



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

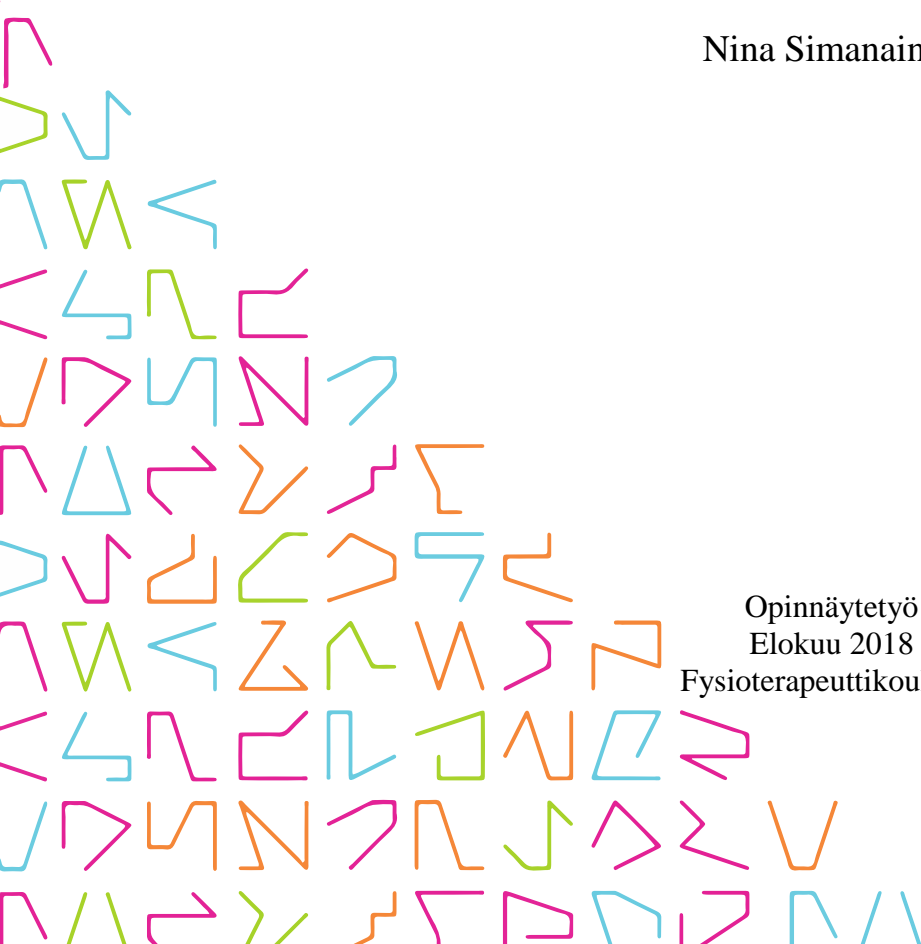
# **PERONEUSPAREESIN AIHEUTTAMAN RIIP- PUNILKAN TUKEMINEN LÄÄKINNÄLLI- SELLÄ KOMPRESSIOVAATTEELLA**

Lymed Oy:n prototyypikompressiosukan  
käytön yhteys kävelyyn ja tasapainoon

Jenna Laikola

Nina Simanainen

Opinnäytetyö  
Elokuu 2018  
Fysioterapeuttikoulutus



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Fysioterapeuttikoulutus

LAIKOLA, JENNA & SIMANAINEN, NINA:

Peroneuspareesin aiheuttaman riippunilkkan tukeminen lääkinällisellä kompressiosukalla Lymed Oy:n prototyypikompressiosukan käytön yhteys kävelyyn ja tasapainoon

Opinnäytetyö 65 sivua, joista liitteitä 6 sivua

Elokuu 2018

---

Riippunilkka on seurausta yhteisen pohjehermön halvauksesta, eli peroneuspareesista. Peroneuspareesi ilmenee esimerkiksi kävelyssä jalkaterän läpsähtämisenä alustaan sekä varpaiden laahautumisena askelsyklin heilahdusvaiheessa. Opinnäytetyössä käytetyllä kompressiosukan prototyypillä pyritään lisäämään ja tukemaan nilkkaan vaikuttavien lihasten toimintaa sekä helpottamaan ja normalisoimaan kävelyä. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi suomalaisia lääkinällisiä kompressio- ja painevaatteita valmistava Ly-med Oy.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa tutkimus ja kuvata tulokset peroneussukan käyttöjakson vaikutuksista tutkimushenkilöiden tasapainoon, kävelynopeuteen sekä heidän omaan kokemukseensa kävelykyvystään. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa tietoa peroneussukan käyttöjakson vaikutuksista tutkimushenkilöiden tasapainoon, kävelynopeuteen sekä kokemukseen omasta kävelykyvystään. Opinnäytetyössä haettiin vastausta kysymyksiin, miten peroneussukan käyttö vaikuttaa käyttäjän kävelynopeuteen, tasapainoon ja käyttäjän omaan kokemukseen liikuntakyvystään. Työssä toteutettiin 12 viikon mittainen peroneussukan käyttöjakso, jonka alussa ja lopussa suoritettiin mittaukset. Opinnäytetyössä toteutettu tutkimus oli empiirinen kokeellinen yksittäistapaustutkimus. Opinnäytetyössä on sekä kvantitatiivisen että kvalitatiivisen tutkimuksen piirteitä, eli kyseessä on triangulaatio. Opinnäytetyön tutkimus toteutettiin kahdelle tutkimushenkilölle.

Tutkimuksen mittaustulosten perusteella peroneussukan käytöllä ei ole selkeitä positiivisia vaikutuksia tutkimushenkilöiden tasapainoon. Peroneussukalla näytti sen sijaan olevan positiivinen vaikutus tutkimushenkilöiden kävelynopeuteen, joka parani kummankin tutkimushenkilön kohdalla käyttöjakson myötä. Strukturoidun haastattelun mukaan peroneussukan käyttö toi tutkimushenkilöille kävelyyn turvallisuuden tunnetta ja paransi heidän kokemustaan kävelyn sujuvuudesta. Puolistrukturoidussa haastattelussa tutkimushenkilöt kuvailivat peroneussukalla olevan kävelyä helpottavia ominaisuuksia.

Tulevissa tutkimuksissa korostuu tarve vertailevalle tutkimukselle, jossa selvitetään, onko peroneussukan ja aiemmin kehitettyjen peroneustukien käytön vaikutuksissa eroavaisuuksia. Laajemmalla vertailevalla tutkimuksella voidaan myös selvittää peroneussukan mahdollisia vaikutuksia pidemmällä aikavälillä. Monipuolisia mittausten menetelmiä käyttämällä voidaan myös selvittää peroneussukan käytön mahdollisia vaikutuksia liikumisen kokonaisuuteen.

---

Asiasanat: peroneussukka, kävely, tasapaino

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Physiotherapy

LAIKOLA, JENNA & SIMANAINEN, NINA:  
Using Medical Compression Garment to Support Foot Drop Caused by Peroneal Palsy  
The Effects of a Lymed Oy Compression Sock Prototype on Walking and Balance

Bachelor's thesis 65 pages, appendices 6 pages  
August 2018

---

The purpose of this study was to examine how wearing Lymed Oy peroneal sock prototypes affect the standing balance, velocity and walking ability of two persons with chronic peroneal palsy. The data were collected during a 12-week period. The aim of this study was to provide information on how wearing peroneal compression sock affects the users' balance, velocity and walking ability.

The research data were collected from two people with a chronic peroneal palsy. The data were collected at the beginning and at the end of the test period by conducting a 10-metre walking test, a balance test, and through a brief interview session.

The results of the study suggest that the peroneal sock supports walking by providing the test subjects with safer and smoother experience of walking. In addition, both test subjects' velocity increased over the course of the usage period. There were no clear positive findings in the balance test results. Further studies on wearing a peroneal sock could yield interesting information and provide us with a better understanding of the immediate and functional effects on a person's physical function and gait pattern. Besides, applying versatile measuring methods could offer further information on potential effects on a person's physical ability as a whole.

---

Key words: peroneal sock, walking, balance

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	PERONEUSPAREESI.....	8
	2.1 Perifeerisen hermon vauriot.....	8
	2.1.1 Hermovaurion tyypit.....	8
	2.1.2 Mononeuropatia.....	10
	2.2 Peroneushermon anatomia.....	10
	2.3 Peroneushermon vaurio.....	12
3	KÄVELY.....	15
	3.1 Askelsykli.....	15
	3.2 Kävelynopeus.....	18
	3.3 Peroneuspareesin vaikutus kävelyyn.....	18
4	TASAPAINO.....	20
	4.1 Tasapainon määritelmä.....	20
	4.2 Tasapainoa ylläpitävä aistijärjestelmä.....	20
	4.2.1 Sentraalinen järjestelmä.....	21
	4.2.2 Perifeerinen järjestelmä.....	22
	4.2.3 Näköaisti.....	23
	4.2.4 Somatosensorinen järjestelmä.....	23
	4.3 Tasapainostrategiat.....	24
5	KOMPRESSIOVAATE RIIPPUNILKAN TUKEMISESSA.....	26
	5.1 Kompressiovaatteen toimintaperiaate.....	26
	5.2 Tutkimuksessa käytetty kompressiovaate.....	27
	5.3 Paine- ja kompressiovaatteiden vaikutusmekanismit.....	28
6	OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS.....	31
7	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS.....	32
	7.1 Tutkimusmenetelmät.....	32
	7.1.1 HUR-tasapainolevy tasapainon mittauksessa.....	33
	7.1.2 Kävelynopeuden mittaus.....	35
	7.1.3 Haastattelu.....	36
	7.2 Esimittaukset.....	37
	7.3 Tutkimusjoukko.....	37
	7.3.1 Tutkimushenkilö 1.....	38
	7.3.2 Tutkimushenkilö 2.....	38
	7.4 Opinnäytetyön eteneminen.....	38
8	OPINNÄYTETYÖN TULOKSET.....	40
	8.1 Tasapainomittaus.....	40

8.1.1	Tutkimushenkilö 1 .....	40
8.1.2	Tutkimushenkilö 2 .....	42
8.2	Kävelymittaus .....	43
8.2.1	Tutkimushenkilö 1 .....	43
8.2.2	Tutkimushenkilö 2 .....	45
8.3	Oman kävelykyvyn arviointi.....	47
8.3.1	Tutkimushenkilö 1 .....	48
8.3.2	Tutkimushenkilö 2 .....	49
9	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	50
10	POHDINTA.....	51
10.1	Tutkimusmenetelmät .....	51
10.2	Peroneussukan käytön mahdolliset välittömät vaikutukset .....	52
10.3	Tutkimuksen luotettavuus .....	53
10.4	Tutkimuksen eettisyys .....	54
10.5	Jatkotutkimusehdotukset.....	55
10.6	Oman oppimisen arviointi .....	56
LÄHTEET	.....	57
LIITTEET	.....	60
Liite 1.	Saatekirje .....	60
Liite 2.	Peroneussukan käyttötaulukko .....	61
Liite 3.	Suostumus opinnäytetyön tutkimukseen osallistumisesta .....	62
Liite 4.	Haastattelulomake alku- ja loppumittauksessa .....	63
Liite 5.	Tutkimushenkilö 1:n tasapainomittausten tulokset.....	64
Liite 6.	Tutkimushenkilö 2:n tasapainomittausten tulokset.....	65

**ERITYISSANASTO**

epineurium	ääreishermon sidekudoksen uloin kerros
inertia	hitausvoima, eli aineen ominaisuus vastustaa nopeuden muutoksia
infiltraatio	kasvaimen tunkeutuminen ympäristöön
iskemia	hapen ja/tai veren puutos kudoksessa
neuropatia	ääreishermon toiminnanhäiriö
perineurium	ääreishermostyykimppua ympäröivä tiivis sidekudoskerros
radikulaarinen	hermojuureen liittyvä
reinnervaatio	hermojen korjaantuminen vaurion jälkeen
troofiset vaikutukset	muutokset pehmytkudoksessa

## 1 JOHDANTO

Yhteisen pohjehieron, eli n. peroneus communiksen vaurion tyypillisin oire on nilkan dorsifleksioheikkous, joka ilmenee nilkan ja varpaiden riippumisena. Vaurio johtuu yleensä ulkoisesta traumasta, kuten esimerkiksi pitkään kyykkyasennossa olemisesta (marjanpoimijan halvaus), polven alueen traumasta tai hermon venähdyksestä polvitaipeessa nilkan nyrjähdysvamman yhteydessä. (Tolonen ym. 2002, 39-40.) Dorsifleksioheikkous ilmenee kävelyssä muun muassa jalkaterän läpsähtämisenä alustaan, sekä varpaiden laahautumisena askelsyklin heilahdusvaiheessa. Tässä opinnäytetyössä kutsumme tätä ilmiötä riippunilkaksi.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on suomalainen lääkinnällisiä paine- ja kompressiovaatteita valmistava Lymed Oy (Tampere, Suomi). Lymed Oy on kehittänyt riippunilkan tukemiseksi uuden kompressiovaatteen prototyypin, joka vahvistaa kehon syvätuntoa. Tämä kompressiovaate myös tukee nilkan dorsifleksio-asentoa tuottamalla kompressiota ja ulkoista asentotukea. Kutsumme tätä kompressiovaatetta opinnäytetyössämme peroneussukaksi. Peroneussukassa on progressiivisen kompression lisäksi liikettä salliva peroneustuki, joka erottaa peroneussukan konservatiivisista, kiinteistä peroneustuista.

Opinnäytetyön aihe kiinnosti meitä, koska syventyminen neurologiseen fysioterapiaan kiinnosti meitä kokonaisuudessaan. Opinnäytetyöprosessin aikana pääsimme perehtymään tarkasti yhteen, rajattuun neurologisen fysioterapian osa-alueeseen. Valitsemamme aihe myös antoi mielenkiintoisen mahdollisuuden laatia pilottitutkimus peroneussukka-prototyypistä, ja saada kokemusta työelämätahon kanssa yhteistyössä toimimisesta. Tässä opinnäytetyössä kutsumme opinnäytetyömme mittauksia ja metodologisia menetelmiä myös termillä tutkimus.

## 2 PERONEUSPAREESI

### 2.1 Perifeerisen hermon vauriot

Perifeeristen hermojen, eli ääreishermoston vauriot voidaan jakaa polyneuropatioihin, sekä mononeuropatioihin. Polyneuropatiolla viitataan laaja-alaiseen ääreishermoston toiminnan häiriöön. Mononeuropatiolla tarkoitetaan yksittäisen hermon vauriota, tai siihen kohdistuvaa sairautta. (Puustjärvi-Sunabacka & Salmi 2015.) Tässä peroneuspareesia käsittelevässä luvussa tulemme keskittymään hermovaurion tyyppisiin sekä mononeuropatioihin, joihin myös peroneuspareesi voidaan luokitella.

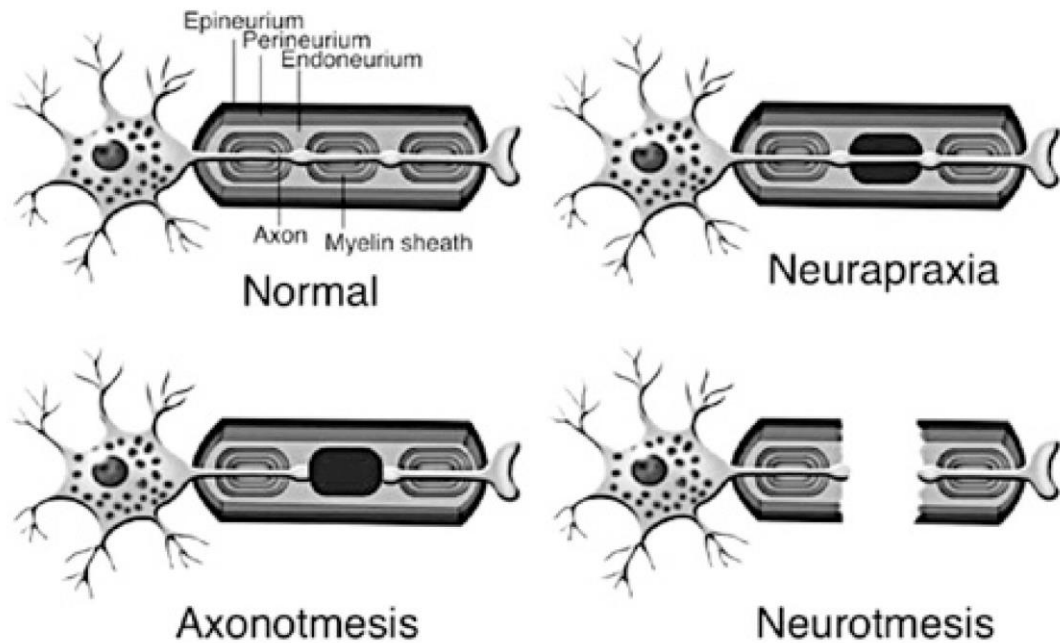
#### 2.1.1 Hermovaurion tyypit

Hermovauriossa ääreishermoston liikehermon, tuntohermon tai niiden kummankin vahingoittumisen seurauksena hermoon syntyy toiminnanvaja. Hermon toiminnanvaja voi näyttäytyä eri tavoin vammasta ja sen laajuudesta riippuen. Ääreishermoston paikallinen vahingoittuminen tapahtuu useimmiten mekaanisen vaurion, kuten puristuksen seurauksena, tai esimerkiksi erilaisten akuuttien neuropatioiden myötä. Vaurioituneeseen kudokseen syntyvä paine aiheuttaa myös usein muutoksia alueen verenkiertossa, mikä voi *iskemian* seurauksena lisätä vaurioita vamma-alueella. Hermovaurion aiheuttaja määrittää osittain vaurion tyyppiä, -vaikeusastetta ja -ennustetta. Mekaanisen hermovaurion syy voi olla myös hermon täydellinen tai osittainen katkos. (Partanen, J. Falck, B. Hasan, J. Jäntti, V. Salmi, T. & Tolonen, U. 2006, 391-392.)

Hermovaurioita voidaan luokitella monella eri tavalla. Tässä opinnäytetyössä luokittelemme hermovaurioita Seddonin luokittelun mukaan (kuva 1). Seddonin luokittelussa ääreishermostovauriot jaetaan kolmeen päätyyppiin (Kaya, Y. & Sarikcioglu, L. 2015). Neura-praksialla tarkoitetaan puristuksesta aiheutunutta palautuvaa, toiminnallista hermoimpulssin johtumishäiriötä, jossa hermon rakenne säilyy ehjänä. Aksonotmeesissä, eli osittaisessa katkoksesta puristus aiheuttaa aksonivaurion, mutta hermoa ympäröivän myeliinitupen sidekudos, *epineurium* ja *perineurium* eivät katkea. (Partanen, J. ym. 2006, 392.) Neurotmeesi, eli täydellinen hermokatkos, puolestaan tarkoittaa sekä aksonien että mye-



liinitupen katkeamista esimerkiksi viiltohaavan seurauksena (Soinila 2014). Hermovaurio on usein yhdistelmä eriasteista aksonivauriota sekä myeliinitupen vauriota. Hallitsemampi näistä vaurioista määrittää oirekuvaa. (Partanen, J. ym. 2006, 392.) Neurapraksiaa lukuun ottamatta edellä kuvatut hermovauriotyypit voivat johtaa toiminnallisen tai rakenteellisen muutoksen myötä krooniseen neuroopaattiseen kipuun. (Soinila 2014.) Alla olevassa kuvassa 1 on esitetty graafisessa muodossa normaali hermokudos, sekä hermovaurioiden tyypit Seddonin luokittelun mukaan.



KUVA 1. Martins ym. (2013) hermovaurioiden tyypit Seddonin luokittelun mukaan

Neurapraksiassa katkoksen voi aiheuttaa hermorungon iskemia tai kevyt, alle 30 minuuttia jatkuva kompressio. Itse aksoni ei vahingoitu, mutta hermon myeliini vaurioituu. Myeliinin vaurioituminen aiheuttaa hermon johtumiskyvyn alentumisen. Neurapraksiaan voi liittyä tuntopuutos hermon sensorisella alueella, tai motorinen puutos. (Partanen, J. ym. 2006, 392; Puustjärvi-Sunabacka & Salmi 2015.) Myös aktivoituneiden motoristen yksiköiden määrä vähentyy. Vaikka aktiopotentiaali ei välity vauriokohdasta ylitse, aksonivirtaus (axonal flow) ja hermon *troofiset vaikutukset* lihakseen pysyvät toiminnassa. (Partanen, J. ym. 2006, 392.) Neurapraksiassa hermoimpulssin siirtyminen vauriokohdan yli estyy yleensä tuntien tai muutamien päivien ajaksi, kun taas distaalisen osan johtavuus säilyy ennallaan koko ajan. Koska neurapraksiaan ei liity aksonin vauriota, ennuste on hyvä ja vaurio korjaantuu usein itsestään noin 2-4 kuukauden kuluessa. (Soinila 2014; Partanen, J. ym. 2006, 392; Puustjärvi-Sunabacka & Salmi 2015.)

Aksonotmeesi aiheuttaa hermon aksonivirtauksen estymisen, ja tätä myötä aksonin histologisia muutoksia. Aksonotmeesin korjautuminen on hidasta, ja jää usein puutteelliseksi, koska korjautuminen vaatii hermon todellista uudiskasvua vauriokohdasta distaalisesti. (Puustjärvi-Sunabacka & Salmi 2015.)

Neurotmeesissä vamman kohdalla ei ole hermon johtumiskykyä jäljellä lainkaan, eli vamma aiheuttaa täydellisen tunnon ja motoriikan puutoksen. Hermon täydellisessä katkeamisessa paranemisennuste on huonoin. (Puustjärvi-Sunabacka & Salmi 2015.) Sekä aksoni että hermoa ympäröivä tukikudos vaurioituvat, ja hermo voi jopa katketa kokonaan. Vauriota on hankalaa erottaa aksonivauriosta, sillä molemmissa tapauksissa vahingoittuneen hermon distaalipuolella patofysiologiset muutokset ovat hyvin samanlaisia. Mikäli vammakohdan *reinnervaatiota* ei tapahdu noin 4-8 kuukaudessa, vaurio on todennäköisesti neurotmeesi. (Partanen, J. ym. 2006, 392.)

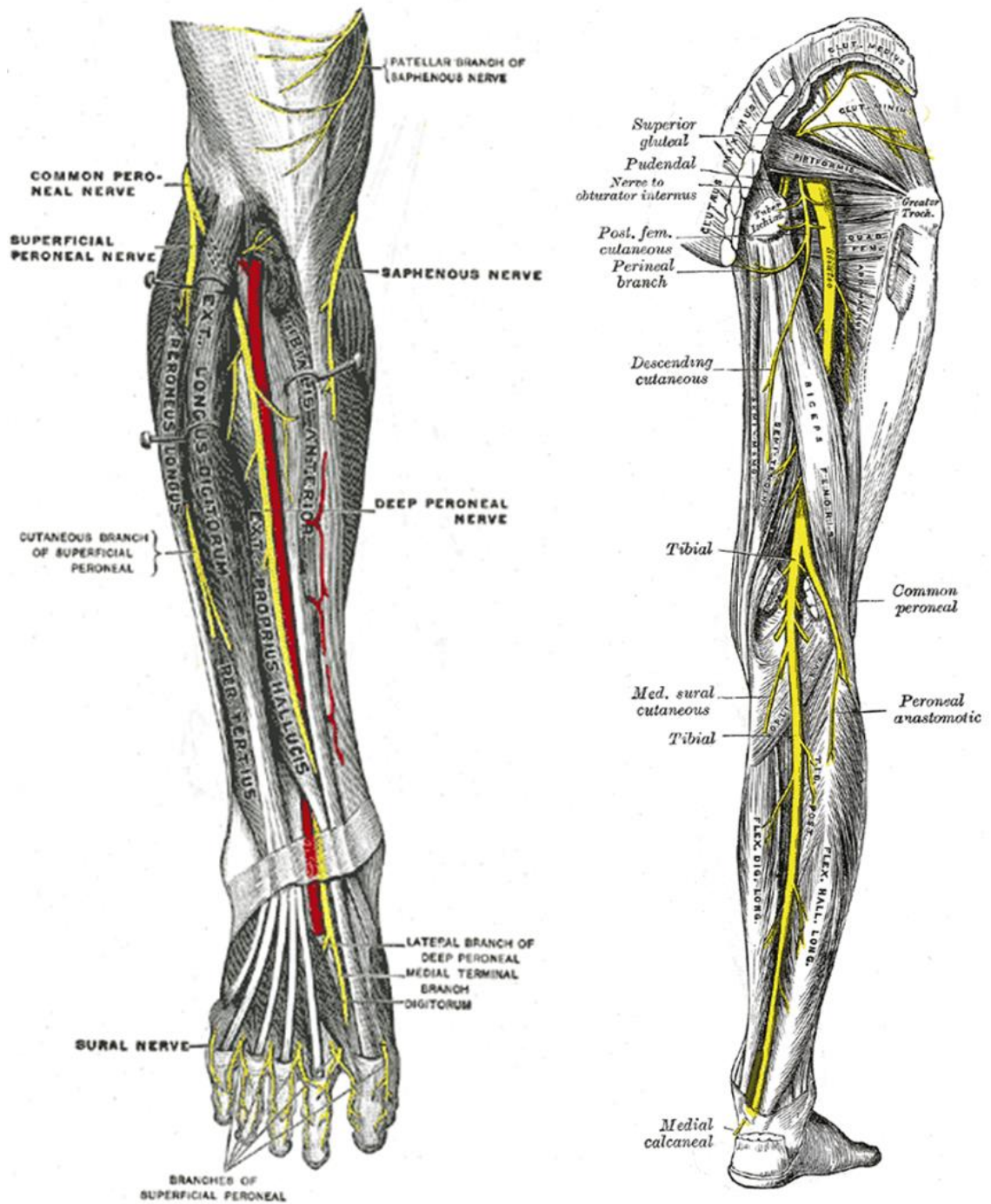
### 2.1.2 Mononeuropatia

Yleensä vamma, puristus tai kasvaimen *infiltraatio* on syynä yksittäisen ääreishermon toimintahäiriöön, tällöin puhutaan mononeuropatiasta. Myös erilaiset sairaudet, kuten infektiot (esim. borrelioosi) tai tulehdukset (esim. vaskuliitit) voivat kohdistua yksittäiseen hermoon. Mikäli ääreishermon toimintahäiriö syntyy ulkoisen trauman seurauksena (esim. riippunilkka), se kannattaa tutkia aikaisintaan kolmen viikon kuluttua, jotta neurofysiologiset muutokset ehtivät kehittyä. Vauriot ovat yleensä asteeltaan kompression tai venymisen aiheuttamia myeliinivaurioita, eli neurapraksioita, joiden paranemisaste on erittäin hyvä. (Soinila 2014.) Ääreishermovaurioiden tavallisimpia oireita ovat tuntupuo- tos tai johdonmukaisesti toistuva puutuminen, tai motorinen heikkous (Puustjärvi-Sunabacka & Salmi 2015).

## 2.2 Peroneushermon anatomia

Yhteinen pohjehermo (n. peroneus communis) haarautuu ihmiskehon suurimmasta ääreishermosta, iskiashermosta (n.ischiadicus), joka taas nousee elimistön kookkaimmasta hermopunoksesta, lanne-ristipunoksesta (plexus lumbosacralis) (Bjälje, J.G., Haug, E. Sand, O. Sjaastad, O. V, & Toverud 2002, 94). N. ischiadicus, eli iskiashermo (L4-S3)

muodostaa paksun hermorungon pikkulantion sisäpinnalla ristiluun ja reisiluun kaulan välisen viuhkamaisen lihaksiston päälle. Hermorunko kulkee syvällä pakaralihaksistossa m. piriformiksen alareunan ali reiden takapinnalle, josta eteenpäin hermo jakautuu sen kahteen päähaaraan; n. tibialikseen ja n. peroneus communikseen (kuva 2). (Soinila 2014.)



KUVA 2. Alaraajan etupuolen syvät hermot, ja alaraajan posteriorinen hermotus (Gray, H. 1918)

N. peroneus communis eli peroneushermon (L4-S2) on iskiashermon lateraalinen haara, ja noin puolet pienempi kuin iskiashermon mediaalinen haara, n. tibialis. Hermo kulkee m. biceps femoricsen jänteen ja m. gastrocnemiuksen lateraalipään välissä. Hermo kulkee polven posterolateraaliselta puolelta pohjeluun pään ympäri säären anterolateraaliselte puolelle. (Gray 1989, 1148-1149.) Pohjeluun pään ja m. peroneus longuksen kiinnityskohdan välille muodostuvasta peroneustunnelista (peroneal tunnel), kulkiessaan hermo jakautuu jälleen kahteen haaraan, pinnalliseen n. peroneus superficialikseen ja syvään n. peroneus profundukseen. N. peroneus superficialis kulkee säären etulateraalipinnalla, ja n. peroneus profundus kulkee säären ojentaja-aitiota pitkin jalkaterän dorsaalipinnalle. (Van den Bergh, De Smet, Hyusse & Verstraete 2013, Martinoli & Bianchi 2007, 636–744 mukaan; Soinila 2014.)

Peroneushermon syvä ja pinnallinen haara hermottavat säären anteriorista ja lateraalista lihasaitioita (Van den Bergh ym. 2013, Martinoli & Bianchi 2007, 636–744 mukaan). Hermon pinnallinen haara hermottaa säären lateraalisen lihasaition m. peroneus longusta ja -brevistä, joiden tehtävä on taivuttaa jalkaterää ylöspäin ja tuottaa nilkkanivelen eversio. Hermon syvä haara hermottaa säären anteriorisen lihasaition lihaksia kuten m. tibialis anteriorin, jonka ensisijainen tehtävä on taivuttaa jalkaterää ylöspäin. Syvä haara hermottaa myös m. extensor hallucista ja m. extensor digitorumia, joiden tehtävä on isovarpaan (m. extensor hallucis) ja muiden varpaiden (m. extensor digitorum) ojennus, sekä m. peroneus tertiuksen, jonka tehtävänä on tuottaa nilkan dorsifleksio sekä eversio. (Gray 1989, 1148; Soinila 2014). Syvempi haara hermottaa pientä ihotuntoaluetta ensimmäisen ja toisen varpaan välissä (Virrantaus 2016).

### **2.3 Peroneushermon vaurio**

Peroneushermodlla on anatomisesti monia ominaisuuksia, jotka lisäävät sen riskiä vaurioitua. Yksi ominaisuuksista on hermosyökkimpun uloimman kerroksen sidekudoksen, epineuriumin, suhteellinen vähäisyys. Epineuriumin vähäisyys lisää hermon alttiutta kompressiovauriolle. Toinen peroneushermon anatominen riskiominaisuus on m. biceps femoricsen ja m. gastrocnemiuksen lateraalisen osan kohdalle syntyvä tunneli, joka aiheuttaa hermoa suojaavan rasvakudoksen vähenemistä ja edelleen alttiutta neuropatioille. Hermo saattaa myös haarautua joillain ihmisillä proksimaalisemmalla tasolla kuin normaalisti,

lisäten vaurioriskiä. (Van den Bergh, F. R. A. ym. 2013, Martinoli & Bianchi 2007, 636–744 mukaan.)

Hermot, jotka ovat luisia tai muita periksi antamattomia rakenteita vasten ja vähäisen pehmytkudoksen suojaamia, ovat alttiimpia paineen aiheuttamalle hermovauriolle. Ihmiskehossa on yli 30 anatomista hermopinteelle altistavaa rakennetta. N. peroneus communis kiertää pohjeluun proksimaalipään, jota vasten hermo saattaa joutua painuksiin esimerkiksi pitkään kyykkyasennossa oltaessa (marjanpoimijan halvaus). N. peroneus communis voi vaurioitua myös erilaisissa polven traumaissa, polveen kohdistuvissa leikkauksissa tai kipsin aiheuttaman paineen vuoksi. Nilkan supinaatiovammoissa myös venytysmekanismi polvitaipessa voi olla hermovaurion taustalla. Peroneushermon vaurioitumisen oireita ovat nilkan heikentynyt dorsifleksio (riippunilkka), joka aiheuttaa muutoksia kävelyssä. Kantapäillä kävely myös vaikeutuu tai on mahdotonta. Erilaisia sensorisia oireita voi ilmetä jalkapöydän päällä, tai säären ulkosyrjällä. (Puustjärvi-Sunabacka & Salmi 2015.)

Edellä kuvaillun kaltaista peroneusheikkoutta voi aiheuttaa myös L5-hermojuuren vaurio, mutta tällöin vaurioon liittyy *radikulaarista* kipua ja lihasheikkoutta myös m. gluteus mediuksessa ja hamstring-lihaksissa. N. peroneus communiksen vaurio korjaantuu yleensä itsestään, mikäli altistavat tekijät saadaan eliminoitua. Paraneminen ei kuitenkaan tapahdu hetkessä, minkä vuoksi toipumisen aikana onkin hyvä ylläpitää heikkojen lihasten toimintaa, suojata niveltä virheasunnoilta ja suojata ympäröiviä tukikudoksia liialta venymiseltä. On myös olemassa erilaisia tukia, joilla voidaan tukea nilkan puutteellista toimintaa. Esimerkiksi peroneustuella (kuva 3) voidaan tukea nilkkanivel neutraali-asentoon, mikäli oma lihasvoima ei riitä nilkan koukistamiseen. (Puustjärvi-Sunabacka & Salmi 2015.)



KUVA 3 Perinteinen riippunilkan tukemiseen tarkoitettu peroneustuki (Respecta 2018)

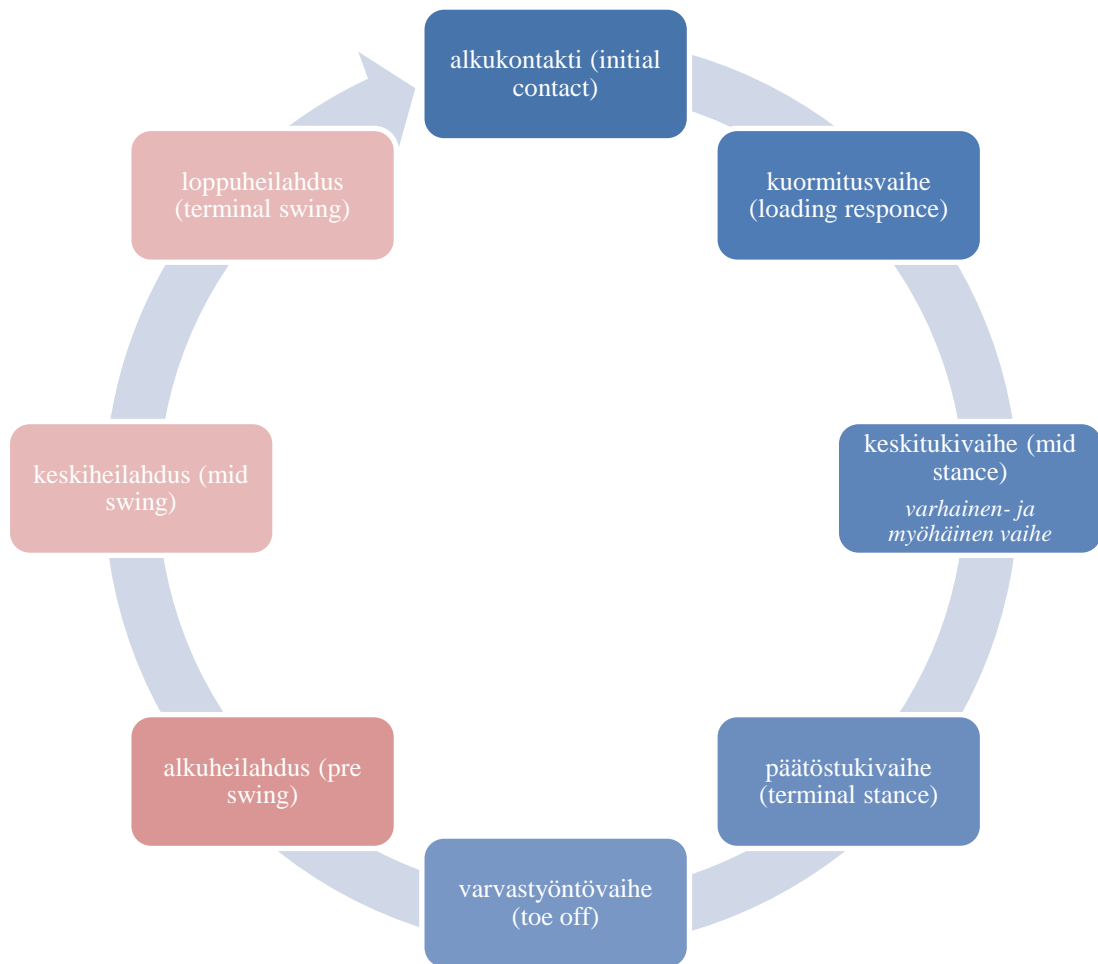
### 3 KÄVELY

Kävelyllä tarkoitetaan monimutkaista liikesarjaa, joka nivoutuu sulavaksi yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Tähän kokonaisuuteen kuuluvat ala- ja yläraajojen liikkeet sekä vartalon liikkeet. Painovoima ja *inertia* ovat kävelyn pääasiallisia energianlähteitä. Lihaskäytön käyttö on tarpeen lähinnä painovoiman vaikutuksen jarruttamiseksi, nivelten vakauttamiseksi sekä iskunvaimentajana toimimiseksi. Kävely on energiankulutuksen kannalta säästävää. (Ahonen 2014, 137-138.) Kävely yhdistää hermo-lihasjärjestelmän toiminnan, reaktiivoimat, niveliin kohdistuvat vääntömomentit, taloudellisuuden sekä tasapainon (Avela, Perttunen & Järvinen 2012, 45).

#### 3.1 Askelsykli

Askelsyklillä (gait cycle) viitataan liikkeeseen, joka tapahtuu yhden askelparin aikana. Askelsykli kestää noin yhden sekunnin ajan. Askeleen päävaiheet ovat tukivaihe (stance phase), joka kattaa askelsyklistä noin 60%, sekä heilahdusvaihe (swing phase), joka kattaa loput 40 %. Yhden askeleen keskimääräinen normaalinopeus on noin 1 sekunti, jolloin tukivaihe kestää todellisuudessa 0.6 sekuntia ja heilahdusvaihe 0.4 sekuntia. (Ahonen 2014, 139-140; Norris 2000, 212-213.) Tukivaihe voidaan jakaa viiteen toiminnalliseen osaan, ja heilahdusvaihe kolmeen. Tukivaihe päättyy alaraajan irrotessa alustasta, ja siirtymässä heilahdusvaiheeseen. (Ahonen 2014, 14.)

Askelsykli alkaa alkukontaktista, ja päättyy saman alaraajan osuessa seuraavan kerran alustaan. Kävely voidaan jakaa myös kehittymisen vaiheeseen, rytmiseen vaiheeseen ja hidastumisvaiheeseen. Kehittymisen vaiheessa paikallaan olo muuttuu liikkeeksi, ja vauhti kiihtyy normaaliin kävelynopeuteen. Tästä siirrytään rytmiseen vaiheeseen, joka koostuu syklisistä, toistuvista liikkeistä, jotka käsittävät valtaosan normaalista kävelystä. Hidastumisvaihe alkaa, kun kävelynopeus hidastuu, ja lähestytään pysähtymistä. (Ahonen 2014, 139-140.) Alaraajoissa toteutuu kävelyn aikana kolme tehtävää: kuormituksen vastaanotto, yhden alaraajan tuki ja kehon siirtyminen sen yli sekä vapaan raajan eteneminen. Näiden tehtävien aikana keho siirtyy eteenpäin. (Ahonen 2014, 14.) Olemme kuvanneet askelsyklin graafisesti seuraavassa kuviossa 1.



KUVIO 1. Askelsykli Ahosta (2014) mukailten. Tukivaihe sinisellä, ja heilahdusvaihe punaisella kuvattuna.

Seuraavissa askelsyklin vaiheita kuvaavissa kappaleissa ilmoitetut prosentit kertovat ajallisesti, mihin kohtaan sykliä mikäkin vaihe sijoittuu. Tukivaiheen alussa kantaluun keskiosa tekee ensikontaktin alustaan alkukontaktiksi kutsutussa vaiheessa. Kuormitus ja paine kohdistuvat tällöin kantapäähän. Alkukontaktissa jalkaterän ylempi nilkkanivel on dorsifleksiossa keskimäärin noin 90 asteen kulmassa, ja alempi nilkkanivel noin 2-4 asteen supinaatiossa. (Väyrynen, 2016.) Alkukontaktivaihe tapahtuu 0 –2 % kohdalla askelsykliä. Alkukontaktin jälkeen seuraa kuormitusvaihe, jonka tehtävänä on vaimentaa iskua, tuottaa jalkaan stabiilitteettivalmiutta kehon painon kannatteluun, sekä säilyttää eteenpäin suuntaavan liikkeen jatkuvuus. Askeleen ensimmäinen iskunvaimennus alustasta tulevaa reaktiovoimaa vastaan tapahtuu nilkan ja polven strategioilla, jotka olemme kuvanneet lyhyesti kappaleessa 4.3. Alemmassa nilkkanivelessä tapahtuu iskunvaimennus nopean eversion sekä polven flexion kautta. Kuormitusvaihe kattaa 2-12 % askelsyklistä. (Perry & Burnfield 2010, 11, 71-72.)



Kuormitusvaihetta seuraavan keskitukivaiheen tehtävänä on vakauttaa kehon asento, kun koko kehon paino on yhden alaraajan varassa. Nilkan ylempi nivel toimii liikkeen tukipisteinä kehon massan liikkeessä eteenpäin. Keskitukivaihe kattaa noin 12-31 % askelsyklistä, ja se jaetaan varhaiseen ja myöhäiseen vaiheeseen. Varhainen tukivaihe alkaa toisen, heilahtavan jalan aloittaessa askelsyklin heilahdusvaiheensa. Varhaisessa tukivaiheessa raaja ylittää nilkan eteenpäin suuntautuvan liikkeen myötä, ja nilkkaan muodostuu dorsifleksio. (Perry & Burnfield 2010, 12.) Jalan sisäkaari joustaa ja madaltuu sääriluun eteenpäin suuntautuvan liikkeen luoman paineen ansiosta, ja jalka pronatoi ottaakseen kehon painon vastaan. Myöhäistukivaiheessa heilahtava jalka saa aikaan lantion kiertymisen, jolloin tukijalkaan muodostuu ulkokierto vaimentamaan edelleen alustasta jalkaan kohdistuvaa iskua. Ulkokierto aiheuttaa myös alemman nilkkanivelen supinaatioon suuntautuvan liikkeen. Ylemmän nilkkanivelen passiivinen dorsifleksio lisääntyy säären liikkeessä edelleen eteenpäin, aiheuttaen jalan sisäkaaren kohoamisen. (Väyrynen, 2016.)

Keskitukivaiheen myöhäisen vaiheen jälkeen askelsykli siirtyy päätöstukivaiheeseen, jonka aikana kantapää irtoaa lattiasta. Tällöin kehon paino keskittyy hetkeksi yhden jalan päkiälle. Vaiheen aikana painopiste siirtyy tukijalan etuosaan kehon kaatuessa eteenpäin. Vaihe kattaa 31-50 % koko syklistä. (Väyrynen, 2016.) Kantapään kohoaminen on alussa maltillista, sillä nilkan plantaarifleksorilihakset eivät tee vielä aktiivista ponnistusta. Vaiheen loppuosassa pohkeen plantaarifleksorit aktivoituvat ja siirtävät kehon painoa jalan sisäsyrylle, ja tämän kautta lähemmäs kehon massakeskipistettä. (Sandström & Ahonen 2013, 303-304.)

Päätöstukivaihetta seuraa varvastyöntövaihe, joka kattaa noin 50-62 % askelsyklistä. Varvastyöntövaiheessa toinen jalka suorittaa alkukontaktin alustaan, jolloin muodostuu askelsyklin ainoa kaksoistukivaihe, jonka aikana molemmat jalat ovat kontaktissa alustaan. Kehon paino siirtyy nopeasti taemmalta jalalta etummaiselle. (Perry & Burnfield 2010, 76.) Takimmaisesta jalan vaikutus liikkeen etenemiseen lakkaa, ja liike rullaa jalkaterän 1. ja 2. metatarsaaliluun välistä, kun reisi alkaa heilahtamaan eteenpäin. (Sandström & Ahonen, 2013, 306).

Syklin viimeinen päävaihe, heilahdusvaihe (62-100 % syklistä), voidaan jakaa kolmeen osaan; alkuheilahdukseen (62-75 %), keskiheilahduksen (75-87 %) ja loppuheilahdukseen (87-100 %). (Perry & Burnfield 2010.) Alkuheilahduksessa ponnistava jalka lähtee liikkumaan eteenpäin luoden kiihdyttävää liikettä, kunnes jalka saavuttaa toisen jalan,

joka on sen aikainen tukijalka. Polven noin 60 asteen fleksio yhdistettynä lonkan koukistukseen muodostavat vaiheen tärkeimmän jalkaterää nostattavan vaikutuksen. Keskiheilahdusvaihe jatkaa jalan eteenpäin suuntautuvaa heilahdusta alkaen ensin tukijalan rinnalta päättyen säären pystysuoraan asentoon. Nilkka suorittaa lievän dorsifleksion, vaikka etenevää liikettä tapahtuu tässä vaiheessa vähemmän, kuin alku- tai loppuheilahduksen aikana. (Väyrynen, 2016) Loppuheilahdus päättää syklin, kun heilahtava jalka tekee taas alkukontaktin alustaan. Ylemmän nilkkanivelen aktiivinen dorsifleksio tapahtuu tässä vaiheessa sykliä. Loppuheilahduksen lihasaktivaatio valmistee säären etupuolen lihaksistoa uuteen alkukontaktiin ja ottamaan jälleen kehon painon vastaan. Askel etenee heilahtavan jalan momenttivaikutuksen viedessä liikettä eteenpäin, ja kehon kaatuessa eteenpäin tukijalan päätöstukivaiheen aikana. (Perry & Burnfield 2010, 76.)

### **3.2 Kävelynopeus**

Ihmisten luontainen kävelynopeus on hyvin yksilöllinen ominaisuus, joka vaihtelee myös tilanteen mukaan, ja kävely-ympäristöstä riippuen. Ympäristössä vaikuttavia tekijöitä voivat olla esimerkiksi kävelymatkan pituus, kävelykengät tai kävelytilan koko. Kävelynopeuden voi matemaattisesti laskea kertomalla askeltiheyden (cadence) askelparin pituudella. Kävelynopeutta kannattaa aina kävelyä tutkittaessa mitata, koska se vaikuttaa oleellisesti kävelyn muihin osatekijöihin, sekä niissä tapahtuneisiin muutoksiin. Ihmisen luonnollinen kävelynopeus säilyy lähes samana 70. ikävuoteen saakka, minkä jälkeen se alkaa laskea noin 15 % vuosikymmenessä. (Avela, Perttunen & Järvinen 2012, 46-47.)

### **3.3 Peroneuspareesin vaikutus kävelyyn**

Neurologisten sairauksien yhteydessä liikkumis- ja kävelykyky usein vaikeutuu. Kävelyn analysoinnin ja mittaamisen pohjalta voidaan tunnistaa niitä mekanismeja, joiden takia kävelystä saattaa tulla normaalista poikkeavaa tai jopa patologista. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2011-2014.)

Normaalissa kävelyssä nilkkanivelen dorsifleksiota tuottavat lihakset aktivoituvat kahdesti askelsyklin aikana. Kuormitusvaiheen aikana dorsifleksiota tuottavat lihakset jarruttavat ojentavaa plantaarifleksio-liikettä, näin ollen sallien jalan pehmeän laskeutumisen

alustalle. Mikäli dorsifleksoreiden voima on heikko tai se puuttuu kokonaan, jalkaterä läpsähtää alustaan. Dorsiflektorit aktivoituvat myös heilahdusvaiheen aikana irrottaen jalkaterän alustasta, ja ylläpitäen riittävän etäisyyden alustaan heilahdusvaiheen aikana. Mikäli jalkaterä ei irtoa alustasta, varpaat laahaavat alustaa pitkin heilahdusvaiheen aikana (toe drag). Varpaiden laahausta kompensoidaan usein liioitellulla lonkan ja polven koukistuksella, jolloin jalkaterä saadaan nostettua ylemmäs alustasta. (Whittle 2007, 117.)

Sujuvan kävelyn perusedellytys on, että henkilö pystyy kannattelemaan kehonsa painon kummallakin jalalla, ja tasapainon täytyy säilyä dynaamisesti tai staattisesti yhden jalan tukivaiheen ajan. Sujuva kävely myös edellyttää tiettyä voimatasoa raajojen liikkeiden aikaansaamiseksi, sekä vartalon eteenpäin viemiseksi. Tavanomaisessa kävelyssä edellä mainitut edellytykset saavutetaan ilman suurempia ponnisteluja tai näkyvää vaikeutta. Patologiset kävelyt, kuten peroneuspareesin aiheuttama riippunilkka, vaativat epänormaalien liikemallien käyttämistä, mikä lisää henkilön energiankulutusta kävelyn aikana. (Whittle 2007, 101.)

## 4 TASAPAINO

### 4.1 Tasapainon määritelmä

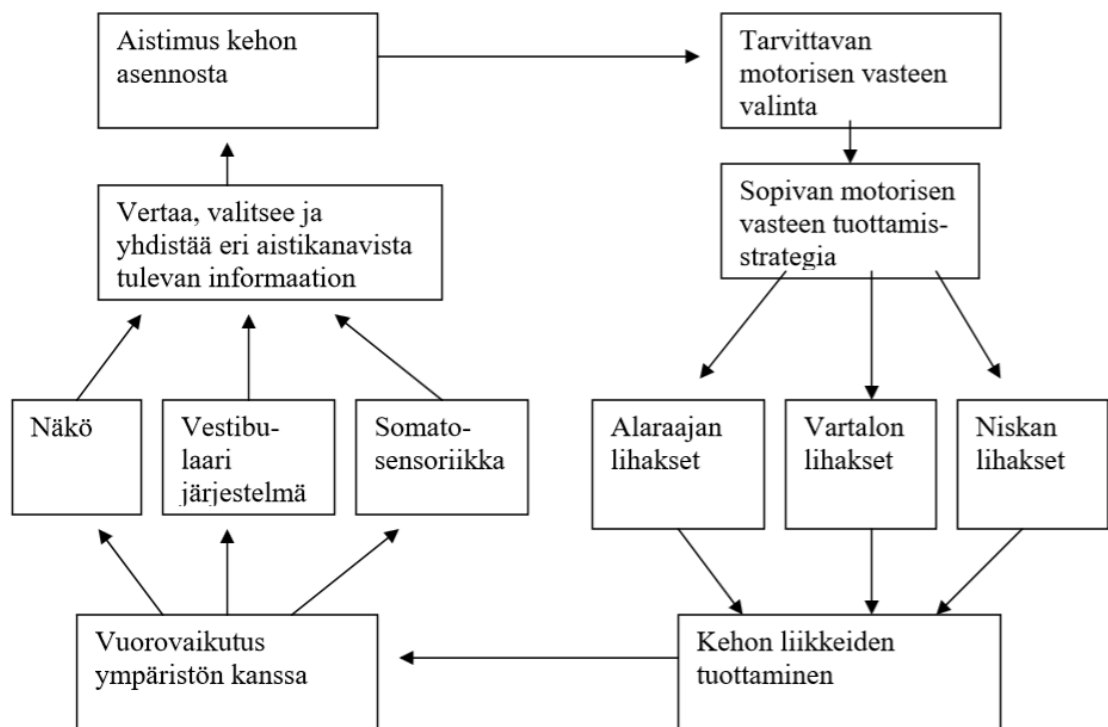
Tasapaino ei merkitse ainoastaan tietyn yhden asennon ylläpitämistä, vaan asentoja, jotka voidaan suorittaa tiettyjen tilarajoitusten puutteissa. Mekaanisesta näkökulmasta tasapaino tarkoittaa kehoon vaikuttavien pystyasentoa ylläpitävien ja sitä horjuttavien voimien välistä yhtäläistä suhdetta. (Sandström & Ahonen, 2013.)

Tasapaino voidaan lyhyesti määritellä myös kykynä säädellä kehon painopistettä tukipinnasta saatavan sensorisen informaation pohjalta. Painopisteellä tarkoitetaan avaruudellista pistettä, jonka kautta kehoon kohdistuvan painon vaikutussuora kulkee. Jos ajatellaan puhtaasti biomekaniikan kannalta, ihminen on tasapainossa silloin, kun kehon painopisteen kautta piirretty luotisuora osuu tukipintaan, joka muodostuu kehon eri osista (perusliikkumisessa yleensä jalkapohjista). Mitä kauempana painopisteestä piirretty luotisuora on tukipinnan keskustasta, sitä enemmän lihastyötä ihmisen on tehtävä tasapainon säilyttämiseksi. Painopiste ylittää tämän tukipinnan useissa arkipäivän tilanteissa, koska se edesauttaa liikkeen aikaansaamista. Jotta kehon painopiste pysyisi mahdollisimman keskellä tukipinnan keskikohtaa, keho tekee jatkuvasti pieniä tasapainottavia liikkeitä ja huojuu hieman. Näiden liikkeiden tarkoitus on pitää keho ja kehon painopiste mahdollisimman paikoillaan. (Kauranen & Nurkka 2010, 340-341.)

### 4.2 Tasapainoa ylläpitävä aistijärjestelmä

Tasapainon ylläpito perustuu siihen, että sisäkorvan tasapainoelin ja näköaisti hallitsevat vartaloon kohdistuvaa jatkuvaa huojuntaliikettä. Ihmisen seistessä paikoillaan, paino jakautuu tasaisesti kummallekin alaraajalle. Paino ohjautuu sääriluun kautta telaluun keskelle jalkapohjien muodostaman tukipinnan sisälle. Jalkaterän alla paino jakautuu tasan jalkaterän etu- ja takaosan kesken. Tämä saa aikaan akillesjänteen ja pohkeen lihasryhmien aktivoitumisen, jolloin kantapäähän kohdistuva paine kevenee, ja päkiään kohdistuva paine kasvaa. (Klemola 2012, 433.) Tasapainon ylläpitämisen onnistumiseksi ihmisen aistijärjestelmä kerää informaatiota monista eri kanavista (Sandström & Ahonen

2013, 51). Seuraava kuvio 2 selkiyttää tasapainon ylläpidosta vastaavien elinjärjestelmien toimintaa.



KUVIO 2. Tasapainon hallintajärjestelmä (Allison 1995; Sihvonen 2004) Mäkelän (2005, 8) mukaan

Aiemmassa kuviossa mainittua vestibulaarijärjestelmää voidaan kutsua myös tasapainojärjestelmäksi. Ihmisen tasapainojärjestelmä voidaan jakaa sentraaliseen ja perifeeriseen järjestelmään. Sentraalisella järjestelmällä tarkoitetaan ydinjatkeen alueella sijaitsevia neljää tasapainotumaketta. Perifeerisellä järjestelmällä tarkoitetaan kummassakin sisäkorvassa sijaitsevaa tasapainoelintä, joiden tasapainoreseptorit voidaan jakaa asento- ja liikereseptoreihin. Asentoreseptoreja ovat soikea- ja pyöreä rakkula. Liikereseptoreita puolestaan ovat kolmessa eri tasossa olevat kaarikäytävät. (Kauranen & Nurkka 2010, 342-343.)

#### 4.2.1 Sentraalinen järjestelmä

Sentraalisen järjestelmän muodostavat neljä aivorungon tasapainotumaketta. Tumakkeet yhdistävät näköaistin, lihasten, luuston ja ihon aistinkokemukset näihin sisäkorvassa ais-

tittuihin paineen vaihteluihin, jolloin eheä kuva asennon tasapainosta voi syntyä. Tasapainotumakkeista tieto siirtyy eteenpäin hermosyitä pitkin ensisijaisesti neljälle alueelle; selkäyttimeen (missä tapahtuu luustolihaksia ohjaavien refleksien hermotus), aivorungon muihin tumakkeisiin (jotka hallitsevat silmien lihasten refleksejä), pikkuaivoihin (joissa automaattiset toiminnot koordinoidaan tarkemmin), sekä aivokuorelle (jolla tapahtuu asennon ja liikkeen tiedostaminen.) (Haug, Sand, Sjaastad & Toverud 2009, 168.)

#### **4.2.2 Perifeerinen järjestelmä**

Perifeerinen järjestelmä, eli tasapainoelin on tärkeä ja ratkaiseva anatominen rakenne koordinoitujen ja hallittujen liikkeiden tuottamiselle, sillä se tuottaa hermostolle puuttuvan informaation asennosta ja liikkeistä aistimalla pään liikkeiden kiihtyvyyttä. Tasapainoelimesta tieto siirtyy edelleen sentraalisiin tasapainotumakkeisiin kahdeksannen aivohermon, tasapaino-kuulohermon (n. vestibulocochlearis) kautta. (Haug ym. 2009, 165-168.)

Sisäkorvan asentoreseptoreihin kuuluvat soikea- ja pyöreä rakkula edesauttavat ylös-alas-suuntien aistimista sekä asennon ylläpitoa. Soikea- ja pyöreä rakkula välittävät tietoa pään orientaatiosta pystyasentoon nähden. Muutokset eri sensoristen hermosyiden impulssitiheyksissä tuottavat keskushermostolle tietoa pään kallistuskulmasta. (Haug ym. 2009, 165-168.)

Sisäkorvan liikereseptoreihin kuuluvat kaarikäytävät reagoivat pään kulmakihtyvyyteen, eli kiertoliikkeisiin. Aivojen havainnoissa ja verratessa eri kaarikäytävistä tulevia hermoimpulsseja toisiinsa, pystytään niiden avulla määrittelemään kaikki pään kiertosuunnat. (Haug ym. 2009, 165-168.) Kaarikäytävien eri osat aistivat erilaisia liikkeitä. Etummainen kaarikäytävä aistii pään nyökkäävää liikettä, takimmainen pään sivukallistusta ja lateraalinen pään pyöritystä. Jokaisen kaarikäytävän tyvessä on avartuma, ampulla, joka sisältää värekarvallisia kaaritiehien reseptorisoluja. Värekarvasolut aktivoituvat pään liikkeissä, kun kaaritiehyeissä liikkuvassa nesteessä tapahtuu paineen muutoksia. (Kauranen & Nurkka 2010, 342-343; Sandström & Ahonen, 2013.)

### 4.2.3 Näköaisti

Ihminen saa suurimman osan informaatiostaan näköaistin välityksellä. Näköaistilla on keskeinen merkitys tasapainon säilyttämisen ja kontrolloinnin suhteen. Näköaisti välittää informaatiota esimerkiksi lähiympäristön oleellisista kohteista ja niiden sijainnista, sekä mahdollisesta liikkumisnopeudesta. Ihmisen näköaivokuoren neuronit käsittelevät ympäristöstä tulevaa visuaalista informaatiota pääosin erilaisten viivojen pohjalta. Tästä syystä erilaisilla vaaka- ja pystyviivoilla näkökentässä on keskeinen merkitys oman paikan ja asennon ympäristössä hahmottamisessa. (Kauranen & Nurkka 2010, 345-348.)

Näköaisti toimii tiiviissä yhteistyössä tasapainojärjestelmän kanssa erityisesti tilanteissa, joissa ympäristössä tapahtuu runsaasti muutoksia. Näiden järjestelmien keräämän informaation pohjalta aivot päättävät, liikkuuko kehoa ympäröivä todellisuus, keho vai molemmat niistä. Ihminen kykenee näköaistin avulla mukauttamaan asentoaan ja liikkeitään todella tarkasti. Tasapainoa ajatellen molempien silmien normaali toiminta ja yhteistyö ovat todella tärkeitä, sillä ne muodostavat yhdessä syvyyssnäön, sekä riittävän laajan näkökentän. (Houglum 2016, 162-163.)

### 4.2.4 Somatosensorinen järjestelmä

Somatosensorinen järjestelmä muodostuu proprioseptisestä järjestelmästä sekä tuntoaistista. Proprioseptinen järjestelmä välittää keskushermostolle tietoa lihasten pituudesta, jännitystasosta sekä nivelten asennoista. Tätä tietoa välittävät sensoristen hermojen päissä sijaitsevat tietyille ärsykkeille herkistyneet reseptorit, joita sijaitsee lihaksissa, jänteissä, nivelissä sekä ihossa. Näistä reseptoreista tasapainon hallinnan kannalta tärkeimpiä ovat lihassukkula, Golgin jänne-elin, nivelten proprioseptorit, ihon mekanoreseptorit ja vapaat hermopäätteet. Reseptorien tehtävänä on muuntaa erilaiset ärsykkeet, esim. venytys, paine, kosketus, lämpötila, keskushermoston ymmärtämään muotoon, ja tarjota keskushermostolle palautejärjestelmä motoristen yksiköiden toiminnan säätelyyn. (Kauranen & Nurkka 2010, 349.)

Proprioseptio koostuu asentotunnosta (kehon osien asennon aistiminen ja niiden sijainti toisiinsa nähden), liikehavainnosta (ilman näköaistia nivelten asentojen muuttumisen ais-

timinen) sekä voiman aistimisesta (tiettyyn liikkeen edellyttämän voiman määrän arviointi). Proprioseptinen ketju ulottuu silmän liikuttajalihaksista aina varpasiin saakka. (Sandström & Ahonen, 2013.) Ihminen kontrolloi tasapainoa, koordinaatiota sekä ketteryyttä proprioseptiikan avulla. Nämä mahdollistavat nopean, tarkan ja tehokkaan liikesuorituksen. (Houglum 2016, 156.)

Tuntoaisti poikkeaa muista ihmisen aisteista oleellisesti, sillä tuntoaistin aistielimiä löytyy ympäri kehoa. Muiden aistien aistielimet sijaitsevat pienellä alueella päässä. Ihon sensorisiin aistielimiin kuuluvat mekanoreseptorit, joita sijaitsee ihon eri kerroksissa. Mekanoreseptoreihin kuuluvat Meissnerin keräset, Pacianin keräset ja Merkelin kiekot, jotka aistivat ihoon kohdistuvaa painetta. Ihon venymistä sen sijaan aistivat Ruffinin päätteet. Ihon muotoon vaikuttamatonta kevyttä kosketusta aistivat ihon vapaat hermopäätteet. (Kauranen 2011, 168-169.)

### **4.3 Tasapainostrategiat**

Tasapainostrategiat ovat kehon kaavamaisia toimintamalleja, jotka ovat kaikille ihmisille ominaisia. Tasapainostrategioiden avulla ihminen pyrkii ylläpitämään tasapainonsa esimerkiksi yllättävissä tilanteissa. (Kauranen 2011, 183-188.) Tasapainostrategioiden avulla epävakaata seisoma-asentoa pyritään korjaamaan saattamalla kehon painopiste takaisin tukipinnan sisäpuolelle. Keho pyrkii säilyttämään tasapainon lihassynergioiden kautta, jotka ovat hermoston säätelemiä nivelten vapausastetta rajoittavia toimintoja. Lihassynergia tarkoittaa lihasten yhteistoimintaketjua, jossa tietyt kehon lihakset supistuvat yhtä aikaa. Nopeat lihassupistukset ohjautuvat ensisijaisesti selkäydintason venytysrefleksin kautta, ja hitaammat synergiat tapahtuvat taas ilmeisesti isoivokuoren säätelemänä. (Sandström & Ahonen 2013, 60-61.)

Tasapainostrategiat voidaan jakaa nilkkastrategiaan, lonkkastrategiaan, painopisteen alentamisstrategiaan sekä askeleen ottamisstrategiaan. Näiden strategioiden lisäksi tasapainoa voidaan pyrkiä ylläpitämään erilaisten ennakoivien toimintojen tai tahdonalaisten liikkeiden avulla. (Kauranen 2011, 183-188.) Nilkkastrategian avulla ihminen korjaa lähinnä eteen-taakse-suuntaista huojuntaa silloin, kun huojunnan korjaamisen tarve on pieni. Kun huojunta on liian suurta nilkkastrategialla korjattavaksi, otetaan käyttöön lonk-



kastrategia, joka korjaa huojuntaa etu-, taka- ja sivuttaissuunnissa. Kun nilkka- ja lonkkastrategia eivät riitä tasapainon ylläpitämiseen, käytetään askellusstrategiaa, joka tarkoittaa tasapainoa korjaavaa askelta. Painopisteen alentamisstrategialla tarkoitetaan molempien polvien ja lonkkien koukistamista painopisteen alaspäin siirtämiseksi, ja alaraajojen lihasvoiman hyödyntämiseksi. (Sandström & Ahonen 2013, 169-170; Kauranen 2011, 185.)

## 5 KOMPRESSIOVAATE RIIPPUNILKAN TUKEMISESSA

### 5.1 Kompressiovaatteen toimintaperiaate

Opinnäytetyössämme käytetty peroneussukka on mittatilauksena Lymedin valmistama prototyyppi. Kompressio- ja painevaatteiden vaikutus perustuu vaatteeseen kontrolloidusti toteutettuun paineeseen. Painevaatteissa paine tuotetaan tasaisesti koko vaatteen pinta-alalle. Kompressiovaatteissa, kuten opinnäytetyömme peroneussukassa, paine alenee progressiivisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että paine on voimakkaimmillaan kehon distaaliosissa, ja kevenee kehon keskiosaa kohden. Lääkinnälliseen käyttöön tarkoitetun kompressiovaatteen tuottama paine ilmoitetaan elohopeamillimetreinä (mmHg). Kompressioluokka määrittyy hoidettavan vamman, sairauden tai hoidettavan alueen mukaan (kuvio 3). Paine syntyy vaatteeseen hoidettavan alueen ympärysmitan, ja vaatteen ympärysmitan negatiivisesta suhteesta. Vaatteen paine lasketaan matemaattisesti Laplacen lakiin sekä materiaalin venyvyys- ja palautumisominaisuuksiin perustuen. (Lymed 2018a.)

PAINETASOT Tasainen paine		TEOREETTISET PAINETASOT
<b>Skin™-tuotteet</b>	23 - 30 mmHg	Painetasoon vaikuttavat tuotteen koko ja kudoksen rakenne. Vakiokokoisissa tuotteissa koon valinnalla voi halutessaan vaikuttaa painetasoon. Toteutunut paine voi vaihdella potilaskohtaisesti.  Lymed® Sense™-tuoteryhmän mittatilaustuotteet vastaavat moninaisiin asiakastarpeisiin ja erikoisratkaisuihin, minkä takia painetasot tuoteryhmän sisällä voivat vaihdella huomattavasti.  Lymed® Well-being™-tuotteet tehdään tasaisen paineen ja erittäin kevyen kompression yhdistelmänä.
<b>Sense™-tuotteet</b>	10 - 30 mmHg	
<b>Interim &amp; Light™-tuotteet</b>	10 - 18 mmHg	
<b>Post-operation™-tuotteet</b>	23 - 30 mmHg	
<b>Well-being™-tuotteet</b>	10 - 18 mmHg	
KOMPRESSIOLUOKAT CCL Progressiivinen paine		KOMPRESSIOLUOKKIEN SUUNTA-AANTAVAT KÄYTTÖSUOSITUKSET
<b>Compression™-tuotteet</b>	<b>A</b> 10 - 14 mmHg	<b>CCL A - ennaltaehkäisy:</b> Henkilöt, joilla alittuuta imunestekierron häiriöihin, lievä/ohimenevä turvotus, laajentuneet verisuonet.
	<b>I</b> 15 - 21 mmHg	<b>CCL I - mieto:</b> Suonikohjut, päivittäinen turvotus eli lymfaödeema, raajojen kärkeosien sinerrytys, suonikohjuleikkauksien ja laajentuneiden verisuonten laseroinnin jälkihoito, nivelrikko.
	<b>II</b> 23 - 32 mmHg	<b>CCL II - keskivahva:</b> Laskimotukoksen ja keuhkoembolian hoito, säärihaavojen hoito, suonikohjuleikkauksien ja laajentuneiden verisuonten laseroinnin jälkihoito, trauman jälkihoito, laskimovajaatoiminta, parantumaton lymfaödeema, lipoedeema.
	<b>III</b> 34 - 46 mmHg	<b>CCL III - vahva:</b> Vakava lymfaödeema, krooninen ihonalaiskudoksen tulehdus, parantumaton lymfaödeema.
	<b>IV</b> < 49 mmHg	<b>CCL IV - erittäin vahva:</b> Ylläolevat tilat äärimmäisen vakavassa muodossa.

KUVIO 3. Painetasot ja kompressioluokat (Lymed 2018a)

## 5.2 Tutkimuksessa käytetty kompressiovaate



KUVA 4. Tutkimuksessa käytetty Lymedin yksilöllisesti valmistama peroneussukan prototyyppi (Kuva: Jenna Laikola 2018)

Peroneuspareesin aiheuttamaa riippunilkkaa on perinteisesti tuettu kiinteillä peroneustuilla, joilla tuetaan nilkkanivel neutraaliasentoon (Puustjärvi-Sunabacka & Salmi 2015). Tutkimuksessa käytetyt peroneussukat mahdollistavat elastisuutensa ansiosta enemmän nilkan luontaista liikettä, kuin kiinteät peroneustuet. Peroneussukkaa voidaan myös käyttää ilman kenkiä. Elastisten tukien puolesta puhuu myös Van der Wilkin ym. (2015) systemaattinen kirjallisuuskatsaus sääriortoosien vaikutuksesta nilkan toiminnanvajauksesta kärsivien henkilöiden aktiivisuuteen. Kirjallisuuskatsaus käsitti kokonaisuudessaan 24 tutkimusta. Kirjallisuuskatsauksen mukaan henkilöt, joilla ilmeni dorsifleksioheikkoutta, hyötyvät enemmän elastisesta tuesta, kuin perinteisestä pohkeen taakse nousevasta sääriortoosista. Kirjallisuuskatsauksen mukaan käyttäjät kokivat elastiset tuet myös miellyttävämpinä käyttää. (Van der Wilk ym. 2015.)

Opinnäytetyönä toteutetussa tutkimuksessa käytetyt peroneussukat ovat prototyyppejä. Tuotteesta on kaksi erilaista versiota; kevyen peroneustuen kompressiosukka sekä vahvan peroneustuen kompressiosukka. Sukassa on elastisen peroneustuen lisäksi progressiivinen kompressio, ja yhdessä ne täydentävät toisiaan kävelyn tukemiseksi. Kevyen- sekä vahvan peroneustuen kompressiosukkien painetasot elohopeamillimetreinä ovat 15-21 mmHg, eli ne kuuluvat CLL 1-luokkaan (kuvio 3).

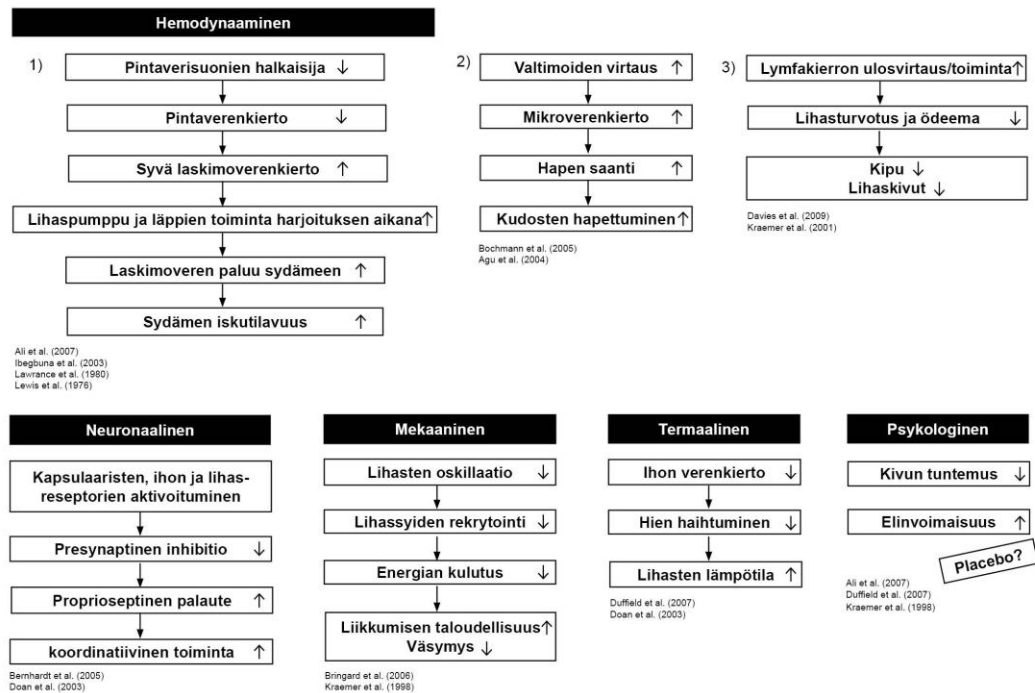
Sukassa on tarrapaikat jalkapohjassa, jalkapöydän päällä, sekä akillesjänteen kohdalla nilkan takana. Tarrapaikkoihin kiinnitetään erikseen tukiremmit, joiden tarkoituksena on tuottaa nilkkaan tukeva ja liikettä salliva dorsifleksio. Vahvan tuen peroneussukassa on näiden ominaisuuksien lisäksi varvaskuppi vetoremmillä, joka tukee askelta kohottamalla varpaita. Varvaskuppi vetoremmillä myös mahdollistaa käyttäjän turvallisemman liikkumista, mikäli nilkan dorsifleksio on hyvin puutteellinen, tai puuttuu täysin. Peroneussukkien prototyypit valmistettiin mittatilaustyönä tutkimushenkilöiden yksilöllisten mittojen mukaisesti. Ennen käyttöjakson alkua peroneussukan pukeminen ja oikeanlainen käyttö ohjattiin tutkimushenkilöille optimaalisen vaikutusmekanismin saavuttamiseksi.

### **5.3 Paine- ja kompressiovaatteiden vaikutusmekanismit**

Born, Sperlich ja Holberg (2013) ovat koonneet kirjallisuuskatsauksen ”Bringing Light into the Darkness: Effects of Compression Clothing on Performance and Recovery” kompressiovaatteiden vaikutuksesta suorituskykyyn ja palautumiseen. Kirjallisuuskatsaus käsitti 31 tutkimusta paine- ja kompressiovaatteista. Kirjallisuuskatsauksen mukaan kompressiovaatteen käyttö liikuntasuorituksen jälkeen voi vaikuttaa positiivisesti urheilijan palautumiseen. Lisäksi kompressiovaatteen käytöllä näyttäisi olevan positiivinen vaikutus voiman ja nopeuden palautumiseen, sekä lievittävä vaikutus lihasten turvotukseen ja harjoittelun jälkeiseen lihaskipuun. Suorituskykyä kompressiovaatteen käyttö sen sijaan ei näyttäisi kirjallisuuskatsauksen mukaan parantavan. (Born ym. 2013, 5-6, 12.) Kirjallisuuskatsauksessa on koottu kompressiovaatteen mahdollisia selittäviä vaikutusmekanismeja viiteen eri luokkaan, jotka on esitelty alla löytyvässä kuviossa 4.

### KOMPRESSIOVAATTEIDEN BIO- JA FYSIOLOGISET MEKANISMIT

Dennis-Perer Born et al. 2013. Bringing Light in to the Dark: Effects of Compression Clothing on Performance and Recovery. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2013, 8, 4-18



KUVIO 4. Kompressiovaatteiden bio- ja fysiologiset mekanismit (Born ym. 2013, 14) suomenkielinen modifioitu versio Lymed (2018c)

Kirjallisuuskatsauksessa kompressiovaatteiden käytön hemodynaamiset vaikutukset perustuvat pintaverisuonten halkaisijan pienenemiseen. Tämä aiheuttaa pinnallisen veren virtauksen hidastumisen, joka puolestaan saa laskimoverenkierron tehostumaan, sekä sydämen iskutilavuuden kasvamaan. Tehostunut laskimoverenkierto lisää myös mikroverenkiertoa, ja parantaa kudosten hapensaantia. Myös lymfaattisesta järjestelmästä on löydetty vastaava vaikutus. Lymfaattisen ulosvirtauksen tehostuessa pehmytkudosten turvotus vähentyy, ja turvotuksen aiheuttama kipu lievittyy. (Born ym. 2013, 13–14.)

Kompressiovaatteen käytön neuronaaalisia vaikutuksia voidaan selittää mekanoreseptoreiden aktivoitumisella, joka vähentää hermosolun presynaptisen kalvon inhibitiota. Tämä lisää proprioseptisen informaation määrää. Kirjallisuuskatsauksen mukaan nämä vaikutukset rajoittuvat todennäköisesti vain niihin mekanoreseptoreihin ja proprioseptoreihin, jotka sijaitsevat pinnallisissa kudoksissa. (Born ym. 2013, 13–14.)

Kompressiovaatteen käytön mekaanisten vaikutusten taustalla ovat kirjallisuuskatsauksen kuuluneiden tutkimusten mukaan lihasten värähtelyn vähentyminen. Värähtelyn vähentyminen vähentää liikesuorituksen kannalta tarpeettomien lihassyiden aktivoitumista.

Tämä puolestaan johtaa energiankulutuksen madaltumiseen, sekä liikkeen taloudellisuuden lisääntymiseen. Lämmönsäätelyyn kohdistuvat vaikutukset perustuvat siihen, että kompressiovaate toimii myös fyysisenä eristeenä. Lämmönsäätelyyn vaikuttavat sekundaarisesti myös kompressiovaatteen hermodynaamiset vaikutukset. Kompressiovaatteiden käytöllä on myös psykologisia vaikutuksia, jotka perustuvat kiputunteuksen vähenemiseen, joka puolestaan parantaa kompressiovaatteen käyttäjän elinvoimaisuuden tunnetta. (Born ym. 2013, 13-15.)

## 6 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Opinnäytetyömme tavoitteena on tuottaa tietoa Lymed Oy:n riippunilkan tukemiseksi kehitellyn peroneussukan prototyypin käyttöjakson vaikutuksista tutkimushenkilöiden tasapainoon, kävelynopeuteen, sekä heidän kokemukseen kävelykyvystään.

Opinnäytetyömme tarkoituksena on toteuttaa tutkimus ja kuvata tulokset 12 viikon pituisen peroneussukan käyttöjakson vaikutuksista tutkimushenkilöiden tasapainoon, kävelynopeuteen sekä heidän kokemukseen kävelykyvystään.

Opinnäytetyötä ohjaavat kysymykset ovat:

- ”Vaikuttaako peroneussukan 12 viikon käyttö kävelynopeuteen?”
- ”Vaikuttaako peroneussukan 12 viikon käyttö staattiseen tasapainoon?”
- ”Vaikuttaako peroneussukan 12 viikon käyttö tutkimushenkilöiden omaan kokemukseen kävelykyvystään?”

## 7 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

### 7.1 Tutkimusmenetelmät

Valitsimme opinnäytetyön aiheeseen sopivaksi tutkimusmenetelmäksi empiirisen kokeellisen yksittäistapaustutkimuksen, jossa tarkastelimme kahta tutkimushenkilö yksittäisinä tapauksina. Yksittäistapaustutkimus on tyypillisesti monipuolinen, joustava sekä monia eri tiedonhankintamenetelmiä hyödyntävä tutkimusmenetelmä. Tapaustutkimuksessa tutkitaan joko yhtä tai useampaa tutkimushenkilöä. (Aaltola & Valli 2015, 183-189.) Kokeellisen tutkimuksen avulla voidaan tutkia ilmiöiden vaikutusta toisiinsa tutkimusta varten kontrolloidusti luodussa ympäristössä tai tilanteessa. Kokeellinen tutkimus soveltuu hyvin tutkimuksiin fysioterapian alalla, kun halutaan mitata annetun terapian, tai tässä tapauksessa kehitellyn tuotteen, aiheuttamaa muutosta ihmisen toiminnassa. Tutkimushenkilöt toimivat itse omina kontrolleinaan, eli heidän omia alku- ja loppumittaustuloksiaan vertaillaan keskenään. Yksittäistapaustutkimuksen tuloksilla ei pyritä yleistettävyyteen, vaan tulokset toimivat esimerkinomaisesti. (Danner & Danner 1991, 92-93; Koivula, Suihko, & Tyrväinen 2003, 19.)

Tutkimuksemme sisältää sekä kvalitatiivisen, että kvantitatiivisen tutkimusotteen piirteitä, eli kyseessä on triangulaatio. Kvalitatiivisen, eli laadullisen tutkimusmenetelmän tarkoituksena on tuottaa tietoa pienestä koeryhmästä, mutta tuloksia pyritään analysoidaan resurssit huomioiden mahdollisimman tarkasti. Kvantitatiivisen, eli määrällisen tutkimusmenetelmän tarkoituksena on selvittää asioiden välisiä riippuvuuksia tai kuvata tutkittavassa ilmiössä tapahtuneita muutoksia. (Heikkilä 2008, 16.) Tutkimuksemme tuottaa kvalitatiivista tietoa tutkimushenkilöiden omasta kokemuksesta kävelykykyynsä liittyen, ja kvantitatiivista tietoa tutkimushenkilöiden staattisesta tasapainosta ja kävelynopeudesta.

Suoritimme opinnäytetyömme tutkimuksen alussa alkumittauksen, jonka tuloksia vertasimme 12 viikon käyttöjaksoa seuranneen loppumittauksen tuloksiin. Käyttöjakson aikana kompressiovaate oli tutkimushenkilöillä käytössä keskimäärin kuusi tuntia päivässä. Tutkimushenkilöt täyttivät käyttöjakson ajan peroneussukan käyttötaulukkoa (liite 2), johon he kirjasivat ylös sukan päivittäisen käyttöajan tunteina. Opinnäytetyömme tutkimuksen aineisto on kerätty tammi-huhtikuussa 2018 alku- ja loppumittausten avulla.

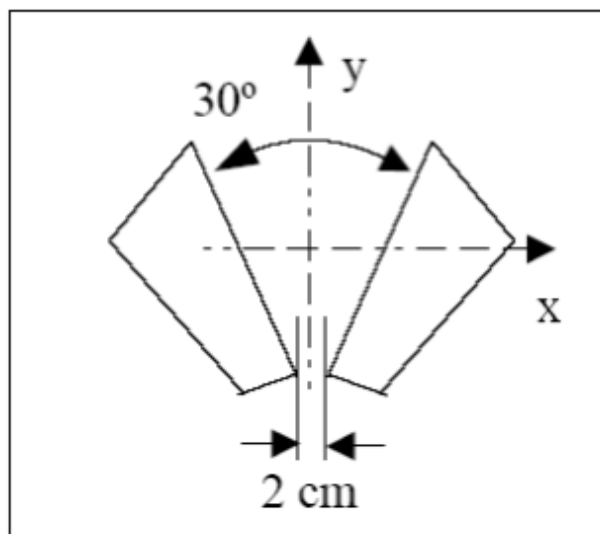


Kaikki mittaukset, jotka on suoritettu aineiston keräämiseksi, suoritettiin Tampereen ammattikorkeakoulun tiloissa.

### 7.1.1 HUR-tasapainolevy tasapainon mittauksessa

Tasapainomittaus suoritetaan HUR-tasapainolevyllä BT4 (Kokkola, Suomi). Levy soveltuu tasapainon tutkimiseen ja harjoittamiseen sen mukana tulevan, tietokoneeseen asennettavan iBalance-ohjelmiston avulla. Levy liittyy tietokoneeseen USB-kaapelin kautta, jolloin mitattavat parametrit siirtyvät reaaliajassa levystä suoraan tietokoneelle. HUR-tasapainolevyn raporttityökalulla testattavan tilasta saadaan selkeä palaute sekä numeroin että graafisesti. (Hur Labs 2018.) Saimme laitteen käyttöön ja tulosten analysointiin perehdytyksen opettajaltamme.

Tutkimuksemme tasapainomittauksen testiprotokollaksi valitsimme iBalance-ohjelmistosta löytyvän Rombergin vakioidun 30 sekunnin tasapainomittauksen. Testi suoritetaan silmät auki, ja silmät kiinni. Tutkimushenkilö suorittaa testin ensin ilman peroneussukkaa, ja sen jälkeen peroneussukka jalassaan. Tasapainomittaus suoritetaan suljetussa tilassa. Testattava seisoo tasapainolevyn päällä jalkaterät 30 asteen kulmassa toisiinsa nähden siten, että kantapäät ovat hieman irti toisistaan, ja samassa tasossa. 120cm päähän tasapainolevystä tutkittavan kasvojen korkeudelle kiinnitettiin paperi, johon oli piirretty 10x10cm kokoinen rasti, johon tutkittava kohdisti katseensa silmät auki suoritettavan mittauksen aikana. (Hur Labs iBalance Smarttouch 2015, 23).



KUVIO 5. Jalkojen asento tasapainolaudalla (HUR Labs iBalance Smarttouch 2015, 23)

Valitsimme tasapaino-ohjelmiston tuottamista tiedoista analysoitavaksi huojunnan pituuden, huojunnan nopeuden, C90 pinta-alan, Rombergin vakion, painonjakauman sekä X- ja Y-suuntaisen huojunnan nopeuden keskihajonnan. Ohjelmisto myös mahdollistaa tulosten vertailun viitearvotietokantaan, jossa huomioidaan testattavan ikä ja sukupuoli (HUR Labs iBalance Smarttouch 2015, 17). Tasapainolevy ei mittaa ylös-alas-suunnassa tapahtuvaa massan keskipisteen liikettä, vaan laskee tämän pisteen liikkumisen tietyllä horisontaalitasolla. Tämän vuoksi analysoinnissa keskitytään kahdessa ulottuvuudessa (sivuttaissuunta ja eteen-taakse-suunta) tapahtuvaan painon keskipisteen liikkumiseen. (Kauranen & Nurkka 2010, 365-366.)

Huojunnan pituudella (mm) tarkoitetaan testin aikana tapahtuneen kokonaisheilunnon yhteenlaskettua matkaa. Huojunnan pituus määritellään laskemalla yhteen viidesosasekunnin erolla toisiinsa nähden olevien peräkkäisten pisteiden välimatka. Mitä pienempi aika-ero on, sitä suurempi huojunta on. Huojunnan pituus ilmoitetaan millimetreinä. (Hur Labs iBalance Smarttouch 2015, 24.)

Huojunnan keskinopeus (mm/s) saadaan jakamalla huojunnan pituus testisuorituksen kokonaisajalla. Tämä parametri kertoo testattavan henkilön kyvystä hallita huojuntaa ja korjata asentoaan. Korkea keskinopeus voi viitata kohonneeseen kaatumisriskiin. (Hur Labs iBalance Smarttouch 2015, 24.)

C90 pinta-alalla (mm<sup>2</sup>) tarkoitetaan C90 ellipsin pinta-alaa. Mitä enemmän huojuntaa tapahtuu, sitä suurempi pinta-ala on (Hur Labs iBalance Smarttouch 2015, 24).

Rombergin vakiolla tarkoitetaan huojunnan pinta-alojen keskinäistä kokoeroa, kun vertaillaan silmät auki ja silmät kiinni suoritettujen mittausten tuloksia. Yleensä arvo on yli 100, koska näköaistin avulla parannetaan tasapainoa. Näkökyvyllä on sitä enemmän vaikutusta tasapainoon, mitä suurempi Rombergin vakio on. Mikäli arvo on pieni, ei näkökyvyllä ole suurta vaikutusta tasapainon ylläpitämiseen. (Hur Labs iBalance Smarttouch 2015, 24.) Mikäli huojunta lisääntyy selvästi silmien sulkemisen jälkeen, puhutaan positiivisesta Rombergista (Kauranen & Nurkka 2010, 360).

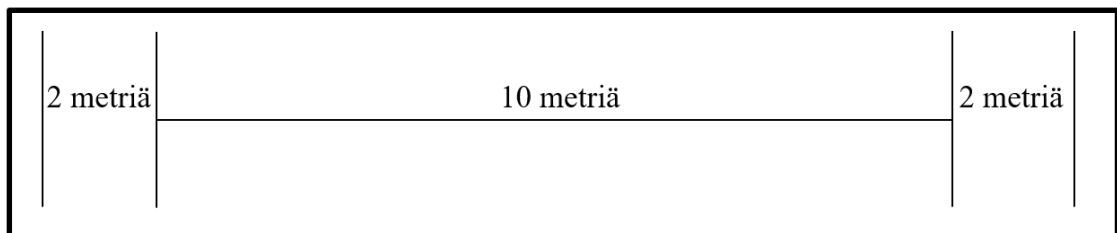
X- ja Y-suuntaisen huojunnan nopeuden keskihajonta (mm/s) kertoo henkilön kyvystä hallita huojuntaa ja korjata asentoaan. Nopeuden keskihajonta lasketaan jakamalla X ja

Y-askeleiden etäisyyksien neliöiden summan neliöjuuri näytteiden määrällä, ja vähentämällä tästä 1. (Hur Labs iBalance Smarttouch 2015, 24.)

### 7.1.2 Kävelynopeuden mittaus

Kävelynopeus (m/s) on yksi kävelyn tärkeimmistä mitattavista muuttujista. Kävelynopeuden mittauksessa käytettiin TOIMIA-tietokannan 10 metrin kävelytestistä modifioitua, opinnäytetyömme tutkimukseen soveltuvaa versiota. Testi on luotu arvioimaan neurologisten potilaiden liikkumiskykyä lyhyen matkan kävelysuorituksen pohjalta. 10 metrin kävelytestin on osoitettu olevan validi, herkkä sekä olennaista mittaava. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2011-2014.) Kävelymittauksen tuloksia voidaan käyttää kuvaamaan tutkimushenkilön kävelynopeuden poikkeamaa normaaliarvoista, sekä vertaamaan eri testauskertojen välisiä tulosten muutoksia. Toiminnallisena testinä kyseinen kävelytesti soveltui siis hyvin opinnäytetyömme tutkimukseen.

Testillä lasketaan henkilön kävelynopeus kävelyyn kuluneen ajan perusteella. Kävelynopeuden testauksen suorittamiseksi henkilön on kyettävä kävelemään itsenäisesti sisätiloissa 14 metrin matka joko ilman apuvälinettä, tai apuvälineen kanssa. 10 metrin kävelytesti mittaa lyhyen matkan kävelykykyä. Testi suoritetaan lentävällä lähdöllä siten, että kävelyrataa edeltää 2 metrin mittainen kiihdytystila ja vastaavasti lopussa on 2 metrin jarrutustila. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2011-2014.) Alla olevassa kuviossa 6 on esitetty graafisesti käyttämämme kävelytestirata.



KUVIO 6 Tutkimuksessa käytetty kävelytestirata

Kävelynopeuden mittauksessa käytettiin Newtestin Powertimer 2.0 valokennoja (Oulu, Suomi), jotta saisimme kävelyyn kuluneen ajan mitattua mahdollisimman tarkasti. Valokennot asetettiin lähtöviivalle 2 metrin kohdalle, ja maaliviivalle 12 metrin kohdalle. Kiihdytys ja jarrutustila olivat myös merkitty teipillä kävelyradan päihin. Lisäksi lattiaan

oli merkitty 10 metrin suoritusmatka samalla teipillä. Kävelynopeus mitattiin kahden testisuorituksen tulosten keskiarvona. Kävelynopeus saadaan laskukaavalla:

$$\text{Nopeus (m/s)} = \frac{\text{matka (m)}}{\text{aika (s)}}$$

Suoritus ohjeistettiin tutkimushenkilöille ohjeella: ”Kävele merkitty 10 metrin matka omaa, luontaista kävelynopeuttasi. Hidasta vasta ylitettyäsi maaliviivan.”. Testi suoritettiin ensin paljain jaloin, ja sitten peroneussukka jalassa. Emme mitanneet opinnäytetyössämme tutkimushenkilöiden maksimaalista kävelynopeutta turvallisuussyistä. Peroneussukan pohja on melko liukasta materiaalia, joten pyrimme minimoimaan kaatumisriskin. Alla olevassa taulukossa 1 on esitetty normaalivauhtisen kävelyn raja-arvot, joita käsitellään tässä opinnäytetyössä vain esimerkinomaisesti.

Ikä (vuotta) miehet	Kävelynopeus (m/s)	Ikä (vuotta) naiset	Kävelynopeus (m/s)
13-14	0,95-1,67	13-14	0,90-1,62
15-17	1,03-1,75	15-17	0,92-1,64
18-49	1,10-1,82	18-49	0,94-1,66
50-64	0,96-1,68	50-64	0,91-1,63
65-80	0,81-1,61	65-80	0,80-1,52

TAULUKKO 1. Normaalivauhtisen kävelyn raja-arvot Whittlen (2007, 223) mukaan

### 7.1.3 Haastattelu

Käytimme opinnäytetyössämme yhtenä tiedonkeruumenetelmänä strukturoitua haastattelua muunnellun 10 metrin kävelytestin yhteydessä selvittääksemme tutkimushenkilöiden kokemusta omasta kävelykyvystään (liite 4). Kysymykset esitettiin ensin tutkimushenkilön käveltyä testi kahdesti ilman peroneussukkaa, sitten tutkimushenkilön käveltyä kahdesti peroneussukka jalassaan. Pyrimme selvittämään, kuinka turvalliseksi ja sujuvaksi tutkimushenkilöt kokivat kävelynsä ilman peroneussukkaa ja peroneussukan kanssa. Vastausvaihtoehdot esitettiin numeerisesti (1-10), ja testaushenkilöä ohjeistettiin valitsemaan parhaiten heidän kokemustaan kuvaava luku.

Strukturoidun haastattelun lisäksi päätimme mittaustilanteet kahteen puolistrukturoituun kysymykseen, joissa tutkimushenkilöt kuvailivat omin sanoin kokemusta kävelykyvystään, sekä kävelyn eroista ilman peroneussukkaa ja peroneussukan kanssa. Haastattelu suoritettiin sekä alkumittauksen, että loppumittauksen yhteydessä.

## **7.2 Esimittaukset**

Ennen peroneussukkien teettämistä tutkimushenkilöille suoritettiin Tampereen ammattikorkeakoulun tiloissa liikkumiskykyä ja nilkan toimintaa arvioivat esimittaukset. Määritimme esimittausten avulla, mihin vamman vaikeusluokkaan tutkimushenkilöt tutkimusessamme kuuluvat. Suoritimme tutkimushenkilöille nilkkanivelten liikelaajuuksien testaukset, vastustetut lihasvoimatestit, sekä suuntaa antavasti muunnellun 10 metrin kävelytestin. Näillä mittauksilla saimme tietoa tutkimushenkilöiden säären ja pohkeen lihasryhmien toiminnasta ja lihasvoimasta, sekä nilkkanivelen toiminnasta. Haastattelimme myös tutkimushenkilöitä heidän taustoistaan ja vamman syntymekanismista, sekä selvitimme heidän omaa kokemustaan toimintakyvystään. Näiden kaikkien tietojen pohjalta päätettiin, minkä vahvuisen peroneussukan kukin saa käyttöönsä. Päätös tehtiin esimittausten mittaustuloksiin pohjautuen yhteistyössä tutkimushenkilöiden ja Lymed Oy:n henkilökunnan kanssa.

## **7.3 Tutkimusjoukko**

Tutkimusjoukkomme rajauksella pyrimme kartoittamaan tutkimukseen osallistuvien henkilöiden liikuntakykyyn vaikuttavia tekijöitä. Tämä osoittautui kuitenkin hieman haastavaksi, koska vapaaehtoisten tutkimushenkilöiden määrä oli matala. Opinnäytetyömme tutkimukseen lähti mukaan alun perin neljä tutkimushenkilöä, joista kaksi ei osallistunut loppumittaukseen, pudoten näin ollen otannan ulkopuolelle. Tutkimukseemme osallistui lopulta kaksi tutkimushenkilöä. Rajasimme tutkimusjoukon kriteereiksi kroonisen peroneuspareesin (>6 kuukautta kestänyt) ja BMI < 30, sulkeaksemme pois kävelyyn ja tasapainoon mahdollisesti muuten vaikuttavia tekijöitä.

### **7.3.1 Tutkimushenkilö 1**

Tutkimushenkilö 1 on 60-vuotias nainen, jolla on todettu oikean alaraajan peroneuspareesi vuonna 2000. Hän on 164cm pitkä, ja painaa 50 kiloa. Hänellä on ollut peroneustuki käytössään vuodesta 2001 alkaen, ja hän käyttää satunnaisesti myös kävelykeppiä. Peroneussukan käyttöjakson ajan hän käyttää ulkona liikkueessaan sukan lisäksi myös peroneustukea turvallisen liikkumisen takaamiseksi. Tutkimushenkilön kävelyyn ja tasapainoon vaikuttavat myös aiemmin sairastetut aivoverenkiertohäiriöt. Ennen käyttöjaksoa tehtyjen esimitauksien perusteella Tutkimushenkilö 1:lle määritettiin vahvan tuen peroneussukka kävelytestin tuloksen ja jalan funktionaalisen arvioinnin myötä.

### **7.3.2 Tutkimushenkilö 2**

Tutkimushenkilö 2 on 74-vuotias mies, jolla ilmennyt oikean alaraajan peroneuspareesiin viittaavaa oireistoa vuonna 1996. Henkilö on 178cm pitkä, ja painaa 74kg. Hän on ottanut vuonna 2006 käyttöön muutamia kiinteitä oikean jalan dorsifleksiotukia. Tutkimushenkilö 2 on käyttänyt Lymedin peroneussukkaa vuoden 2016 lopusta alkaen. Ennen käyttöjakson alkua tehdyissä esimitauksissa Tutkimushenkilö 2:lle määritettiin vahvan tuen peroneussukka kävelytestin tuloksen ja jalan funktionaalisen arvioinnin myötä.

## **7.4 Opinnäytetyön eteneminen**

Peroneuspareesia käsittelevää suomenkielistä tutkimustietoa on tällä hetkellä saatavilla verrattain vähän. Valitsimme opinnäytetyön aiheen tammikuussa 2017 työelämätahojen koulullemme tarjoamista aiheista. Aihe sai alkunsa Lymed Oy:n suunnittelemaasta uudesta kompressiosukan prototyypistä, jonka on tarkoitus tukea peroneuspareesin aiheuttamaa riippunilkkaa. Olimme molemmat välittömästi kiinnostuneita tästä opinnäytetyön aiheesta, ja otimme yhteyttä Lymediin elokuussa 2017, jolloin opinnäytetyöprosessimme alkoi. Muutaman yhteisen palaverin myötä Lymedin kanssa aiheen rajaus alkoi muotoutua lopulliseen muotoonsa.

Päätimme alkaa etsiä opinnäytetyön tutkimukseen sopivia tutkimushenkilöitä tampere-laisten yksityisten fysioterapiayritysten asiakaskunnasta ja saavutimme tutkimukseen lopulta osallistuneet tutkimushenkilöt marraskuussa 2017. Lähetimme tällöin tutkimushenkilöille saatekirjeen opinnäytetyöhömmen liittyen (liite 1), ja aloitimme opinnäytetyöraportin teoreettisen viitekehyksen laatimisen. Opinnäytetyön tutkimukseen osallistui lopulta kaksi tutkimushenkilöä, sillä alkuperäisestä tutkimusjoukosta karsiutui pois kaksi tutkimushenkilöä ennen loppumittauksia.

Allekirjoitimme opinnäytetyösopimuksen joulukuussa 2017 Lymedin kanssa, sekä yrityksen kanssa, jonka asiakaskunnasta tavoitimme tutkimushenkilöt. Tutkimushenkilöiden esimittaukset peroneussukan tukiasteen määrittämiseksi suoritettiin myös joulukuussa 2017. Tutkimushenkilöt allekirjoittivat tällöin myös suostumuslomakkeen opinnäytetyöhömmen osallistumisesta (liite 3). Peroneussukan käyttöjakso alkoi tammikuussa 2018, ja päättyi huhtikuussa 2018. Käyttöjakson jälkeen aloitimme datan analysoinnin ja opinnäytetyön teoriaosuuden täydentämisen.

## 8 OPINNÄYTETYÖN TULOKSET

Tässä luvussa käsittelemme opinnäytetyömme tuloksia tutkimushenkilöittäin. Kuvaamme tulokset alkumittauksesta ja loppumittauksesta, ja vertaamme näitä tuloksia keskenään. Tutkimushenkilöiden tasapainomittausten tulokset löytyvät taulukoituna opinnäytetyön liitteistä. Tutkimushenkilö 1:n tasapainomittauksen tulokset löytyvät liitteestä 5, ja Tutkimushenkilö 2:n tulokset liitteestä 6. Tutkimushenkilöt täyttivät käyttöjakson ajan käyttötaulukkoa, johon he merkitsivät päivittäin kertyneen peroneussukan käyttöajan  $\frac{1}{2}$  tunnin tarkkuudelle pyöristettynä (liite 2). Tutkimushenkilölle 1 kertyi peroneussukan käyttöä käyttöjakson aikana 504 tuntia, ja Tutkimushenkilölle 2 käyttöä kertyi 801. Toiveemme oli, että peroneussukkaa käytettäisiin vähintään 6 tuntia päivässä käyttöjakson ajan, mikä täyttyi kummankin tutkimushenkilön kohdalla.

### 8.1 Tasapainomittaus

#### 8.1.1 Tutkimushenkilö 1

Huojunnan pituudessa (mm) ei tapahtunut ilman peroneussukkaa mitattuna huomattavia muutoksia käyttöjakson alku- ja loppumittauksen välillä. Silmät kiinni mitattuna huojunnan pituus ilman peroneussukkaa aleni hieman. Peroneussukan kanssa mitattuna huojunnan pituus silmät auki oli loppumittauksessa suurempi. Peroneussukan kanssa silmät kiinni suoritetuissa mittauksissa ei ollut juuri eroa.

Huojunnan nopeus (mm/s) oli ilman peroneussukkaa mitattuna silmät auki lähes sama alku- ja loppumittauksessa. Silmät kiinni mitattuna huojunnan nopeus oli hieman matalampi loppumittauksen tuloksissa ilman peroneussukkaa. Peroneussukan kanssa mitattuna huojunnan nopeus kasvoi sekä silmät auki, että silmät kiinni mitattuna. Tosin silmät kiinni mitattu tulos peroneussukan kanssa kasvoi vain vähän.

C90 pinta-ala ( $\text{mm}^2$ ) ilman peroneussukkaa mitattuna kasvoi huomattavasti silmät auki mitattuna loppumittauksessa. Myös silmät kiinni ilman peroneussukkaa mitattu C90 pinta-ala kasvoi, mutta ei yhtä paljon, kuin silmät auki mitattuna. Myös peroneussukan



kanssa mitattuna C90 pinta-ala on suurempi loppumittauksessa. Silmät kiinni mitatussa tuloksessa peroneussukan kanssa on tapahtunut suurempi kasvu, kuin silmät auki mitatussa tuloksessa.

Rombergin vakio ilman peroneussukkaa mitattuna pieneni loppumittauksessa. Peroneussukan kanssa mitattuna se puolestaan kasvoi. Alkumittauksen Rombergin vakio 779 ilman peroneussukkaa viittaa siihen, että näkökyvyllä on merkittävä rooli tasapainon ylläpidossa. Peroneussukan kanssa mitattu Rombergin vakio 172 viittaa puolestaan siihen, että näkökyvyllä ei ole suurta roolia tasapainon ylläpidossa. Loppumittauksessa mitattu Rombergin vakio 324 ilman peroneussukkaa kertoo näkökyvyn korkeasta merkityksestä tasapainon ylläpidossa. Myös peroneussukan kanssa suoritettussa Rombergin testissä kaikki tulokset sijoittuvat viitearvojen keskialueelle. Rombergin vakio 298 kertoo näkökyvyn hieman kohonneesta merkityksestä tasapainon ylläpidossa. Rombergin vakio ilman peroneussukkaa pieneni käyttöjakson myötä. Peroneussukan kanssa tällaista muutosta ei tapahtunut.

Sivuttaissuuntaisen (X) huojunnan nopeuden keskihajonta (mm/s) kasvoi loppumittauksessa sekä peroneussukan kanssa, että ilman peroneussukkaa. Myös eteen-taakse suuntaisen (Y) huojunnan nopeuden keskihajonta (mm/s) lisääntyi loppumittauksessa alkumittauksen tuloksiin verrattuna. Kasvua tapahtui sekä silmät kiinni että silmät auki mitattuna, ja ilman peroneussukkaa sekä peroneussukan kanssa. Nopeuden keskihajonta loppumittauksessa oli matalampi ainoastaan ilman peroneussukkaa silmät kiinni mitattuna.

Painonjakaumassa ei ole merkittäviä muutoksia käyttöjakson alussa ja -lopussa, tai ilman peroneussukkaa ja peroneussukan kanssa. Tutkimushenkilö 1:n luontaisessa seisoma-asennossa paino on ilmeisesti enemmän vasemman alaraajan varassa.

Viitearvotietokantaan nähden alkumittauksissa lähes kaikki ilman peroneussukkaa mitatut Tutkimushenkilö 1:n Rombergin testin tulokset sijoittuvat viitearvoihin verrattuna keskialueelle. Silmät auki mitattu C90 pinta-ala on hieman viitearvotuloksia parempi. Peroneussukan kanssa suoritettussa mittauksessa tulokset olivat viitearvoja paremmat C90 pinta-alan sekä silmät auki mitatun huojunnan pituuden osalta, muut tulokset olivat viitearvojen keskialueella. Loppumittauksissa ilman peroneussukkaa mitatut tulokset sijoittuivat kaikki viitearvojen keskialueelle.

Yleisenä huomiona Tutkimushenkilö 1:n tasapainoa mitattaessa ilmeni runsaasti tasapainoreaktioita sekä alku- että loppumittauksessa. Tutkimushenkilö 1:n kädet liikkuvat sekä silmät auki että silmät kiinni tasapainoa mitattaessa.

### 8.1.2 Tutkimushenkilö 2

Huojunnan pituudessa (mm) ei tapahtunut suuria muutoksia alku- ja loppumittauksen välillä ilman peroneussukkaa, tai peroneussukan kanssa mitattuna. Huomattavin muutos tapahtui ilman peroneussukkaa silmät kiinni mitatussa huojunnan pituudessa, joka kasvoi loppumittauksessa. Peroneussukan kanssa silmät kiinni mitattuna tulos pieneni hieman loppumittauksessa.

Huojunnan nopeus (mm/s) ilman peroneussukkaa silmät kiinni mitattuna oli loppumittauksessa suurempi. Silmät auki mitatussa tuloksessa ilman peroneussukkaa ei ollut huomattavaa eroa. Peroneussukan kanssa silmät auki mitattuna huojunnan nopeus oli myös suurempi loppumittauksessa. Sen sijaan silmät kiinni mitattuna peroneussukan kanssa huojunnan nopeus aleni loppumittauksessa.

C90 pinta-ala (mm<sup>2</sup>) ilman peroneussukkaa mitattuna kasvoi sekä silmät auki, että silmät kiinni mitattuna. Muutos oli suurempi silmät auki mitattuna. Peroneussukan kanssa mitattuna C90 pinta-ala kasvoi loppumittauksessa silmät auki mitattuna, mutta pieneni silmät kiinni mitattuna.

Rombergin vakio ilman peroneussukkaa mitattuna aleni loppumittauksessa. Myös peroneussukan kanssa mitattuna Rombergin vakio aleni loppumittauksessa. Alkumittauksen Rombergin vakio 573 ilman peroneussukkaa viittaa siihen, että näkökyvyllä on merkittävä rooli tasapainon ylläpidossa. Peroneussukan kanssa alkumittauksessa mitattu Rombergin vakio 374 viittaa siihen, että näkökyvyllä ei ole yhtä merkittävää roolia tasapainon ylläpidossa. Loppumittauksessa Rombergin vakio 359 ilman peroneussukkaa kertoo näkökyvyn kohtalaisesta merkityksestä tasapainon ylläpidossa. Rombergin vakio loppumittauksessa 165 peroneussukan kanssa viittaa näkökyvyn matalaan merkitykseen tasapainon ylläpidossa.

Sivuttaissuuntainen (X) huojunnan nopeuden keskihajonnan arvo kasvoi alkumittaukseen nähden sekä ilman peroneussukkaa, että peroneussukan kanssa silmät auki mitattujen tulosten osalta. Silmät kiinni mitattuna tulos oli matalampi loppumittauksessa sekä ilman peroneussukkaa että peroneussukan kanssa mitattuna. Eteen-taakse suuntaisen (Y) huojunnan nopeuden keskihajonta nousi ilman peroneussukkaa mitattuna sekä silmät auki, että kiinni seistäessä, ja myös peroneussukan kanssa silmät auki seistessä. Silmät kiinni peroneussukan kanssa mitattu tulos puolestaan laski alkumittauksen tulokseen nähden.

Tutkimushenkilö 2 painonjakaumassa ei ilmennyt merkittäviä muutoksia, lukuun ottamatta loppumittausta peroneussukan kanssa, jossa paino keskittyi hieman enemmän vasemmalle puolelle, kuin aiemmissa mittaustuloksissa.

Viitearvotietokantaan verrattuna alkumittauksissa lähes kaikki ilman peroneussukkaa mitatut Tutkimushenkilö 2:n Rombergin testin tulokset sijoittuvat viitearvoihin verrattuna keskialueelle. Silmät auki mitattu C90 pinta-ala on viitearvotuloksia hieman parempi. Peroneussukan kanssa suoritettussa alkumittauksessa tulokset olivat viitearvoja paremmat C90 pinta-alan osalta, muut tulokset olivat viitearvojen keskialueella. Loppumittauksissa lähes kaikki ilman peroneussukkaa mitatut tulokset sijoittuivat viitearvojen keskialueelle. Huojunnan pituus oli viitearvoja hieman parempi. Myös peroneussukan kanssa suoritettussa Rombergin testissä kaikki tulokset sijoittuvat loppumittauksessa viitearvojen keskialueelle.

Yleisenä huomiona Tutkimushenkilö 2:n loppumittauksessa silmät kiinni suoritettu mitaus peroneussukan kanssa jouduttiin toistamaan ulkopuolisen häiriötekijän keskeytettyä ensimmäisen suorituksen.

## **8.2 Kävelymittaus**

### **8.2.1 Tutkimushenkilö 1**

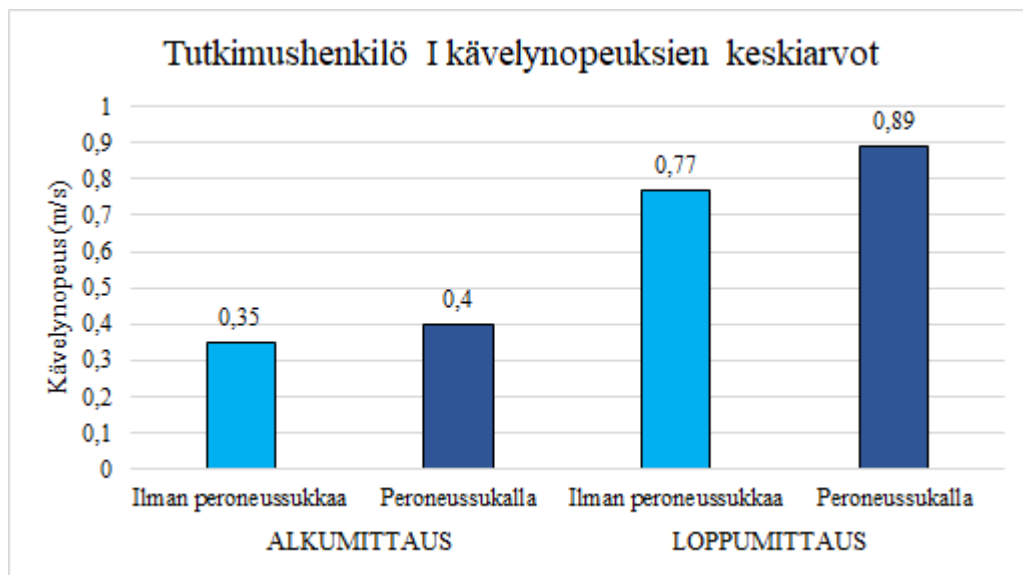
Kävelyyn kulunut aika, ja kävelynopeus on pyöristetty kahden desimaalin tarkkuudella.

TAULUKKO 2. Alkumittaus, kävelynopeus

	Aika ilman peroneussukkaa	Aika peroneussukan kanssa
Suoritus 1 (s)	29,79	26,51
Suoritus 2 (s)	27,38	23,33
Keskiarvo (s)	28,59	24,92
Kävelynopeus (m/s)	0,35	0,40

TAULUKKO 3. Loppumittaus, kävelynopeus

	Aika ilman peroneussukkaa	Aika peroneussukan kanssa
Suoritus 1 (s)	13,56	11,10
Suoritus 2 (s)	12,42	11,43
Keskiarvo (s)	12,99	11,27
Kävelynopeus (m/s)	0,77	0,89



KUVIO 7 Tutkimushenkilö 1 kävelynopeuden keskiarvo alku- ja loppumittauksessa (m/s)

Tutkimushenkilö 1 kävelyyn kulunut aika 10 metrin kävelytestin alkumittauksessa ilman peroneussukkaa oli 1. suorituskerralla 29,79 sekuntia, ja 2. suorituskerralla 27,38 sekuntia. Peroneussukan kanssa kävelyyn kulunut aika oli 1. suorituskerralla 26,51 sekuntia ja 2. kerralla 23,33 sekuntia. Näistä ajoista saimme keskiarvoiksi 28,59 sekuntia ilman peroneussukkaa kävellessä, ja 24,92 sekuntia peroneussukan kanssa kävellessä (taulukko 4). Alkumittauksessa ilman peroneussukkaa kävelyn nopeuden keskiarvo oli 0,35 m/s, ja peroneussukan kanssa mitattuna 0,40m/s.

Loppumittauksessa Tutkimushenkilö 1 ensimmäiseen suoritukseen kulunut aika oli 13,56 sekuntia ilman peroneussukkaa, ja 11,10 sekuntia peroneussukan kanssa. 2. suorituskerralla aika ilman peroneussukkaa oli 12,42 sekuntia ja peroneussukan kanssa 11,43 sekuntia. Kävelyyn kuluneen ajan keskiarvoiksi saimme siis ilman peroneussukkaa 12,99 sekuntia, ja peroneussukan kanssa 11,27 sekuntia. Kävelytestien nopeuksien keskiarvo ilman peroneussukkaa oli 0,77m/s ja peroneussukan kanssa 0,89 m/s loppumittauksissa.

10 metrin kävelytestissä ilmeni huomattava positiivinen muutos kävelynopeudessa alku- ja loppumittauksen välillä, sillä kävelynopeus kasvoi ilman peroneussukkaa 120 %, ja peroneussukan kanssa kävelynopeus kasvoi 122,5 %.

Seuraavaksi vertaamme Tutkimushenkilö 1:n kävelynopeuden keskiarvoa Whittlen (taulukko 1) esittämiin normaalivauhtisen kävelyn alimpiin raja-arvoihin. Alkumittauksessa Tutkimushenkilö 1:n kävelynopeuden keskiarvo ilman peroneussukkaa oli 0,56 m/s (160 %) raja-arvoa matalampi. Peroneussukan kanssa kävelynopeuden keskiarvo oli 0,51 m/s (127,50 %) raja-arvoa matalampi. Loppumittauksessa kävelynopeuden keskiarvo ilman peroneussukkaa oli 0,14 m/s (18,18 %) raja-arvoa matalampi. Peroneussukan kanssa kävelynopeuden keskiarvo oli 0,02 m/s (2,25 %) raja-arvoa matalampi.

## 8.2.2 Tutkimushenkilö 2

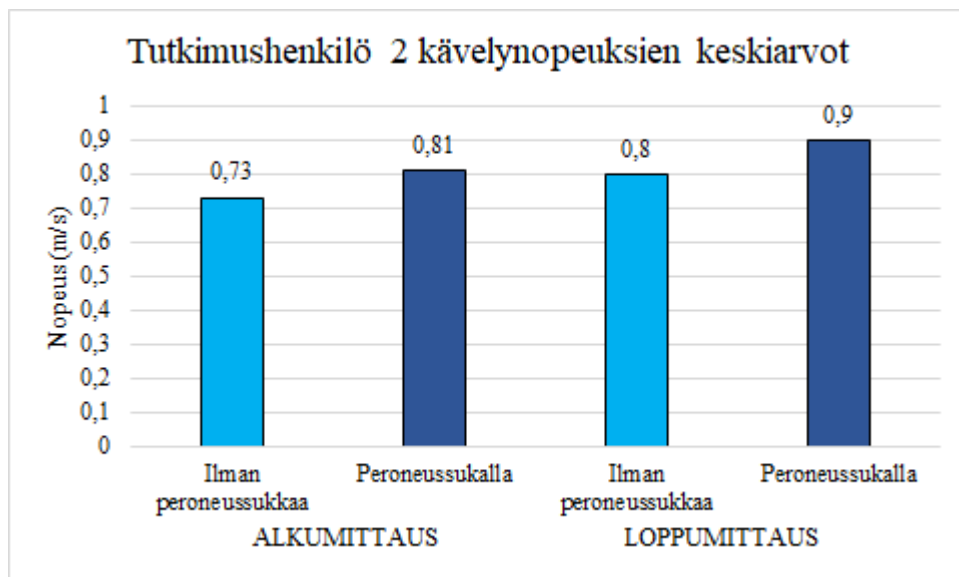
Kävelyyn kulunut aika ja kävelynopeus on pyöristetty kahden desimaalin tarkkuudella. Tutkimushenkilö käytti kävelynopeuden mittauksen aikana peroneussukan lisäksi voimistelutossuja oman kävelynsä turvallisuuden takaamiseksi. Ilman peroneussukkaa mitattu suoritus on kävelty paljain jaloin.

TAULUKKO 4 Alkumittaus, kävelynopeus

	Aika ilman peroneussukkaa	Aika peroneussukan kanssa
Suoritus 1 (s)	13,92	12,42
Suoritus 2 (s)	13,32	12,27
Keskiarvo (s)	13,62	12,35
Kävelynopeus (m/s)	0,73	0,81

TAULUKKO 5 Loppumittaus, kävelynopeus

	Aika ilman peroneussukkaa	Aika peroneussukan kanssa
Suoritus 1 (s)	12,60	11,25
Suoritus 2 (s)	12,43	11,08
Keskiarvo (s)	12,52	11,17
Kävelynopeus (m/s)	0,80	0,90



KUVIO 8 Tutkimushenkilö 2 kävelynopeuksien keskiarvot alku- ja loppumittauksissa (m/s)

Tutkimushenkilö 2 kävelytestien alkumittauksissa kävelyaika ilman peroneussukkaa oli 13,92 sekuntia ensimmäisellä suorituskeralla. 2. suorituskeralla aika oli 13,32 sekuntia. Kävelyaika peroneussukan kanssa mitattuna oli 1. suorituskeralla 12,42 sekuntia ja 2.

suorituskerralla 12,27 sekuntia. Näistä laskimme kävelyn kuluvan ajan keskiarvoiksi 13,62 sekuntia ilman peroneussukkaa ja 12,35 sekuntia peroneussukan kanssa. Kävelynopeus ilman peroneussukkaa oli 0,73 m/s ja peroneussukan kanssa 0,81 m/s.

Loppumittauksessa kävelyn kulunut aika ilman peroneussukkaa oli 1. suorituskerralla 12,60 sekuntia ja 2. suorituskerralla 12,43 sekuntia. Peroneussukan kanssa aika oli 11,25 sekuntia ensimmäisessä suorituksessa, ja 11,08 sekuntia toisessa suorituksessa. Matkaan kuluneen ajan keskiarvo oli ilman peroneussukkaa käveltynä 12,52 sekuntia ja peroneussukan kanssa 11,17 sekuntia. Kävelynopeus oli ilman peroneussukkaa 0,80 m/s ja peroneussukan kanssa 0,90 m/s. Kävelynopeus ilman peroneussukkaa parani käyttöjakson myötä 9,59 %, ja vastaavasti peroneussukan kanssa kävelynopeus kasvoi 11,11 %.

Seuraavaksi vertaamme Tutkimushenkilö 2:n kävelynopeuden keskiarvoa Whittlen (taulukko 1) esittämiin normaalivauhtisen kävelyn alimpiin raja-arvoihin. Alkumittauksessa Tutkimushenkilö 1:n kävelynopeuden keskiarvo ilman peroneussukkaa oli 0,08 (10,96 %) raja-arvoa matalampi. Peroneussukan kanssa kävelynopeuden keskiarvo oli sama, kuin alin normaalivauhtisen kävelyn raja-arvo. Loppumittauksessa kävelynopeuden keskiarvo ilman peroneussukkaa oli 0,01 m/s (1,25 %) raja-arvoa matalampi. Peroneussukan kanssa kävelynopeuden keskiarvo oli 0,11 m/s (10 %) raja-arvoa korkeampi.

### 8.3 Oman kävelykyvyn arviointi

Tutkimushenkilöitä pyydettiin kuvailemaan omaa kävelykykyään numeerisesti. Kysymykset esitettiin suullisesti välittömästi kävelyajan mittauksen toisen suorituskerran jälkeen, eli testattava antoi ensimmäisen vastauksen ilman peroneussukkaa tehtävän suorituksen jälkeen, sekä toisen vastauksen peroneussukka jalassa tehdyn suorituksen jälkeen. Haastattelukysymykset olivat:

- 1) *Kuinka sujuvaksi koit kävelyn asteikolla 1-10, jolloin 1 on todella epäsujuva, ja 10 on todella sujuva?*
- 2) *Kuinka turvalliseksi koit kävelyn asteikolla 1-10, jolloin 1 on todella epäturvallinen ja 10 on todella turvallinen?*
- 3) *Kerro hieman vapaasti tuntemuksistasi, millainen on tämänhetkinen kävelykykysi?*
- 4) *Miten kävely erosi ilman peroneussukkaa ja peroneussukan kanssa?*

### 8.3.1 Tutkimushenkilö 1

TAULUKKO 6 Tutkimushenkilö 1 numeerinen kävelykyvyn arviointi

<b>Alkumittaus</b>	<b>Sujuvuus 1-10</b>	<b>Turvallisuus 1-10</b>
Ilman peroneussukkaa	5	3-4
Peroneussukan kanssa	5	5
<b>Loppumittaus</b>		
Ilman peroneussukkaa	8	5
Peroneussukan kanssa	9	7

Alkumittauksessa Tutkimushenkilö 1 kuvasi kävelyn sujuvuutta ilman peroneussukkaa numerolla 5, ja peroneussukan kanssa numerolla 5. Kävelyn sujuvuuden tunne parani käyttöjakson aikana selkeästi sekä ilman peroneussukkaa (8) että peroneussukan kanssa (9). Turvallisuuden tunnetta hän kuvasi alkumittauksessa ilman peroneussukkaa luvulla 3-4, ja peroneussukan kanssa luvulla 5. Loppumittauksessa turvallisuuden tunne kasvoi ilman peroneussukkaa lukuun 5, ja peroneussukan kanssa lukuun 7.

Alkuhaastattelussa keskeiseksi teemaksi nousi Tutkimushenkilö 1:n huoli hänen huonosta tasapainostaan, jonka vuoksi hänellä on erityisesti ulkona liikkeessaan kävelykeppi käytössään. Myös peroneuspareesin aiheuttaman jalkapöydän- ja erityisesti isovarpaan laahaaminen aiheutti hankaluutta. Kävellessään ensimmäistä kertaa peroneussukka jalassaan Tutkimushenkilö 1 kuvaili kävelyä siinä mielessä sujuvammaksi, että isovarvasta ei tarvinnut enää varoa, vaan hän pystyi unohtamaan sen kävelyn aikana.

Loppumittauksessa Tutkimushenkilö 1 kokemukset oman kävelynsä sujuvuudesta ja turvallisuudesta paranivat alkutilanteeseen verrattuna jokaisessa osiossa strukturoidun haastattelun osalta. Tutkimushenkilön 1 kokemus oman kävelyn sujuvuudesta ja turvallisuudesta parani käyttöjakson myötä sekä ilman peroneussukkaa, että peroneussukan kanssa. Esittämämme kaksi puolistrukturoitua kysymystä eivät tosin tukeneet tätä kehitystä, sillä Tutkimushenkilö 1 koki kävelykykynsä samanlaisena kuin alkutilanteessa. Tosin hän nosti esille, että ilman peroneussukkaa kävellessään hän miettii jatkuvasti isovarvastaan kävelyn aikana.



### 8.3.2 Tutkimushenkilö 2

<b>Alkumittaus</b>	<b>Sujuvuus 1-10</b>	<b>Turvallisuus 1-10</b>
Ilman peroneussukkaa	4	4
Peroneussukan kanssa	6	6
<b>Loppumittaus</b>		
Ilman peroneussukkaa	5	5
Peroneussukan kanssa	7	7

TAULUKKO 7 Tutkimushenkilö 2 numeerinen kävelykyvyn arviointi

Tutkimushenkilön 2:n oma arvio kävelyn sujuvuudesta ja turvallisuudesta paranivat numeerisesti käyttöjakson aikana yhdellä arvosanalla jokaisella osa-alueella. Turvallisuuden tunne ja sujuvuuden tunne ilman peroneussukkaa paranivat molemmat loppumittauksessa luvusta 4 lukuun 5. Peroneussukan kanssa luvut olivat lähtökohtaisestikin korkeampia, jolloin sujuvuuden ja turvallisuuden tunteiden arviot nousivat luvusta 6 lukuun 7. Puolistrukturoidun haastattelun osalta Tutkimushenkilö 2 kuvaili kävelykykyään heikomaksi, kuin hän toivoisi sen olevan. Peroneussukan kanssa kävely tuntui hänestä vakaamalta, kuin ilman peroneussukkaa.

Loppumittauksessa ilman peroneussukan tuomaa tukea hän kuvaili kävelyn olevan numeerisesti arvon 5 luokkaa, ja peroneussukan kanssa 6-7 luokkaa. Peroneussukka antoi hänen mielestään selkeästi varmuutta ja apua kävelyyn. Hän piti peroneussukan funktioonalisuudesta verrattuna kiinteisiin peroneustukiin. Peroneussukka jalassa liikunnan harjoittaminen tuntuu hänen mukaansa miellyttävämmältä, kuin konservatiivisen peroneustuen kanssa.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Peroneussukan käytöllä ei näytä toteuttamamme käyttöjakson perusteella olevan positiivista vaikutusta tutkimushenkilöiden tasapainoon. Molempien tutkimushenkilöiden tasapainomittausten tulokset ovat pääsääntöisesti heikompia loppumittauksessa. Tutkimushenkilö 1:llä positiivisia muutoksia tapahtui huojunnan pituudessa, huojunnan nopeudessa, sekä huojunnan nopeuden (Y) keskihajonnassa ilman peroneussukkaa silmät kiinni mitattuna. Tutkimushenkilö 1:n Rombergin vakio myös laski käyttöjakson myötä ilman peroneussukkaa mitattuna. Tutkimushenkilö 2:lla kaikki tulokset peroneussukan kanssa silmät kiinni mitattuna paranivat käyttöjakson alkumittauksen tuloksiin verrattuna, mutta muutokset olivat pieniä. Tutkimushenkilöiden alku- ja loppumittausten tuloksia verrattaessa kummankaan kohdalla mittausparametrit eivät muuttuneet yhdenmukaisesti, eli mitausten pohjalta ei voida sanoa tutkimushenkilön tasapainon parantuneen kokonaisuutena.

Kävelynopeusmittauksen tulokset paranivat molemmilla tutkimushenkilöillä alkumittaukseen verrattuna. Erityisesti Tutkimushenkilö 1 kävelynopeuden kasvu on huomattavaa. Alkumittauksen tuloksiin nähden Tutkimushenkilö 1:n kävelynopeus kasvoi ilman peroneussukkaa 120 %, ja peroneussukan kanssa 122,5 %. Tutkimushenkilö 2:n kohdalla kasvu on vähäisempää, mutta kävelynopeus loppumittauksessa kasvoi alkumittaukseen verrattuna ilman peroneussukkaa 9,59 %, ja peroneussukan kanssa 11,11 %.

Tutkimushenkilöiden oman kävelykyvyn arvioinnin perusteella voidaan todeta, että peroneussukalla on kävelyä helpottavia ominaisuuksia. Tutkimushenkilöiden mielestä peroneussukka toi kävelyyn turvallisuuden ja sujuvuuden tunnetta, sillä molempien tutkimushenkilöiden antama numeerinen arvio nousi alkutilanteeseen verrattuna vähintään yhdellä yksiköllä. Loppumittauksessa kävi myös ilmi, että kävely ilman peroneussukkaa tuntui heistä sujuvammalta ja turvallisemmalta alkumittaukseen verrattuna. Tutkimushenkilö 1 tunsu varvasta kohottavan kupin olevan hyödyllinen, ja Tutkimushenkilö 2 puolestaan piti peroneussukan toiminnallisuudesta ja sen soveltuvuudesta liikuntakäyttöön.

## 10 POHDINTA

Opinnäytetyömme valmistui ennalta suunnitellun aikataulun puitteissa, ja sen tekemisessä noudatettiin opinnäytetyönä laaditulle tutkimukselle asetettuja vaatimuksia. Opinnäytetyöprosessi sisälsi useita muutoksia ja haasteita, joita pohdimme tarkemmin tässä kappaleessa. Pohdimme luvussa myös peroneussukan mahdollisesti tuottamia välittömiä vaikutuksia mittaustilanteissa, opinnäytetyön eettisyyttä, opinnäytetyön luotettavuutta sekä arvioimme omaa oppimistamme opinnäytetyöprosessin aikana.

### 10.1 Tutkimusmenetelmät

Mahdollisimman luotettavien mittaustulosten saamiseksi HUR-tasapainolevy tulee sijoittaa vähintään metrin päähän mistä tahansa seinästä. Tutkimuksen mittaustilanteessa tasapainolevy asetettiin 120cm päähän seinästä, johon oli kiinnitetty rasti katseen kohdistamista varten. Optimaalisessa testitilanteessa tämä rasti tulee kiinnittää kolmen metrin päähän tasapainolevystä, mutta tämä ei tilaresurssit huomioiden ollut mahdollista. Tutkimushenkilöiden seisoma-asento oli vakioitu levystä löytyvän Mortonin kulman avulla, sillä tässä asennossa jalkojen asento antaa suunnilleen saman tuen sekä sivuttain (mediolateraalaisesti) että edestakaisesti (anteroposteriorisesti). Yläraajat ohjeistettiin pitämään rentoina vartalon sivuilla. Testihuoneen ulkopuolelta kuuluvia ei pystytty täysin eliminomaan, mutta melutaso oli kuitenkin hyvin matala. (Hur Labs iBalane Smarttouch 2015, 22-23). Tutkimushenkilön tulisi pysyä testisuorituksen aikana mahdollisimman rentona ja liikkumatta. Tutkimushenkilöllä 1 ilmeni tasapainoreaktioita (käsien liikkeet) silmät kiinni suoritettujen mittausten aikana, mikä saattoi vääristää mittaustuloksia hänen osaltaan. Kaikki nämä ympäristötekijät ovat voineet osaltaan vaikuttaa tasapainomittauksen tulosten luotettavuuteen.

Tasapainomittaus suoritettiin sekä alku- että loppumittauksessa ensin ilman peroneussukkaa, ja sitten sukan kanssa. Myös kävelynopeuden mittaus suoritettiin ensin ilman peroneussukkaa, ja vasta sen jälkeen sukan kanssa. Sandströmin ja Ahosen (2011) mukaan motorisen oppimisen myötä suoritus paranee motorisen oppimisen ensimmäisessä, nopeassa vaiheessa, jo 15-30 minuuttia kestävässä harjoituskerran aikana neruaalisen aktivaation, aistipalautteiden, sekä ohjaajan antaman palautteen myötä (Sandström & Ahonen

2011, 66-68). Arvioisimme tutkimukseemme sisältyneiden tasapainomittausten kestäneen noin 15-20 minuuttia, jolloin mahdollista motorista oppimista on voinut tapahtua. Tutkimustilanteessa emme kuitenkaan kommentoineet tutkimushenkilöiden suorituksia mittauksen aikana, tai sen jälkeen, jolloin he eivät saaneet ulkoista palautetta tuloksistaan. He eivät myöskään nähneet omia tuloksiaan tietokoneen näytöltä.

Tilastollisen vertailun näkökulmasta tutkimuksessa olisi ollut mahdollista mitata tutkimushenkilöiden maksimaalista kävelynopeutta, jotta tulkinnanvaraisuus luontaisesta kävelynopeudesta saataisiin suljettua pois. Turvallisuussyistä päätimme kuitenkin pitäytyä luontaisen kävelynopeuden mittaamisessa, sillä peroneussukan liukkaan pintamateriaalin vuoksi tahdoimme suorittaa kävelynopeuden mittauksen mahdollisimman turvallisesti.

Pyrimme käyttämään lähteitä monipuolisesti etsimällä tietoa eri tietokannoista sekä kirjoista, ja käyttämällä sekä suomen-, että englanninkielistä julkaisumateriaalia. Käytimme myös pääsääntöisesti mahdollisimman ajankohtaista tietoa opinnäytetyömme teoriataustan laatimisessa. Kaksi käsittelemäämme kirjallisuuskatsausta tuovat myös tiivistetysti tietoa useista aiemmista tutkimuksista kompressiovaatteisiin liittyen.

## **10.2 Peroneussukan käytön mahdolliset välittömät vaikutukset**

Peroneussukan mahdollisesti tuottamat välittömät vaikutukset eivät kuuluneet opinnäytetyötämme ohjaaviin kysymyksiin. Tahdoimme kuitenkin huomioida keskeisimmät muutokset myös näissä parametreissa, ja pohtia näitä muutoksia tässä luvussa.

Tasapainomittauksissa Rombergin vakio oli kummallakin tutkimushenkilöllä jokaisessa suorituksessa matalampi peroneussukan kanssa. Tämä viittaa siihen, että näkökyvyllä ei ole niin merkittävää roolia tasapainon ylläpidossa peroneussukan kanssa. Muuten tasapainomittausten tuloksissa ei ollut havaittavaa eroa ilman peroneussukkaa ja peroneussukan kanssa suoritetuissa mittauksissa. Peroneussukan käyttö ei myöskään tuonut välittömiä vaikutuksia tutkimushenkilöiden painonjakaumaan.

Kävelynopeuden alkumittauksessa Tutkimushenkilö 1 kävelynopeus peroneussukan kanssa oli 14,29 % korkeampi, kuin ilman peroneussukkaa. Loppumittauksessa peroneus-

sukan kanssa kävelynopeus oli jälleen 15,58 % korkeampi verrattuna kävelyyn ilman peroneussukkaa. Kävelyajat peroneussukan kanssa olivat parempia molemmilla mittauskerroilla. Tutkimushenkilön 2 kävelynopeus alkumittauksessa peroneussukan kanssa oli 10,96 % korkeampi, kuin ilman peroneussukkaa. Loppumittauksessa peroneussukan kanssa kävelynopeus oli jälleen 12,50 % korkeampi verrattuna kävelyyn ilman peroneussukkaa.

Tutkimushenkilö 1 kuvaili kävelyään alkumittauksessa yhtä sujuvaksi peroneussukka jalassa, kuin paljain jaloin (5). Alkumittauksessa kävely tuntui hieman turvallisemmalta peroneussukka jalassa (5), kuin ilman peroneussukkaa (3-5). Loppumittauksessa Tutkimushenkilö 1 kuvaili kävelyään yhden arvosanan verran sujuvammaksi peroneussukan kanssa (9), kuin ilman peroneussukkaa (8). Tutkimushenkilö 1 kuvaili loppumittauksessa kävelyn turvallisuuden 2 arvosanaa parempana peroneussukan kanssa (7), kuin ilman peroneussukkaa (5). Alkumittauksessa Tutkimushenkilö 2 kuvaili kävelyään sujuvammaksi ja turvallisemmaksi peroneussukan kanssa (6), kuin ilman peroneussukkaa (4). Loppumittauksessa Tutkimushenkilö 2 kuvaili jälleen kävelyn sujuvuutta ja turvallisuutta paremmaksi peroneussukan kanssa (7) kuin ilman peroneussukkaa (5).

### **10.3 Tutkimuksen luotettavuus**

Pyrimme lisäämään tutkimuksemme luotettavuutta huolellisella valmistautumisella mittaustilanteisiin, sekä vakioimalla mittausolosuhteet resurssit huomioiden mahdollisimman tarkasti. Kummankin tutkimushenkilön alku- ja loppumittaus sijoittui ajallisesti samaan vuorokaudenaikaan. Mittaustuloksiin saattoivat silti vaikuttaa päiväkohtaiset erot tutkimushenkilöiden vireystilassa.

Sanallinen ohjeistus testisuoritukseen oli kummallakin mittauskerralla vakioitu. Tutkimustilanteessa on kuitenkin huomioitava, että loppumittauksessa toinen mittaja oli eri kuin alkumittauksessa, koska toinen opinnäytetyön tekijä oli opiskelijavaihdossa. Mittajan vaihtuminen saattoi vaikuttaa tutkimushenkilöiden orientoitumiseen mitaustilanteessa. Opinnäytetyömme tutkimuksen mittausmenetelmät olivat hyvin toistettavissa mitaajasta riippumatta. Mittaustilat oli valaistu kummallakin kerralla samalla tavalla, mutta luonnonvalon määrä oli vuodenajasta johtuen loppumittauksessa runsaampi. Tällä on saattanut olla vaikutusta erityisesti silmät auki suoritettujen tasapainomittauksen tuloksiin.

Pyrimme myös lisäämään tutkimuksemme luotettavuutta valitsemalla sellaiset testit, jotka on helppo toistaa testaajasta tai mittaustilasta riippumatta. Tasapainomittauksen ja kävelynopeuden tulokset eivät myöskään olleet tulkinnanvaraisia, vaan mittauslaitteiston ilmoittamia. Tutkimushenkilöiden omien kokemusten kartoittaminen haastatellen oli sen sijaan hieman haastavampaa. Käyttämistämme haastattelukysymyksistä kaksi oli melko avoimia arvioitavaksi yksiselitteisellä arvosana-asteikolla, ja tutkimushenkilöt saattoivat ymmärtää kysymyksen eri tavoin. Toisen tutkimushenkilömme kohdalla tuloksiin saattoi vaikuttaa hänen läheisensä läsnäolo haastattelutilanteessa.

Tutkimushenkilöiden ja suoritettujen mittausten vähäinen määrä vaikuttaa tutkimuksemme luotettavuuteen. Näiden tekijöiden vähäisyys vaikuttaa mahdollisuuteen tehdä mittaustuloksista luotettavia johtopäätöksiä. Tästä syystä pidämmekin opinnäytetyömme tutkimusta pilottitutkimuksena mahdolliselle laajemmalle tutkimukselle. Tutkimuksen luotettavuus kasvaa, kun mittauksista saatua aineistoa on riittävästi. Mikäli olisi ollut mahdollista suorittaa pitkäaikaisempaa, toistettua havainnointia, olisimme voineet vähentää satunnaisten tekijöiden mahdollista vaikutusta tutkimuksen tuloksiin. (Saloviita 1988, 52-53.) Tutkimushenkilöiden määrä oli kuitenkin lopulta tämän työn resurssit huomioon ottaen sopiva.

#### **10.4 Tutkimuksen eettisyys**

Olemme pyrkineet toimimaan hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti kaikilla aloilla opinnäytetyömme tutkimuksen tekemisessä, analysoinnissa, ja tulosten esittämisessä. Hyvä tieteellinen käytäntö käsittää tiedeyhteisön tunnustaman toimintatavat, kuten rehellisyys, yleinen huolellisuus sekä tarkkuus niin tutkimustyössä, kuin siihen liittyvässä raportoinnissakin. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6.)

Tutkimushenkilöitämme ja yhteistyökumppaneitamme on informoitu omista asemistaan, oikeuksistaan ja vastuistaan, ja tutkimushenkilömme allekirjoittivat kirjallisen suostumuslomakkeen opinnäytetyöhömme osallistumisesta ennen käyttöjakson alkamista. Jokainen tutkimushenkilö osallistui opinnäytetyöhömme täysin vapaaehtoisesti. Tutkimushenkilöille on myös kerrottu tutkimusmenetelmistä ennen käyttöjakson alkamista. Yhteistyökumppaneidemme ja Tampereen ammattikorkeakoulun kanssa allekirjoitetut opinnäytetyösopimukset kuvailevat omat roolimme ja omistajuusaseman työhömme.

Esitämme tutkimukseemme kuuluvien osioiden tulokset niitä muokkaamatta, ja täysin puolueettomasti. Tavoitteenamme on ollut toimia hyvän ja oikeudenmukaisen tieteellisen käytännön mukaan koko prosessin ajan. Tutkimuksemme suunniteltiin huolellisesti etukäteen, ja toteutimme tutkimuksen tämän suunnitelman pohjalta parhaamme mukaan. Opinnäytetyöprosessista syntyneet tietoaaineistot tallennetaan tieteelliselle tiedolle asetettujen vaatimusten mukaisesti. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6.)

Tutkimushenkilöiden yksityisyyden suoja on otettu huomioon työssämme. Emme julkista heidän kasvojaan, yksityiskohtaista sairaushistoriaa tai tunnistettavuuteen johtavia ominaisuuksia. Olemme liittäneet opinnäytetyöhöemme vain olennaisimmat asiat tutkimushenkilöistä ja heidän taustoistaan.

## **10.5 Jatkotutkimusehdotukset**

Tulevissa tutkimuksissa korostuu tarve vertailevalle tutkimukselle, jossa selvitetään, onko peroneussukan ja aiemmin kehiteltyjen peroneustukien käytön vaikutuksissa eroavaisuuksia. Myös sokkotutkimus voi olla yksi vaihtoehto mahdollisen placebo-vaikutuksen ja ennakkokäsitysten poissulkemiseksi. Opinnäytetyössä käyttämällämme peroneussukalla on myös toiminnallisuutensa ja elastisuutensa ansiosta perinteisistä tuista eroavia ominaisuuksia, joita olisi hyvä selvittää kokeellisesti.

Keskityimme opinnäytetyönä laaditussa tutkimuksessa tasapainoon, kävelynopeuteen ja käyttäjän omaan kokemukseen kävelykyvystään. Tulevissa tutkimuksissa on tärkeää selvittää peroneussukan mahdollisia vaikutuksia liikkumisen kokonaisuuteen. Tutkimuksissa voidaan esimerkiksi kartoittaa vaikuttaako peroneussukan käyttö peroneuspareesin aiheuttamiin sekundäärisiin haittoihin, kuten jalkaterän läpsähtämiseen alustaan.

Aiemmassa luvussa pohdimme peroneussukan mahdollisesti tuottamia välittömiä vaikutuksia tutkimuksessa tarkasteltuihin muuttujiin. Tulevissa tutkimuksissa välittömien vaikutusten yksityiskohtaisemman ja systemaattisemman tarkastelun avulla voitaisiin kartoittaa, onko peroneussukan käytöllä välittömiä vaikutuksia käyttäjän toimintakykyyn.

Aioimme käyttää yhtenä tutkimuksemme mittarina videointia, ja määrittää sen avulla nilkkanivelessä tapahtuvia nivelkulman muutoksia askelsyklin aikana. Mittaustulosten luotettavuuden säilyttääksemme päätimme jättää videotallenteiden analysoinnin pois tutkimuksestamme, sillä niiden laatu ei ollut tarpeeksi tarkka nivelkulmien objektiiviseen analyysiin. Videointi toteutettiin iPad-tabletilla. Analysoinnin onnistumiseksi olisimme tarvinneet kuvanopeudeltaan suuremman videokameran (50 Hz). Laadukas videomateriaali olisi tuonut opinnäytetyöhömmä hyödyllistä tietoa peroneussukan vaikutuksesta nilkkanivelen toimintaan askelsyklin eri vaiheissa. Videoinnin avulla kävelyn analysoinnissa voitaisiin huomioida kävelyä kokonaisvaltaisemmin ja yksityiskohtaisemmin.

## **10.6 Oman oppimisen arviointi**

Valitsimme opinnäytetyön aiheen omaan mielenkiintoomme pohjautuen, minkä ansiosta motivaatio opinnäytetyön tekemiseen säilyi loppuun saakka. Opinnäytetyön tekemisen aikana ehdimme perehtyä tarkasti yhteen rajattuun, juuri meitä kiinnostavaan aiheeseen, ja saimme rakentaa siitä omannäköisemme työn.

Opinnäytetyö antoi meille arvokasta kokemusta kokeellisen tutkimuksen laatimisesta, sillä tämä opinnäytetyö oli ensimmäinen tutkimuksemme. Olemme saaneet koulutuksessamme teoreettista tietoa tutkimuksen toteuttamisesta, mutta opinnäytetyön tuoma käytännön kokemus sen toteutuksesta antoi meille selkeämmän kokonaiskuvan prosessista kokonaisuudessaan. Kirjallisen raportin laatiminen edellyttää hyvää kielen hallintaa, ja tunnemmekin opinnäytetyön harjoittaneen taitojamme asiantuntevan viestinnän osalta. Teoreettista viitekehystä laatiessamme opimme käsittelemään kriittisesti eri lähdemateriaalien sisältöä, sekä löytämään ja rajaamaan oman työmme kannalta oleellista teoreettista tietoa.

Opinnäytetyöprosessi oli kokonaisuudessaan todella opettavainen ja avartava. Vaikka prosessi oli monivaiheinen ja pitkäjäteisyttä vaativa, aikataulun huolellinen laatiminen ja noudattaminen helpottivat sen loppuun saattamista. Saimme koko prosessin ajan tukea ja neuvoa opinnäytetyömme toimeksiantajalta sekä kanssaopiskelijoilta, ja nämä kommentit olivat arvokkaita työn eteenpäin viemiseksi. Tahdommekin kiittää lämpimästi kaikkia tässä opinnäytetyöprosessissa auttaneita.



## LÄHTEET

- Aaltola, J. & Valli, R. (toim.) 2015. Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Metodien valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle. 4. uudistettu ja täydennetty painos. Juva: WS Bookwell Oy.
- Ahonen, J. 2014. Kävely. Teoksessa Liukkonen, I. & Saarikoski, R. (toim.). 2014. Jalat ja terveys. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Allison L. 1995. Balance Disorders. Teoksessa Umphred D A (toim.) Neurological Rehabilitation. St. Louis, MO: Mosby Year Book Inc.
- Avela, J., Perttunen, J. & Järvinen, M. 2012. Tuki- ja liikuntaelimestön biomekaniikkaa. Teoksessa Kiviranta, I. & Järvinen, M. (toim.). Ortopedia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.
- Bjälle, J.G., Haug, E. Sand, O. Sjaastad, O. V., & Toverud. 2002. Ihminen – Fysiologia ja anatomia. WSOY.
- Born, D-P. Sperlich, B. & Holmberg, H-C. 2013. Bringing Light Into the Dark: Effects of Compression Clothing on Performance and Recovery. Journal of Sports Physiology and Performance 8.
- Clark, M. 2005. Kompresiosidokset: periaatteet ja määritelmät. Artikkelissa Kompresiohoito suomenkielinen käännös alkuperäisestä julkaisusta EWMA – Position Document Understanding Compression therapy. Suomenkielinen käännös: Kankkunen, R., Seppänen, S. & Hjerpe, A. Julkaistu 19.1.2005. Luettu 20.2.2018. <https://shhy.fi/site/assets/files/1042/ewma-kompresiohoito.pdf>
- Danner, P. & Danner, R. 1991. Luotettava metodi kliiniseen työhön. Teoksessa Uskoksista tietoon. Fysioterapiatutkimuksen lähestymistapojen ja menetelmien esittely. Helsinki: VAPK-kustannus.
- Gray, H. 1989. Gray's Anatomy. 37.th edition. Churchill Livingstone.
- Gray, H. Anatomy of The Human Body. 1918. Fig 835; Deep nerves of the front of the leg. Philadelphia: Lea & Febiger. Bartleby.com, 2000. Luettu 21.7.2018. <https://www.bartleby.com/107/illus835.html>
- Gray, H. Anatomy of the Human Body. 1918. Fig 832; Nerves of the right lower extremity Posterior view. Philadelphia: Lea & Febiger. Bartleby.com, 2000. Luettu 21.7.2018. <https://www.bartleby.com/107/illus832.html>
- Haug, E., Sand, O., Sjaastad, O. V., & Toverud, K.C. 2009. Ihmisen fysiologia. WSOY.
- Houglum, P. A. 2016. Therapeutic exercise for musculoskeletal injuries. 4. painos. Champaign, IL: Human Kinetics.
- HUR Labs. 2018. Tasapainolevy BT4. Luettu 26.2.2018. <http://www.hurlabs.fi/tasapainolevy-bt4>

HUR Labs iBalance Smarttouch. 2015. Käyttöohje 25.8.2015. Luettu 18.3.2018. [http://sd7.staattinen.fi/sites/www.hurlabs.com/files/files/ibalance\\_smarttouch\\_manual.pdf](http://sd7.staattinen.fi/sites/www.hurlabs.com/files/files/ibalance_smarttouch_manual.pdf)

Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Liikuntatieteen seura. Tampere: Tammerprint Oy.

Kauranen, K. 2011. Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen. Liikuntatieteellinen Seura ry. Tammerprint Oy. Tampere.

Kaya, Y. & Sarikcioglu, L. 2015. Sir Herbert Seddon (1903–1977) and his classification scheme for peripheral nerve injury. Childs Nervous System 31 (2). Springer Berlin Heidelberg. Luettu 24.8.2018. <https://doi.org/10.1007/s00381-014-2560-y>

Klemola, T. 2012. Nilkka ja jalkaterä. Teoksessa Kiviranta, I. & Järvinen, M. (toim.). Ortopedia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.

Koivula, U-M., Suihko, K. & Tyrväinen, J. 2003. Mission: Possible. Opas opinnäytteen tekijälle. 2. uudistettu painos. Tampere: Pirkanmaan ammattikorkeakoulun julkaisusarja C, oppimateriaalit nro 1.

Lymed Oy. 2018a. Toimintaperiaate. Luettu 11.6.2018. <http://lymed.fi/hoito/toimintaperiaate/>

Lymed Oy. 2018b. Käyttöindikaatiot. Luettu 11.6.2018. <http://lymed.fi/hoito/kayttoindikaatiot-2/>

Lymed Oy. 2018c. Tutkimukset. Luettu 22.7.2018. <http://lymed.fi/hoito/tutkimukset/>

Martinoli C, Bianchi S. 2007. Ultrasound of the musculoskeletal system. Berlin: Springer.

Martins, R. S., Bastos, D., Siqueira, M. G., Heise, C. O. & Teixeira, M. J. 2013. Figure 1; Traumatic injuries of peripheral nerves: a review with emphasis on surgical indication. Brasilia: Arquivos de Neuro-Psiquiatria, 71(10). Luettu 17.8.2018. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-282X2013001100811#B4](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-282X2013001100811#B4)

Mäkelä, M. 2005. Näköpalautteeseen perustuvan harjoittelun vaikutusikäntyneiden naisten tasapainoon – Satunnaistettu, kontrolloitu interventiotutkimus. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. Terveystieteiden laitos. Gerontologian ja kansanterveyden Pro gradu – tutkielma.

Norris, C. 2000. Sports Injuries - Diagnosis and management. Biomechanics of the lower limb during gait. Second edition. Oxford: Butterworth Heinmann.

Partanen, J. Falck, B. Hasan, J. Jäntti, V. Salmi, T. & Tolonen, U. (toim.) 2006. Kliininen neurologia. 1. painos. Kustannus Oy Duodecim. Gummerrus Kirjapaino Oy. Helsinki.

Puustjärvi-Sunabacka, K. & Salmi, T. 2015. Perifeerisen hermon vammat ja sairaudet. Teoksessa Arokoski, J., Mikkelsen, M., Pohjolainen, T. & Viikari-Juntura, E. (toim.) Fysiatria. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 1.7.2018. Vaatii käyttöoikeuden. <http://www.oppiportti.fi/op/fys00019/do>

- Respecta. 2018. Peroneustuki eri koot vas/oik otto bock. Luettu 20.8.2018. <https://ku-vasto.respecta.fi/p/5221-peroneustuki-eri-koot-vasoik-otto-bock/>
- Saloviita, T. Kokeellinen tapaustutkimus soveltavassa työssä - johdatus yhden koehenkilön tutkimusasetelmiin. 1988. Jyväskylän yliopiston psykologian laitoksen julkaisuja. Jyväskylän yliopiston psykologien laitos.
- Sandström, M. & Ahonen, J. 2013. Liikkuva ihminen. 1. painos. VK-Kustannus Oy. Saarijärvi: Offset Oy.
- Sihvonen S. 2004. Postural Balance and Aging. Cross-sectional comparative studies and a balance training intervention. University of Jyväskylä. Studies in sport, physical education and health. Jyväskylä.
- Soinila, S. 2014. Ääreishermoston sairaudet. Teoksessa Soinila, S. & Kaste, M. (toim.) Neurologia. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 1.7.2018. Vaatii käyttöoikeuden. <http://www.oppiportti.fi/op/neu00183/do>
- Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. 2011-2014. 10 metrin kävelytesti muistitoimintokellolla. Verkkodokumentti. Luettu 21.4.2018. <http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/mittariversio/156/>
- Tolonen, U., Sotaniemi, K., Raatikainen, T., Kovala, T., Syrjälä, P., Hyvönen, K. & Lesonen, V. (toim.) 2002. Hermovaurioiden tutkimusopas. Oulu: Kirjapaino Kaleva.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Verkkodokumentti. Luettu 24.7.2018. [http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf)
- Van den Bergh, F. R. A., Vanhoenacker, F. M., De Smet, E., Huysse, W & Verstraete K. L. 2013. Peroneal nerve: Normal anatomy and pathologic findings on routine MRI of the knee. Belgium, Ghent University, Department of Radiology. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3675257/>
- Van der Wilk, D., Dijkstra, P.U., Postema, K., Verkerke, G.J. & Hijmans, J.M. 2015. Effects of ankle foot orthoses on body functions and activities in people with floppy parietic ankle muscles: a systematic review. Clinical biomechanics 30 (10).
- Virrantaus, O. Alaraajojen hermotus. Teoksessa Stolt, M., Flink, A., Saarikoski, R. & Väyrynen, P. (toim.) Jalkaterveys. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 1.7.2018. Vaatii käyttöoikeuden. <http://www.oppiportti.fi/op/jtr00124/do>
- Väyrynen, P. 2016. Kävelyn tuki- ja heilahdusvaihe. Teoksessa Stolt, M., Flink, A., Saarikoski, R. & Väyrynen, P. (toim.) Jalkaterveys. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 10.7.2018. Vaatii käyttöoikeuden. <http://www.oppiportti.fi/op/jtr00168/do>
- Whittle, M. 2007. Gait analysis. An introduction. 4. painos. Kiina: Elsevier Ltd.

## LIITTEET

### Liite 1. Saatekirje



#### Saatekirje opinnäytetyön tutkimukseen osallistuvalla

Hei,

kiitos kiinnostuksestanne tutkimustamme kohtaan. Olemme kolmannen vuoden fysioterapeuttipiskelijoita Tampereen ammattikorkeakoulusta. Laadimme opinnäytetyönämme tutkimuksen peroneuspareesin aiheuttaman läpsyjalan tukemisesta lääkkinnällis-teknisellä peroneussukalla. Opinnäytetyömme toimeksiantajana ja painevaatteiden valmistajana toimii tamperelainen, lääkkinnällisiä painetekstiilejä valmistava Lymed Oy.

Tutkimuksemme painevaatteesta, eli peroneussukasta, valmistetaan tutkimusta varten kolme eri versiota. Sukkaa valmistetaan kevyellä tuella, keskivahvalla tuella sekä vahvalla tuella. Sukan markkina-arvo on arviolta noin 100 euroa, ja koehenkilöt saavat yksilöllisesti valmistetut sukkansa veloitusetta. Tutkimukseen osallistujille valitaan oikea peroneussukka esimitauksen ja alkuhaastattelun perusteella. Esimitauksessa tarkastellaan jalkojen asentoa, nilkan liikelaajuuksia, nilkkaa liikuttavien lihasten lihasvoimaa sekä kävelynopeutta. Tutkimuksemme tulee sisältämään esimitauksen ja alkuhaastattelun lisäksi peroneussukan yksilölliseen valmistukseen liittyvän mittauksen, käyttöjaksoa edeltävän alkumittauksen, sekä jakson päätyttyä loppumittaukset. Varsinainen peroneussukan käyttöjakso tutkimuksen puitteissa kestää 14 viikkoa. Käyttöjakso alkaa tammikuun 2018 lopussa, ja päättyy toukokuun 2018 alussa. Painevaatetta käytetään päivittäin valvellaoloaikana vähintään kuuden tunnin ajan. Käytön ei tarvitse olla yhtämittaista, vaan se voi koostua useammasta osasta. Tutkimuksen osallistuja merkitsee päivittäisen käyttöajan erilliseen taulukkoon.

Opinnäytetyömme tavoitteena on arvioida Lymed Oy:n uuden peroneuspareesille kehitellyn peroneussukan vaikutusta koehenkilöiden kävelyyn ja tasapainoon, ja tuottaa Lymed Oy:lle hyödyllistä tietoa tulevaa tuotekehittelyä varten. Opinnäytetyömme tarkoituksena on selvittää ja kuvata 14 viikon pituisen tukisukan käyttöjakson tuottamat toimintakyvyn muutokset kävelyssä ja tasapainossa.

Tutkimuksen alku- ja loppumittauksissa tutkimme osallistujien 1) tasapainoa silmät auki ja kiinni, 2) kävelyn nopeutta 3) askelpituutta, ja tarkastelemme kävelysuoritusta videointiohjelman kautta, jolla pystymme tarkastelemaan askelluksessa tapahtuvia 4) nivelkulmien muutoksia ala-raajassa. Kaikki mittaustilanteissa kerätty aineisto, josta koehenkilö on mahdollisesti profiloitavissa (haastattelulomakkeet, videotallenteet, henkilötiedot) tullaan hävittämään heti kun tarvittavat analysoinnit ja tulokset on suoritettu.

Yhteistyöterveisin,

Jenna Laikola                      jenna.laikola@soc.tamk.fi

Nina Simanainen                  nina.simanainen@soc.tamk.fi



### Liite 3. Suostumus opinnäytetyön tutkimukseen osallistumisesta



#### Suostumus opinnäytetyön tutkimukseen osallistumisesta

Olen saanut tutkimusta koskevan saatekirjeen, jossa on kuvailtu tutkimuksen tavoitteita, tarkoitusta, tutkimusmenetelmiä sekä alustavaa aikataulua. Sitoudun käyttämään peroneussukkaa sovitulla tavalla, ja kirjaan käyttöajan erilliseen lomakkeeseen. Minulle ei korvata tutkimuksesta mahdollisesti koituvia kuluja (esimerkiksi matkakulut).

Tutkimuksen tulokset ja metodit ovat julkaistavaa tietoa, mutta omat henkilökohtaiset tietoni ovat kaikki suojattu, ja henkilötietojani ei tuoda ilmi missään julkisessa dokumentissa.

Tutkimuksen mittauksissa ovat mukana opinnäytetyön tekijät. Mittaukset videoidaan ja kuvataan opinnäytetyön laadullisen arvioinnin tueksi. Tallennettua materiaalia voidaan hyödyntää opinnäytetyössä, sekä opinnäytetyön osapuolien toimesta ammattikäytössä. Osapuolet sivoutuvat esittämään ja säilyttämään materiaalia siten, ettei henkilö ole tunnistettavissa (kasvot rajataan yms.).

Kerättyjä tietoja hyödynnetään opinnäytetyössä. Valmis opinnäytetyö on julkinen ja luettavissa Theseus-verkkokirjastossa. Olen lukenut ja ymmärtänyt edellä mainitut asiat ja annan luvan käyttää minusta kerättyä materiaalia vapaasti opinnäytetyössä.

---

Päivämäärä ja paikka

---

Allekirjoitus

---

Nimenselvennys

Liite 4. Haastattelulomake alku- ja loppumittauksessa

**Kuinka sujuvaksi koit kävelyn asteikolla 1-10, jolloin 1 on todella epäsujuva, ja 10 on todella sujuva?**

Ilman sukkaa:

Sukan kanssa:

**Kuinka turvalliseksi koit kävelyn asteikolla 1-10, jolloin 1 on todella epäturvallinen ja 10 on todella turvallinen?**

Ilman sukkaa:

Sukan kanssa:

**Kävelynopeus ilman sukkaa**

1:

2:

Keskiarvo:

**Kävelynopeus sukan kanssa**

1:

2:

Keskiarvo:

**Kerro hieman vapaasti tuntemuksistasi, millainen on mielestäsi tämänhetkinen kävelykykysi?**

**Miten kävely erosi ilman sukkaa ja sukan kanssa?**

## Liite 5. Tutkimushenkilö 1:n tasapainomittausten tulokset

Ylempi ilmoitettu luku kuvaa tulosta silmät auki, ja alempi tulosta silmät kiinni. Muutosprosenttiyksiköiden desimaalit on pyöristetty kahden desimaalin tarkkuuteen.

<b>Ilman peroneussukkaa</b>	<b>Alkumittaus</b>	<b>Loppumittaus</b>	<b>Ero %</b>
Huojunnan pituus (mm)	254,64 725,46	269,54 612,52	5,85 -15,57
Huojunnan nopeus (mm/s)	8,49 24,18	8,98 20,42	5,77 -15,55
C90 pinta-ala (mm <sup>2</sup> )	41,91 326,54	138,32 448,43	230,04 37,33
Rombergin vakio	779	324	-58,41
Sivuttaissuunt. (X) huojunnan nopeuden keskihajonta (mm/s)	1,59 4,68	2,95 7,06	85,53 50,85
Eteen-taakse suunt. (Y) huojunnan nopeuden keskihajonta (mm/s)	1,92 5,49	3,30 4,42	71,88 -19,49
<b>Peroneussukan kanssa</b>	<b>Alkumittaus</b>	<b>Loppumittaus</b>	<b>Ero</b>
Huojunnan pituus (mm)	205,9 570,54	301,11 610,27	46,24 6,96
Huojunnan nopeus (mm/s)	6,86 19,02	10,04 20,34	46,36 6,94
C90 pinta-ala (mm <sup>2</sup> )	89,34 153,83	97,92 292,26	9,60 89,99
Rombergin vakio	172	298	73,26
Sivuttais-suunt. (X) huojunnan nopeuden keskihajonta (mm/s)	2,24 2,98	2,65 3,36	18,30 12,75
Eteen-taakse suunt. (Y) huojunnan nopeuden keskihajonta (mm/s)	2,76 4,03	2,94 6,08	6,52 50,87

Seuraavassa taulukossa Tutkimushenkilö 1:n painonjakauma tasapainomittauksissa:

<b>Alkumittaus</b>	<b>Painonjakauma %</b>	
Ilman peroneussukkaa		
Silmät auki	Vasen 51,49%	Oikea 48,51%
Silmät kiinni	Vasen 54,51%	Oikea 45,49%
Peroneussukan kanssa		
Silmät auki	Vasen 50,44%	Oikea 49,56%
Silmät kiinni	Vasen 53,05%	Oikea 46,59%
<b>Loppumittaus</b>	<b>Painonjakauma %</b>	
Ilman peroneussukkaa		
Silmät auki	Vasen 54,28%	Oikea 45,72%
Silmät kiinni	Vasen 57,02%	Oikea 43,98%
Peroneussukan kanssa		
Silmät auki	Vasen 53,11%	Oikea 46,89%
Silmät kiinni	Vasen 54,82%	Oikea 45,18%



## Liite 6. Tutkimushenkilö 2:n tasapainomittausten tulokset

Ylempi ilmoitettu luku kuvaa tulosta silmät auki, ja alempi tulosta silmät kiinni. Muutosprosenttiyksiköiden desimaalit on pyöristetty kahden desimaalin tarkkuuteen.

<b>Ilman peroneussukkaa</b>	<b>Alkumittaus</b>	<b>Loppumittaus</b>	<b>Ero %</b>
Huojunnan pituus (mm)	348,34 790,58	346,92 1070,06	-0,41 35,35
Huojunnan nopeus (mm/s)	11,61 26,35	11,56 35,67	-0,43 35,37
C90 pinta-ala (mm <sup>2</sup> )	73,74 422,55	133,13 478,41	80,54 13,22
Rombergin vakio	573	359	-37,35
Sivuttaissuunt. (X) huojunnan nopeuden keskihajonta (mm/s)	2,25 4,37	2,79 4,19	24 -4,12
Eteen-taakse suunt. (Y) huojunnan nopeuden keskihajonta (mm/s)	2,37 6,73	3,50 8,33	47,68 23,77
<b>Peroneussukan kanssa</b>	<b>Alkumittaus</b>	<b>Loppumittaus</b>	<b>Ero</b>
Huojunnan pituus (mm)	358,01 759,4	396,42 673,39	10,73 -11,33
Huojunnan nopeus (mm/s)	11,93 25,31	13,21 22,45	10,73 -11,30
C90 pinta-ala (mm <sup>2</sup> )	86,82 325,16	135,42 223,74	55,98 -31,19
Rombergin vakio	374	165	-55,88
Sivuttais-suunt. (X) huojunnan nopeuden keskihajonta (mm/s)	1,80 4,05	2,40 2,99	33,33 -26,17
Eteen-taakse suunt. (Y) huojunnan nopeuden keskihajonta (mm/s)	3,34 5,75	3,97 5,21	18,86 -9,39

Seuraavassa taulukossa Tutkimushenkilö 2:n painonjakauma tasapainomittauksissa:

<b>Alkumittaus</b>	<b>Painonjakauma %</b>	
Ilman peroneussukkaa		
Silmät auki	Vasen 50,17%	Oikea 49,83%
Silmät kiinni	Vasen 49,13%	Oikea 50,87%
Peroneussukan kanssa		
Silmät auki	Vasen 48,10%	Oikea 51,90%
Silmät kiinni	Vasen 48,49%	Oikea 51,51%
<b>Loppumittaus</b>	<b>Painonjakauma %</b>	
Ilman peroneussukkaa		
Silmät auki	Vasen 51,20%	Oikea 48,80%
Silmät kiinni	Vasen 51,97%	Oikea 48,03%
Peroneussukan kanssa		
Silmät auki	Vasen 54,38%	Oikea 45,62%
Silmät kiinni	Vasen 52,20%	Oikea 47,80%