käyttämät kävelykepit hankaloittivat luotettavan analyysin tekoa oikealta puolelta kuvattaessa, koska kävelykepit peitivät trochanter majorin merkin polvinivelen kulmia mitattaessa.

Jos kuvaisimme tilanteet uudestaan, informoisimme asiakkaita vaatetuksesta etukäteen. Asiakkaat tulivat Respecta Oy:n puolesta, joten emme itse olleet asiakkaihin yhteydessä ennen kuvaustilanteita. Esimerkiksi pitkät trikoohousut vaikeuttivat asiakas 2:n polvinivelen liikkeen täydellistä näkemistä. Emme myöskään voineet olla varmoja, etteivätkö merkit liikkuisi vaatteiden mukana.

## 11 JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET

Asiakas 1:llä vasemman alaraajan peroneusortoosilla oli vaikutusta erityisesti keskitukivaiheessa heilahtavaan alaraajaan sekä varvastyöntöön ja kanta-iskuun. Keskitukivaiheessa ortoosi tuki heilahtavan alaraajan nilkkaa dorsifleksioon, jolloin nilkka ei päässyt roikkumaan ja tätä kautta ortoosi mahdollisti myös selkeämmän kanta-iskuun. Tulokset ovat samansuuntaisia aikaisempien tutkimusten tulosten kanssa, kuten pohdinnassa on mainittu.

Asiakas 2:lla tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia keskenään, sillä kävelyt ortoosin kanssa tehtiin kengät jalassa ja ilman ortoosia sukat jalassa. Kuitenkin ortoosi vaikutti asiakas 2:lla erityisesti askelpituuteen ja sitä myötä myös kävelynopeuteen. Ortoosit vaikuttivat myös asiakas 2:n nilkan asentoon varvastyönössä, koska ortoosi tuki nilkan heikkoja plantaarifleksoreita ja mahdollistivat optimaalisemman heilahdusvaiheen aloittamisen.

Näin pienellä tutkimusjoukolla mitä tässä opinnäytetyössä oli, ei yleistettäviä johtopäätöksiä pysty tekemään. Asiakkaiden peroneusvaurion syntymekanismit ja siitä aiheutuneet ongelmat kävelyssä ovat erilaisia, joten asiakkaiden tuloksia ei pysty vertailemaan keskenään. Opinnäytetyön tuloksien perusteella voidaan silti tehdä johtopäätös, että ortooseilla on vaikutusta moneen kävelyn eri osaluueeseen ainakin opinnäytetyössä mukana olleilla asiakkailla. Suurin osa liikeanalyysin tuloksista kertoo, että ortoosi parantaa kävelyn eri osa-alueita ja sitä kautta myös kävelyn laatua. Molempien asiakkaiden laadullisessa analyysissä kävely näytti huomattavasti tukevammalta ja varmemmalta ortoosin kanssa. Tärkeää on myös, että asiakkaat itse kokevat saavansa ortooseista suuren avun kävelyynsä.

Haasteeksi tässä opinnäytetyössä ilmeni työn rajaus. Vaikka asiakkaita oli vain kaksi, oli videomateriaalia todella paljon ja Dartfish-ohjelmiston avulla olisi pystynyt analysoimaan lukemattomia asioita. Tämän takia päätimme keskittyä vain lähinnä nilkka- ja polviniveleen kävelyn eri vaiheissa. Opinnäytetyöstä olisi voinut saada luotettavamman, jos pohdinnassa mietittyjä parannusehdotuksia

olisi mietitty jo ennen työn toteutusta. Haasteita työssä aiheutti myös tekijöiden ajan yhteensovittaminen ja kummankin tekijän ulkomaanvaihto eri maissa.

Työ oli kaikesta huolimatta erittäin opettavainen ja yhteistyö tekijöiden sekä yhteistyökumppanin kesken toimi mainiosti. Opimme työstä tarkkaavaisempaa kävelyn analysoimista sekä tekniikan hyödyntämistä fysioterapiassa. Virheiden kautta opimme myös paljon, sillä jatkossa osaamme ottaa luotettavuuteen vaikuttavia asioita paremmin huomioon. Uskomme myös, että osaamme ottaa tulevaisuudessa työpaikoissamme tekniikkaa enemmän mukaan työhömmemme, jotta saamme tieteellistä pohjaa visuaalisen havainnoinnin tueksi.

Pääsimme mielestämme tavoitteeseemme kohtalaisen hyvin. Saimme tietoa peroneusortoosien vaikutuksesta kävelyyn sekä Dartfishin soveltuvuudesta fysioterapeuttiseen analyysiin, kuten myös tietoa ortoosien vaikutuksesta jalkapohjan kuormittumiseen. Kuten aikaisemmin on mainittu, yksityiskohtiin olisimme voineet kiinnittää enemmän huomiota, jotta tuloksista olisi saatu luotettavampia. Laadullisessa analysoinnissa pääsimme kuitenkin tavoitteeseemme loistavasti, ja ortoosien vaikutus kävelyyn näkyi niissä selvästi. Tapaus-tutkimus analyysin välineenä soveltui tähän työhön erinomaisesti.

Jatkossa olisi hyvä tutkia peroneusortoosin vaikutusta asiakkailla, joilla on samankaltaiset peroneusongelmat keskenään. Tutkimusjoukon suuruus pitäisi olla isompi, ja aihe rajata tarkemmin, että saataisiin yleistettävämpiä tuloksia ja ne olisivat paremmin vertailtavissa keskenään. Koska Dartfishiä on tutkittu vielä melko vähän fysioterapiassa hyödyntämisen näkökannalta, se voisi olla tutkimusaihe josta jatkossa moni fysioterapeutti hyötyisi.

## LÄHTEET

Ahonen, J., Sandström, M., Laukkanen, R., Haapalainen, J., Immonen, S., Jansson, L. & Fogelholm, M. 2002. Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Jyväskylä: VK-Kustannus Oy.

Anttila, H. 2010. Tutkimustyönmenetelmät. Luentomuistiinpanot 9.8.2010.

Balmaseda, M.T., Koozekanani, S.H., Fatehi, M. T., Gordon, C., Dreyfuss, P.H. & Tanbonliong, E.C. 1988. Ground reaction forces, center of pressure, and duration of stance with and without an ankle-foot orthosis. *Arch Phys Med Rehabil* 69.

CampScandinavia. 2010. Luettu 18.8.2010.  
<http://www.campscandinavia.se/indexfi.htm>

Centri. 2010. Luettu 18.8.2010. <http://www.centri.se/>

Chen, C.C., Hong, W-H., Wang, C-M., Chen, C-K., Pei-Hsuan, K., Kang, C-F. & Tang, S.F. 2010. Kinematic Feature of Rear-Foot motion using anterior and posterior ankle-foot orthoses in stroke patients with hemiplegic gait. *Arch Phys Med Rehabil* 91.

De Bruijn, I.L., Geertzen, J.H.B. & Dijkstra, P.U. 2007. Functional outcome after peroneal injury. *International Journal of Rehabilitation Research* 30, 333–337.

Fatone, S. & Hanse, A.H. 2007. Effect of ankle-foot orthosis on roll-over shape in adults with hemiplegia. *Journal of rehabilitation research & development* 44: 1, 11–20.

Galley, B.M. & Forster, A.L. 1990. Liikkuva ihminen. Perustietoa lääkintävoimistelijaopiskelijoille. Valtion painatuskeskus.

Geboers, J.F., Drost, M.R., Spaans, F., Kuipers, H. & Seelen, H.A. 2002. Immediate and long-term effects of ankle-foot orthosis on muscle activity during walking: a randomized study of patients with unilateral foot drop. *Arch Phys Med Rehabil* 83.

Griffiths, I. 2006. Principles of biomechanics & motion analysis. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Gök, H., Küçükdeveci, A., Altinkaynak, H., Yavuzer, G. & Ergin, S. 2003. Effects of ankle-foot orthoses on hemiparetic gait. *Clinical Rehabilitation* 17, 137–139.

Hachisuka, K., Makino, K., Wada, F., Saeki, S. & Yoshimoto, N. 2007. Oxygen consumption, oxygen cost and physiological cost index in polio survivors: A comparison of walking without orthosis, with an ordinary or a carbon-fibre reinforced plastic knee-ankle-foot orthosis. *Journal of Rehabilitation Medicine* 39, 646–650.

Kananen, J. 2008. Kvantti. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kirtley, C. 2006. Clinical gait analysis. Theory and practice. United Kingdom: Churchill Livingstone Elsevier.

Koivula, U-M., Suihko, K. & Tyrväinen, J. 1999. Mission: Possible. Pirkanmaan ammattikorkeakoulu

Koppa. 2011. Luettu 24.8.2011.

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/empiirinen-tutkimus>

Laine, M., Bamberg, J. & Jokinen, P. (toim.). 2007. Tapaustutkimuksen taito. Gaudeamus.

Lehmann, J.F., Condon, S.M., de Lateur, B.J. & Smith, J.C. 1987. Gait abnormalities in hemiplegia: their correction by ankle-foot orthoses. Arch Phys Med Rehabil 68, 763–771.

Lehtinen, R. 2010. Dartfish. Sähköpostiviesti. risto.lehtinen@netitbe.fi. Lähetetty 3.12.2010.

Magee, D. 2008. Orthopedic physical assessment. 5. painos. Canada: Saunders.

Neumann, D. 2002. Kinesiology of the Musculoskeletal System. USA: Mosby Inc.

Orthonova. 2010. Luettu 18.8.2010.

<http://www.orthonova.fi/tuotteet.php?l=1&p=4&id=362>

Orthoteers. 2011. Phases of gait cycle. Luettu 13.6.2011

<http://www.orthoteers.com/%28S%28odsxo52j0h33zfzxdct0ymjc%29%29/mainmain.aspx?section=23>

Pavlik, A.J. 2008. The Effect of Long-Term Ankle-Foot Orthosis Use on Gait in the Poststroke Population. Journal of prosthetics and orthotics 20, 49–52 .

Perry, J. & Burnfield, J.M. 2010. Gait analysis. Normal and pathological function. 2. painos. USA: SLACK Incorporated.

Suomen Polioliitto ry. 2011. Polion lyhyt oppimäärä: Polio eli lapsihalvaus. Luettu 3.8.2011

[http://www.polioliitto.com/lehti/lyhyt\\_oppimaara.htm](http://www.polioliitto.com/lehti/lyhyt_oppimaara.htm)

Tolonen, U., Sotaniemi, K., Raatikainen, T., Kovala, T., Syrjälä, P. & Hyvönen, K. 2002. Hermovaurioiden tutkimusopas. Oulu: Kaleva.

Uhl, B. & Rocco Dillon, S. 2009. Dartfish Video Analysis in Secondary Physical Education: A Pilot Study. Wayne State University.

van Swigchem, R., Vloothuis, J., den Boer, J., Weerdesteyn, V. & Geurts, A.C.H. 2010. Is transcutaneous peroneal stimulation beneficial to patients with chronic stroke using an ankle-foot orthosis? A within-subjects study of patients` satisfaction, walking speed and physical activity level. Arch Phys Med Rehabil 42, 117–121 .

Vastamäki, M. 2004. Alaraajan hermopinteet. Suomen lääkirilehti 24/2004.

Vastamäki, M. & Vastamäki, H. 2009. Yleisimpien hermopinteiden nykyiset leikkausaiheet. Suomen lääkirilehti 33/2009.

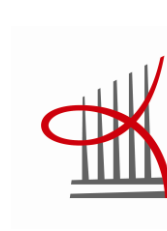
Vuorela, P. fysioterapeutti. 2010. Tuet ja stabilointi fysioterapiassa. Luento 23.9.2010. Tampereen ammattikorkeakoulu.

Vuorela, P. fysioterapeutti. 2011. Haastattelu 17.1.2011. Haastattelijat Hietala, S. & Sipilä, M.

Whittle, M. 2007. Gait analysis. An Introduction. 4. painos. China: Elsevier Ltd.

Össur. 2010. Luettu 18.8.2010. <http://www.ossur.co.uk/Pages/10372>





## LUPA OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMISEEN JA TULOSTEN KÄSITTELYYN

Olen tietoinen opinnäytetyön tarkoituksesta, jossa selvitetään peroneusortoosin vaikutusta kävelyyn peroneusongelmista kärsivillä. Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä Respectan tietoa tukien soveltuvuudesta eri asiakkaille.

Annan suostumukseni kyselylomakkeiden, havainnoinnin sekä laiteanalyysin avulla saadun tiedon käyttöön opinnäytetyössä ja opinnäytetyön julkaisuun Theseus-tietokannassa. Osallistun opinnäytetyön mittauksiin omalla vastuullani.

Kaikki tiedot käsitellään luottamuksellisesti, eikä kenenkään henkilöllisyys selviä tuloksista.

Opinnäytetyön ohjaajana toimii yliopettaja Jarmo Perttunen.

Tutkittavan allekirjoitus \_\_\_\_\_

Nimen selvennys \_\_\_\_\_

Paikka ja aika \_\_\_\_\_

Fysioterapiaopiskelijat \_\_\_\_\_

Sanna Hietala

Maija Sipilä

## ALKUKYSELY

PVM \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_

Olen nainen \_\_\_ mies \_\_\_ Paino \_\_\_\_\_

Ikä \_\_\_\_\_ Pituus \_\_\_\_\_

Mikä on aiheuttanut peroneusvamman syntymisen? \_\_\_\_\_

---

---

---

Milloin peroneusvamma on syntynyt? \_\_\_\_\_

Onko vaivaa hoidettu aikaisemmin? Jos on, niin miten? \_\_\_\_\_

---

---

---

Miten peroneusvamma on vaikuttanut kävelyynne kotona? \_\_\_\_\_

---

---

---

(jatkuu)

## LIITE 2: 2 (2)

Miten peroneusvamma on vaikuttanut kävelyynne ulkona? \_\_\_\_\_

---

---

---

Kuinka pitkän matkan kykenette kävelemään yhtäjaksoisesti? \_\_\_\_\_

---

---

---

Miten kävelette portaat ylös ja alas? \_\_\_\_\_

---

---

---

Millaisia kenkiä käytätte kotona? \_\_\_\_\_

---

---

---

Kykenettekö kävelemään liukkaalla kelillä ulkona? \_\_\_\_\_

---

---

---

Minkä koette suurimmaksi rajoitukseksi kävelyssänne? \_\_\_\_\_

---

---

---

TAULUKKO 1. Asiakas 2:n kävelynopeudet metriä sekunnissa ja kilometriä tunnissa mitattuna kävellessä oikealta ja vasemmalta katsottuna kamerasta

	nopeus/ m/s		nopeus/ km/h	
	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla
oikealta 1	0,82	0,8	2,97	2,87
oikealta 2	0,89	0,86	3,2	3,1
vasemmalta 1	0,86	0,87	3,09	3,12
vasemmalta 2	0,88	0,82	3,16	2,97

TAULUKKO 2. Asiakas 1:n kävelysyklin kesto aloittaen askel oikealla jalalla ja vasemmalla jalalla

	Kesto ilman ortoosia / s	Kesto ortoosilla / s
Oikealla jalla aloittaen 1	1,46	1,48
Oikealla jalalla aloittaen 2	1,40	1,44
Vasemmalla jalalla aloittaen 1	1,40	1,42
Vasemmalla jalalla aloittaen 2	1,40	1,42

TAULUKKO 3. Asiakas 1:n askelvaiheiden kestot sekunteina, askel oikealla ja vasemmalla aloitettuna

	TUKIVAIHEEN KESTO / s		KAKSOISTUKIVAIHEEN KESTO / s		HEILAUDUSVAIHEEN KESTO / s	
	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla
oikealla jalalla aloittaen 1	1,02	1	0,28	0,24	0,44	0,48
oikealla jalalla aloittaen 2	0,94	0,96	0,2	0,26	0,44	0,48
vasemmalla jalalla aloittaen 1	0,98	0,98	0,28	0,26	0,42	0,44
vasemmalla jalalla aloittaen 2	0,96	0,98	0,3	0,26	0,44	0,44

(jatkuu)

## LIITE 3: 2 (3)

TAULUKKO 4. Asiakas 1:n askelparin ja askeleiden pituudet metreinä aloittaen oikealla ja vasemmalla jalalla

	Askelparin pituus / m		Ensimmäinen askel / m		Toinen askel / m	
	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla
oikealla jalalla aloittaen 1	1,22	1,18	0,63	0,6	0,59	0,58
oikealla jalalla aloittaen 2	1,26	1,24	0,65	0,64	0,61	0,6
vasemmalla jalalla aloittaen 1	1,22	1,23	0,58	0,66	0,64	0,57
vasemmalla jalalla aloittaen 2	1,21	1,17	0,6	0,61	0,61	0,56

TAULUKKO 5. Asiakas 1:n nilkan kulmat kantaiskussa

	NILKAN KULMA KANTAISKUSSA / °	
	Ilman ortoosia	Ortoosilla
oikea nilkka 1	132,1 / 130,9	133,6 / 134,8
oikea nilkka 2	134,2 / 126,8	135,1 / 131,9
vasen nilkka 1	130,7 / 124,9	123 / 119
vasen nilkka 2	126,7 / 127,1	126,3 / 122

TAULUKKO 6. Asiakas 1:n oikean ja vasemman nilkan ja polven kulmat asteina varvastyönössä

	Nilkkakulma / °		Polvikulma / °	
	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla
oikea jalka 1	133,9 / 136,2	128,4 / 132	127,9 / 129,5	131,1 / 125,7
oikea jalka 2	135 / 139,3	125,5/133,7	124,7 / 124,6	126,9 / 126,1
vasen jalka 1	126 / 118,8	115,1 / 110,8	109,9 / 106,7	119,1 / 111,9
vasen jalka 2	129,3 / 122,7	116,3 / 110,8	111,8 / 111,5	115,2 / 114,3

(jatkuu)

TAULUKKO 7. Asiakas 1:n oikean ja vasemman nilkan ja polven kulmat asteina heilahtavasta alaraajasta keskitukivaiheessa

	Nilkan kulma/ °		Polvikulma/ °	
	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla
oikea jalka 1	138,2	139,8	104,3	109,4
oikea jalka 2	137,6	139,7	103,4	104,4
vasen jalka 1	154,7	122,8	97,1	98,6
vasen jalka 2	156,1	120,6	96,8	93,6

TAULUKKO 8. Asiakas 2:n kävelynopeudet metriä sekunnissa ja kilometriä tunnissa mitattuna kävellessä oikealta ja vasemmalta katsottuna kamerasta

	nopeus/ m/s		nopeus/ km/h	
	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla
oikealta 1	0,70	0,83	2,53	2,98
oikealta 2	0,72	0,85	2,58	3,04
oikealta 3	0,75	0,83	2,71	3,00
vasemmalta 1	0,67	0,76	2,42	2,72
vasemmalta 2	0,72	0,80	2,57	2,87
vasemmalta 3	0,74	0,87	2,66	3,14

TAULUKKO 9. Asiakas 2:n kävelysyklin kesto aloittaen askel oikealla jalalla ja vasemmalla jalalla

	Kesto ilman ortoosia / s	Kesto ortoosilla / s
oikealla jalalla aloittaen 1	1,5	1,46
oikealla jalalla aloittaen 2	1,46	1,42
oikealla jalalla aloittaen 3	1,38	1,42
vasemmalla jalalla aloittaen 1	1,5	1,48
vasemmalla jalalla aloittaen 2	1,46	1,46
vasemmalla jalalla aloittaen 3	1,4	1,42

TAULUKKO 10. Asiakas 2:n askelvaiheiden kestot sekunteina askel oikealla ja vasemmalla aloitettuna

	TUKIVAIHEEN KESTO / s		KAKSOISTUKIVAIHEEN KESTO / s		HEILAHDUSVAIHEEN KESTO / s	
	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla
oikealla jalalla aloittaen 1	1,04	1,04	0,28	0,28	0,46	0,42
oikealla jalalla aloittaen 2	1	1	0,24	0,28	0,46	0,42
oikealla jalalla aloittaen 3	0,94	0,98	0,26	0,28	0,44	0,44
vasemmalla jalalla aloittaen 1	1,06	1,04	0,26	0,3	0,44	0,46
vasemmalla jalalla aloittaen 2	0,98	1,02	0,24	0,28	0,48	0,44
vasemmalla jalalla aloittaen 3	0,96	0,94	0,24	0,24	0,44	0,48

TAULUKKO 11. Asiakas 2:n askelparin ja askeleiden pituudet metreinä aloittaen oikealla ja vasemmalla jalalla

	Askelparin pituus / m		Ensimmäinen askel / m		Toinen askel / m	
	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla
oikealla jalalla aloittaen 1	1,04	1,19	0,53	0,62	0,51	0,57
oikealla jalalla aloittaen 2	1,03	1,2	0,52	0,61	0,51	0,59
oikealla jalalla aloittaen 3	1,04	1,2	0,52	0,61	0,52	0,59
vasemmalla jalalla aloittaen 1	1,01	1,12	0,5	0,57	0,51	0,55
vasemmalla jalalla aloittaen 2	1,03	1,18	0,52	0,58	0,51	0,6
vasemmalla jalalla aloittaen 3	1,05	1,24	0,58	0,61	0,47	0,63

(jatkuu)



TAULUKKO 12. Asiakas 2:n nilkan kulmat kantaiskussa

	NILKAN KULMA KANTAISKUSSA / °	
	ilman ortoosia	ortoosilla
oikea nilkka 1	110,4 / 110,2	116,8 / 109,8
oikea nilkka 2	111,2 / 109	113,8 / 110,6
oikea nilkka 3	113 / 106,2	109,2 / 110,9
vasen nilkka 1	109 / 107,8	111,8 / 112,3
vasen nilkka 2	107,2 / 107,5	112,5 / 110,2
vasen nilkka 3	109,8 / 107	114,8 / 110,5

TAULUKKO 13. Asiakas 2:n oikean ja vasemman nilkan ja polven kulmat varvastyönössä

	Nilkkakulma / °		Polvikulma / °	
	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla
oikea jalka 1	114,2 / 110,1	114,6 / 112,7	137,6 / 137,9	130,8 / 127,4
oikea jalka 2	111,5 / 106,1	116 / 111,9	135,3 / 140,8	137,3 / 129,3
oikea jalka 3	110,6 / 102,6	119,2 / 115,8	139,1 / 138,5	130,2 / 130,6
vasen jalka 1	112,5 / 106,9	116,3 / 113,4	142,8 / 148,2	137,1 / 139,6
vasen jalka 2	110,5 / 105	114 / 108,6	146,8 / 143,2	138,6 / 138,9
vasen jalka 3	106 / 105,4	114,9 / 110,1	146,2 / 151,3	140,4 / 139,1

TAULUKKO 14. Asiakas 2:n oikean ja vasemman nilkan ja polven kulmat asteina heilahtavasta alaraajasta keskitukivaiheessa

	Nilkan kulma / °		Polven kulma / °	
	ilman ortoosia	ortoosilla	ilman ortoosia	ortoosilla
oikea jalka 1	108,6	118,4	124,1	108,3
oikea jalka 2	104,2	115,4	125,1	114
oikea jalka 3	106,9	117,1	124,2	114,1
vasen jalka 1	97,2	112,2	125,4	113,3
vasen jalka 2	100,7	110,8	125,8	110,1
vasen jalka 3	99,9	109,7	125,6	113,4

TAULUKKO 15. Asiakas 1:n oikean ja vasemman jalkapohjan maksimikuormitus kilopascaleina

	Ilman ortoosia / kPa	Ortoosilla / kPa
Oikea jalka 1	120,2	152,8
Oikea jalka 2	148,5	133,9
Oikea jalka 3	125,3	122,1
Vasen jalka 1	129,4	143,2
Vasen jalka 2	139,5	116
Vasen jalka 3	144,6	105,8

TAULUKKO 16. Asiakas 2:n oikean ja vasemman jalan kontaktin kesto millisekunteina

	Ilman ortoosia / ms	Ortoosilla / ms
Oikea jalka 1	1050	1100
Oikea jalka 2	1017	1067
Oikea jalka 3	1050	1067
Vasen jalka 1	1050	1100
Vasen jalka 2	1017	1067
Vasen jalka 3	1050	1067

TAULUKKO 17. Asiakas 2:n oikean ja vasemman jalkapohjan maksimikuormitus kilopascalaina

	Ilman ortoosia / kPa	Ortoosilla / kPa
Oikea jalka 1	191,9	154,3
Oikea jalka 2	172,7	173,3
Oikea jalka 3	169,3	173,3
Vasen jalka 1	179,1	132,5
Vasen jalka 2	161,1	129,8
Vasen jalka 3	158	140,6

TAULUKKO 18. Asiakas 2:n oikean ja vasemman jalan kontaktin kesto millisekunteina

	Ilman ortoosia / ms	Ortoosilla / ms
Oikea jalka 1	1100	1100
Oikea jalka 2	1117	1100
Oikea jalka 3	1117	1067
Vasen jalka 1	1100	1100
Vasen jalka 2	1117	1100
Vasen jalka 3	1117	1067