



Elina Koskinen, Lisbeth Marttala-Takari ja Milla Väänänen

Yksilöllisten tukipohjallisten vaikutus diabeetikkojen jalkapohjan paineeseen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Jalkaterapeutti AMK

Jalkaterapian tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

11.11.2023

Tekijä	Elina Koskinen, Lisbeth Marttala-Takari, Milla Väänänen
Otsikko	Yksilöllisten tukipohjallisten vaikutus diabeetikkojen jalkapohjan paineeseen
Sivumäärä	51 + 5 liitettä
Aika	11.11.2023
Tutkinto	Jalkaterapeutti AMK
Tutkinto-ohjelma	Jalkaterapian tutkinto-ohjelma
Ohjaajat	Jalkaterapian lehtori, Matti Kantola Jalkaterapian lehtori, tutkintovastaava Elina Wasenius Yliopettaja, Kaarina Pirilä
<p>Tämän monimenetelmällisen opinnäytetyön tarkoituksena oli testata ja arvioida miten yksilöllisesti muotoillut tukipohjalliset muuttavat diabeetikoiden plantaarista painetta. Työn tavoitteena oli tuottaa tietoa yhteistyökumppanillemme Respecta Oy:lle, millä tavalla diabeetikoiden yksilöllisten tukipohjallisten vaikutusta plantaariseen paineeseen voi hyödyntää niiden arvioinnissa ja seurannassa. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Respecta Oy:n Helsingin toimipisteen kanssa.</p> <p>Diabeetikoiden jalkaongelmien merkittävimmät syyt ovat neuropatia ja iskemiat sekä näiden lisäksi jokin ulkoinen vaurio. Nämä tekijät voivat diabeetikolla johtaa krooniseen jalkahaavaan. Diabeetikoiden jalkateriin aiheutuvia haavaumia pyritään estämään jalkapohjan painetta tasaavilla yksilöllisillä tukipohjallisilla sekä jalkinevalinnoilla.</p> <p>Tämän opinnäytetyön keskeinen osa oli mittaus, joka toteutettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun liikelaboratoriossa. Mittauksissa hyödynnettiin Medilogic-painepohjallisia, jotka olivat kengän sisällä yksilöllisten tukipohjallisten kanssa sekä ilman niitä. Lisäksi mitattavan tuli kävellä avojaloin painelevyn päältä, niin että tulokset saatiin molemmista jaloista. Mittaukseen osallistujilta tarkistettiin jalkaterien kunto, jalkineet sekä Respecta Oy:n valmistamat yksilölliset tukipohjalliset.</p> <p>Otos oli suppea, vain seitsemän mitattavaa, jonka vuoksi emme pystyneet tekemään tilastollisesti merkittäviä johtopäätöksiä. Tulosten mukaan merkittävin yhteneväisyys oli, että yksilölliset tukipohjalliset jakoivat painetta tasaisemmin ja laajemmin koko jalkapohjan alueella kaikilla mitattavilla. Paineiden huippuarvoja saatiin pienennettyä yksilöllisten tukipohjallisten avulla vain kolmesta tapauksesta seitsemästä. Analysoitaessa paineen viipymistä saatiin painetta vähennettyä kuudella mitattavalla. Viidellä mitattavalla oli käytössä erityisjalkineet ja kahdella tehdasvalmisteiset jalkineet. Mittauksien mukaan tehdasvalmisteisia jalkineita käyttävillä maksimipainearvoja ei saatu laskettua.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksia voi hyödyntää kaikki tahot, jotka valmistavat yksilöllisiä tukipohjallisia tai erityisjalkineita sekä henkilöt, jotka ovat kiinnostuneita niiden vaikuttavuudesta.</p>	
Avainsanat	Plantaarinen paine, diabetes, yksilölliset tukipohjalliset

Author	Elina Koskinen, Lisbeth Marttala-Takari, Milla Väänänen
Title	The effect of custom-made insoles on the plantar pressure of diabetics
Number of Pages	51 + 5 appendices
Date	11 November 2023
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Podiatry
Instructors	Matti Kantola, Senior Lecturer Elina Wasenius, Senior Lecturer, Head of Degree Programme Kaarina Pirilä, Principal Lecturer
<p>The purpose of this multi-method bachelor's thesis was to test and evaluate how custom-made insoles change the plantar pressure of the diabetic foot. The aim was to produce information for our partner Respecta Oy, a provider of assistive devices, about the ways which the effect of diabetic custom-made insoles on plantar pressure could be utilized in their evaluation and monitoring. The bachelor's thesis was conducted with the Helsinki office of Respecta Oy.</p> <p>The most significant causes of foot problems in diabetics are neuropathy and ischemia as well as some external damage. These factors can lead to chronic foot ulcer in a person with diabetes. Ulcers on the feet of diabetics are prevented with custom-made insoles that equalize the pressure on the sole of the foot and with footwear choices.</p> <p>The participants visited the Motion Laboratory of Metropolia University of Applied Sciences, where one-day measurements were performed. In the measurements, Medilogic pressure insoles were used inside the shoe with and without the custom-made insoles. In addition, the subjects walked on top of the pressure plate, so that the results were obtained from both feet. The condition of the feet of the participants in the measurement, the footwear and the custom-made insoles manufactured by Respecta Oy were checked.</p> <p>The sample size was only seven subjects, which is why we could not draw statistically significant conclusions. The results of the thesis show that the custom-made insoles distributed the pressure more evenly and more widely throughout the area of the sole of the foot in all participants. The peak pressure values could be reduced with the help of custom-made insoles in only three cases out of seven. Analyzing the pressure delay, it was possible to reduce the pressure in six participants. Five subjects wore special footwear and two wore factory-made footwear.</p> <p>The results of this bachelor's thesis can be used by all entities that manufacture custom-made insoles or special footwear, as well as people who are interested in their effectiveness.</p>	
Keywords	Plantar pressure, diabetes, custom-made insoles

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	2
3	Diabetes ja haavaumariski	2
3.1	Neuropatia alaraajoissa	3
3.2	Plantaarisen paineen vaikutus	4
3.3	Apuvälineiden vaikutus haavojen ennaltaehkäisyssä	5
3.4	Plantaarisen paineen mittaaminen Medilogic-käyttöjärjestelmällä	7
4	Opinnäytetyön toteutus ja menetelmät	9
4.1	Aineiston keruu	10
4.2	Tutkimuksen kulku ja toimenpiteiden kuvaus	10
4.2.1	Yksilöllisen tukipohjallisen kunto	11
4.2.2	Pohjallisten käyttöaste	12
4.3	Tutkimustulosten analysointimenetelmät	12
4.4	Haittariskien arviointi	13
4.5	Tietoturva, tietojen luottamuksellisuus ja aineiston hallintasuunnitelma	14
5	Tulokset	15
5.1	Case 1	16
5.1.1	Mittaukset painelevyllä	16
5.1.2	Mittaukset painepohjallisilla	17
5.1.3	Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset	19
5.2	Case 2	19
5.2.1	Mittaukset painelevyllä	20
5.2.2	Mittaukset painepohjallisilla	21
5.2.3	Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset	23
5.3	Case 3	23
5.3.1	Mittaukset painelevyllä	24
5.3.2	Mittaukset painepohjallisilla	25
5.3.3	Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset	27
5.4	Case 4	27
5.4.1	Mittaukset painelevyllä	28
5.4.2	Mittaukset painepohjallisilla	29
5.4.3	Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset	31
5.5	Case 5	31

5.5.1	Mittaukset painelevyllä	32
5.5.2	Mittaukset painepohjallisilla	32
5.5.3	Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset	34
5.6	Case 6	34
5.6.1	Mittaukset painelevyllä	35
5.6.2	Mittaukset painepohjallisilla	36
5.6.3	Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset	38
5.7	Case 7	38
5.7.1	Mittaukset painelevyllä	39
5.7.2	Mittaukset painepohjallisilla	40
5.7.3	Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset	42
6	Case-tulosten yhteneväisyydet ja johtopäätökset	42
7	Pohdinta	45
7.1	Tulosten merkitys ja luotettavuus	45
7.2	Eettisyys	46
7.3	Jatkotutkimusehdotukset	46
	Lähteet	48
	Liitteet	
	Liite 1. Tutkimuslomake	
	Liite 2. Kysely pohjallisten käytöstä	
	Liite 3. Kenkien arviointi	
	Liite 4. Saatekirje	
	Liite 5. Suostumuslomake	

1 Johdanto

Tällä hetkellä noin 50 000 suomalaista sairastaa tyyppin 1 diabetesta ja noin 400 000 tyyppin 2 diabetesta (Diabetesliitto 2021.) Väestömme ikääntyessä ja diabetesta sairastavien määrän kasvaessa jalkaongelmat lisääntyvät. Diabeetikoiden jalkaongelmat aiheuttavat merkittävää kansanterveydellistä haittaa ja sairauskuluja. Diabeetikon keskeisimmät jalkaongelmat ovat haavaumien ilmaantuminen alaraajoihin ja amputaatio. (Diabeetikon jalkaongelmat 2021).

Diabeettinen perifeerinen neuropatia on yksi yleisimmistä diabeteksen komplikaatioista (Fang ym. 2013: 3206). Diabeettinen neuropatia johtaa tuntohäiriöihin ja asentovirheisiin, mikä altistaa jalkahaavoille (Diabeetikon jalkaongelmat 2021). Jalkahaavat syntyvät hankauksesta ja paineesta, mikä johtuu pitkäkestoisesta seisomisesta tai kävelemisestä, huonosti istuvista jalkineista tai jalkaterän rakennemuutoksista. Tämän vuoksi noin 40 % diabeettisista jalkahaavoista esiintyy jalkaterän plantaarisella puolella eli jalkapohjassa. Erityisesti perifeeristä neuropatiaa eli ääreishermoston sairautta sairastaville diabeetikoille määrätään usein yksilölliset tukipohjalliset (Schneider & Severn 2017). Yksilöllisillä tukipohjallisilla pyritään jalan kaarien ja jalkapöytäluiden tukemiseen, yksilöllisten riskialueiden keventämiseen sekä paineen jakamiseen laajemmalle kontaktipinnalle (Tsung & Zhang & Mak & Wong 2004; Collings ym. 2021). Diabeetikoilla päkiöiden painepiikkialueiden kuormitusta helpotetaan käyttämällä iskunvaimennuspohjallisia. Alaraajan ja jalkaterän toimintaa ohjaavien pohjallisten käyttöä suositellaan, jos diabeetikolla on todettu biomekaanisia poikkeamia (Tapio & Huhtanen 2023: 479).

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli arvioida diabeetikoiden yksilöllisesti muotoiltujen tukipohjallisten vaikutusta plantaariseseen eli jalkapohjan puoleiseen paineeseen. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyökumppanille Respecta Oy:lle, joka on valtakunnallinen apuvälinepalveluita ja -ratkaisuja tarjoava yritys. Suoritimme paineen arviointia Medilogic-ohjelmistoa käyttämällä Metropolian liikelaboratoriossa. Mittaukseen osallistui seitsemän diabeetikkoa, joilla on käytössä Respecta Oy:n valmistamat yksilölliset tukipohjalliset.

2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on testata ja arvioida miten yksilöllisesti muotoillut tukipohjalliset muuttavat diabeetikoiden plantaarista eli jalkapohjan puoleista painetta. Työn tavoitteena on tuottaa tietoa yhteistyökumppanillemme Respecta Oy:lle, millä tavalla diabeetikoiden yksilöllisten tukipohjallisten vaikutusta plantaariseen paineeseen voisi hyödyntää niiden arvioinnissa ja seurannassa.

Ensisijaisesti tuloksia voi hyödyntää Respecta Oy, mutta myös kaikki muut tahot, jotka valmistavat yksilöllisiä tukipohjallisia ja erityisjalkineita diabeetikoille tai henkilöt, jotka ovat kiinnostuneita niiden vaikuttavuudesta. Respecta Oy on valtakunnallinen johtava apuvälinepalveluita ja -ratkaisuja tarjoava yritys ja on Ottobock-konsernin omistama. Heidän tavoitteenaan on ihmisen elämänlaadun ja toimintakyvyn parantaminen eri apuvälineitä ja -ratkaisuja käyttäen. Respecta Oy:n valikoimiin kuuluvat korkealaatuiset lääkinälliset kuntoutuksen apuvälineet sekä tukipalvelut. (Respecta Oy).

3 Diabetes ja haavaumariski

Jalkojen haavaumat ovat yleinen ja merkittävä toimintakykyä rajoittava terveydellinen haitta tyyppin 1 ja 2 diabeteksessa. Suomessa jalkahaavan saa vuosittain 2–5 % diabetesta sairastavista ja 19–34 % diabeetikoista saa jalkahaavan elinikänsä aikana. (Diabeetikon jalkaongelmat 2021.) Diabeettisen jalkahaavan taustalla voi olla useita tekijöitä ja yksi niistä voi olla perifeerinen neuropatia (Fang ym. 2013: 3206).

Tyypillisesti diabeettiseen haavaumaan johtavat ulkoisen tekijän aiheuttama ihorikko tai poikkeuksellisesta jalkapohjan painejakaumasta seuraava painehaava. Diabetekseen liittyy usein infektioherkkyyttä sekä heikentynyttä verenkiertoa alaraajoissa, mikä hidastaa haavojen paranemista. Huonosti paranevat haavaumat rajoittavat arkea ja liikkumista ja saattavat johtaa pahimmassa tapauksessa amputaatioihin. Jo kehittynyt haavauma lisää myös todennäköisyyttä uusien haavaumien kehittymiselle. (Noor & Zubair & Ahmad 2015; Armstrong & Boulton & Bus 2017.)

Diabeteksen hyvän hoitotasapainon ohella ennaltaehkäisyn kulmakivenä ovat säännöllinen jalkojen hoitaminen sekä jalkojen ihon suojaaminen (Schaper ym. 2020). Jalkapohjan epäedullisesta painejakaumasta sekä jalkaterän virheasentoista aiheutuvaa haavauman tai sen uusiutumisen riskiä pyritään ennaltaehkäisemään yksilöllisillä tukipohjallisilla ja erityisjalkineilla (Collings & Freeman & Latour & Paton 2021). Diabeetikoilla ja neuropatiaa sairastavilla diabeetikoilla on huomattu jalkapohjan

paineen epäedullista jakautumista, kun paine siirtyy kohti jalan etuosaa ja näin jalan etuosan ja takaosan välinen paine muuttuu (Fang ym. 2013: 3207).

Haavaumille riskialttiita alueita ovat jalkapöytäluiden päät, isovarpaan sisäreuna, kantapää sekä jalkapohjan keskiosa (Noor ym. 2015; Schaper ym. 2020). Jalkineiden ja pohjallisten teho perustuu esimerkiksi jalan kaarien ja jalkapöytäluiden tukemiseen, yksilöllisten riskialueiden keventämiseen sekä paineen jakamiseen yksittäisiltä kuormitusalueilta laajemmalle kontaktipinnalle (Tsung & Zhang & Mak & Wong 2004; Collings ym. 2021). On myös saatu viitteitä siitä, että jalkineilla ja pohjallisilla voitaisiin vähentää kävelyn lopputukivaiheen aiheuttamaa venytystä jalkapohjan pehmytkudoksiin (Lott & Hastings & Commean & Smith & Mueller 2007).

3.1 Neuropatia alaraajoissa

Diabeettinen perifeerinen neuropatia on yksi yleisimmistä diabeteksen komplikaatioista (Fang ym. 2013: 3206). Lähes kaikille diabetesta sairastaville kehittyy ennemmin tai myöhemmin alaraajojen diabeettinen neuropatia, joka tarkoittaa sensorisen, motorisen ja autonomisen hermoston häiriöitä. Diabeettinen neuropatia on diabetesta sairastavien jalkaongelmien merkittävimpiä aiheuttajia. (Järveläinen & Lahtela & Ebeling 2023: 626.) Diabeettisen neuropatian merkitykset voivat olla tuhoisia, sillä noin 50 % diabeetikoista kehittää jalkahaavan elämänsä aikana ja diabetes on merkittävin alaraajan amputaation syy (Hicks & Selvin 2019).

Sensorinen neuropatia ilmenee eriasteisina tuntohäiriöinä eli kipu-, kosketus-, värinä- ja painetunto heikkenevät tai voivat hävitä kokonaan. Sensorisen neuropatian vuoksi diabeetikko ei tunne ylikuormituksesta johtuvia oireita, kuten esimerkiksi kengän hankaamista, painamista, puristusta tai vierasesinettä kengässä. (Järveläinen ym. 2023: 626.) Tuntohäiriö altistaa ihovaurioille, mikä voi johtaa krooniseen jalkahaavan, sillä kiputunnon puuttuessa kuormitusta ei huomata vähentää ja näin ollen estetään haavaa paranemasta (Diabeetikon jalkaongelmat 2021).

Asentotunnon heikennyttyä pystyasento voi olla huojuvaa ja jalkaterien asennon hahmottaminen hankalaa (Järveläinen ym. 2023: 626). Diabeettista perifeeristä neuropatiaa sairastavalla on lisääntynyt kaatumisriski tasapainohaasteiden vuoksi (Hicks & Selvin 2019). Motorinen neuropatia saa aikaan sen, että jalkaterän lihakset surkastuvat, jonka vuoksi jalkaterä on luiseva ja pitkien lihasten jänteet kiristyvät, minkä vuoksi varpaat koukistuvat ja vetäytyvät taakse. Myös nivelten liikerajoitusta ja jäykkyyttä esiintyy, mikä aiheuttaa lisää painetta varpaiden kärkiin, päkiän alueelle

sekä kantapäähän. (Järveläinen ym. 2023: 626) Väärä biomekaaninen kuormitus johtaa ihon paksuuntumiseen, mikä pahentaa kuormitusvirhettä ja voi johtaa ihonalaiseen verenpurkaumaan ja näin haavan syntymiseen (Diabeetikon jalkaongelmat 2021).

Autonominen neuropatia ilmenee esimerkiksi alaraajojen hikoilun vähenemisenä, jonka vuoksi iho on kuiva, hilseilevä sekä helposti halkeava. Varsinkin kantapää ovat alttiita halkeamille. (Järveläinen ym. 2023: 630)

3.2 Plantaarisen paineen vaikutus

Plantaarisella paineella tarkoitetaan liikkeen aikana tapahtuvaa jalkapohjan ja alustan/tukipinnan välistä painetta, joka kohdistuu jalkapohjaan. Tässä opinnäytetyössä jalkapohjanpuoleiseen paineeseen viitataan termillä plantaarinen paine. Plantaarisen paineen mittauksesta saatua tietoa voidaan soveltaa muun muassa alaraajaongelmien diagnosoimisessa, vammojen ennaltaehkäisyssä ja jalkineiden suunnittelussa (Razak & Zayegh & Begg & Wahab 2012).

Diabeetikoilla, joilla on hermovaurioita ja/tai haavaumia jalkaterissä, on plantaarinen paine korostunut (Fawzy, Arafa, El Wakeel & Abdul 2014). Haavaumien uusiutuminen on yleinen ja merkittävä ongelma diabeetikoilla. Jalan biomekaniikalla ja diabeetikon elintavoilla on haavaumien uusiutumisen kannalta oleellinen merkitys. (Waaajman ym. 2014.) Fawzyn ym. (2014) mukaan haavauman riski liittyy oleellisesti diabeteksen keston, neuropatian vakavuuteen, verensokerin tasaisuuteen, tupakointiin sekä korkeisiin plantaarisen paineen muuttujiin.

Plantaarinen paine on tyypillisin pohjallisten yhteydessä mitattava muuttuja. Paineita voidaan mitata sekä paljasjaloin että jalkineiden sisältä. Kengän sisään asetettavat sensorit mahdollistavat paineen mittauksen arjen eri tilanteissa sekä vaihtelevassa maastossa (Razak ym. 2013) ja mahdollistavat paljasjaloin mitattujen paineiden jakauman ja vaihtelun tarkastelemisen pohjallisen tai erityisjalkineen ollessa käytössä (Bus & Ulbrecht & Cavanagh 2004; Bus & Haspels & Busch-Westbroek 2011). Plantaaripaineille on haastavaa asettaa luotettavia raja-arvoja (Waldecker 2012), ja painejakaumien sekä ääriarvojen ohella voidaankin tarkastella myös kumulatiivista kuormitusta ajan suhteen (Mueller & Lott & Hastings & Commean 2006; Waldecker 2012; Hellstrand Tang ym. 2014; Pu ym. 2018). Painemittausten on arveltu saattavan tuoda lisänäkemyksiä myös apuvälineiden materiaalien kulumisen arvioimiseen (Lobmann ym. 2001; Waaajman 2012), sillä pelkän silmämääräisen kulumien

tarkastelun on havaittu korreloivan heikosti sen suhteen, miten toimivan tuen apuväline yhä antaa jalalle ja ovatko materiaalit alkaneet antaa periksi käytössä (Paton & Stenhouse & Bruce & Jones 2014).

3.3 Apuvälineiden vaikutus haavojen ennaltaehkäisyssä

Koska jalkojen kuormitukseen liittyvä haavaumariski on diabeetikolla arjessa jatkuvaa, tukipohjalliset ja erityisjalkineet on tarkoitettu päivittäiseen ja jatkuvaan käyttöön (Schaper ym. 2020; Diabeetikon jalkaongelmat 2021). Haavaumien taustalla vaikuttavissa tekijöissä, kuten neuropatiassa, on liitännäisongelmineen usein kyse etenevistä tiloista, ja apuvälineitä on ajan myötä päivitettävä muuttuvan tarpeen mukaan (Schaper ym. 2020). Jalkineiden ja pohjallisten käytön määrän on kuitenkin todettu tyypillisesti jäävän suositeltua vähäisemmäksi (Waaijman ym. 2012; Arts ym. 2014; Lutjeboer & van Netten & Postema & Hijmans 2020), mikä vaikeuttaa niiden vaikutusten ja sopivuuden sekä materiaalien kestävyuden arviointia.

Apuvälineitä ja haavaumia tarkastelevissa pitkäaikaistutkimuksissa seurantamittauksia on toteutettu tutkimuskysymyksistä riippuen hyvin vaihtelevasti yksittäisestä kuukaudesta kolmen ja kuuden kuukauden tai vuoden väliajoin. (Lobmann ym. 2001; Reiber ym. 2002; Waaijman ym. 2012; Paton ym. 2014.) Materiaalien on havaittu painuvan eniten ensimmäisten kuuden kuukauden aikana käyttöönotosta (Paton ym. 2014), mutta havainnot kulumisen vaikutuksista apuvälineiden tehoon ovat ristiriitaisia (Lobmann ym. 2001; Paton ym. 2014).

Vuonna 2021 julkaistussa tutkimuksessa verrattiin plantaarisen paineen vähentymistä perinteisellä tavalla valmistettujen tukipohjallisten ja uuden CAD–CAM-ohjelmalla valmistettujen pohjallisten välillä. Vertailussa käytettiin myös tasaisia pohjallisia. Tutkijoiden tavoitteena oli kehittää uudenlainen kvantitatiivistilastollinen menetelmä yksilöllisten tukipohjallisten suorituskyvyn arvioimiseksi, koska objektiivinen ja kvantitatiivinen arviointi mittailaustyönä valmistettujen pohjallisten suunnittelussa ei ole ollut vakiomenetelmä. Tutkimukseen osallistui 30 diabeetikkoa, joilla oli jaloissaan neuropatia. Jalkapohjien 200 kPa:n (kilopascal) painearvon ylittävät haavaumariskialueet määriteltiin jokaiselta diabeetikolta. Tuloksena oli, että perinteisesti valmistetut tukipohjalliset ja CAD–CAM-pohjalliset vähensivät keskimääräisiä painealueita enemmän kuin täysin tasaiset pohjalliset. CAD–CAM-pohjalliset vähensivät plantaarista painetta enemmän kuin perinteisesti valmistetut tukipohjalliset ja keskipaineen lasku oli 37,3 kPa (15,6 %) verrattuna tasaisiin pohjallisiin. Tutkijoiden mukaan heidän kehittämänsä uusi kvantitatiivistilastollinen

menetelmä tarjoaa tarkemman ja tilastollisesti luotettavamman määritelmän plantaarisen paineen arvioimiseksi, kuin 200 kPa:n paineraja-arvo. Tutkijoiden uuden menetelmän käyttökelpoisuus ulottuu suunnitteluvaiheeseen, joka auttaa ohjaamaan muutoksia, jotka ovat tarpeen optimaalisen kuormituksen saavuttamiseksi pohjallisessa. (D'Amico ym. 2021.)

Raja-arvo 200 kPa on maksimaalinen plantaarisen paineen arvolukema jalkineilla mitattuna, minkä on todettu johtavan haavaumien syntyyn diabeetikolla. Tutkimuksissa 200 kPa on yleisesti käytetyin kevennysvaikutusten arvioinnin raja-arvo, jonka alittaminen on johtanut hyviin tuloksiin. (Bus 2011; Waaijman 2012; Waaijman 2014.)

Ana Martinez-Santos, Stephen Preece ja Christopher J. Nester tutkivat vuonna 2019 yksilöllisten tukipohjallisten vaikutusta plantaariseen paineeseen diabeetikoilla, joilla oli riski saada haavauma jalkaterään. Heidän tavoitteenaan oli selvittää, onko yksilöidyllä metatarsal bar -kevennyksellä, eli jalkapöydänluiden päihin kohdistuvaa painetta keventävällä elementillä, ja jalkaterän etuosan pehmusteen painetta vähentävillä vaikutuksilla tekemistä metatarsal bar -kevennyksen sijainnin, muodon ja materiaalivalinnan kanssa. Tuloksissa ilmeni, että merkittävää plantaarisen paineen keventämisessä oli metatarsal bar -kevennyksen asettelu suhteessa huippupainearvoihin ja sen vaikutukset olivat riippumattomia EVA- tai Poron-materiaalin valinnasta. Tutkimukseen osallistuvista diabeetikoista 61 %:lla kohdistui yli 200 kPa:n paine yhteen tai useampaan jalkapöydänluun päähän, kun pohjalliset olivat täysin tasaiset eikä keventäviä elementtejä ollut. Paine väheni 58 %, kun pohjallisiin oli tehty painetta keventävät elementit. Tulosten mukaan plantaarisen paineen keventäminen riippuu diabeetikoiden jalkojen yksilöllisistä ominaisuuksista ja pohjallisen suunnittelusta. Myös tutkimuksessa, jossa testattiin erityisjalkineiden merkitystä diabeetikoiden (n=24) jalkaterän haavaumariskiä, päädyttiin erityisjalkineiden keventävän painetta jalkapöydänluiden päistä merkittävästi, 17–53 %, verrattuna tehdasvalmisteiseen jalkineeseen. Alhaisimmillaan plantaarisen paineen arvot olivat keskimäärin 112–155 kPa. (Zwaferink & Custers & Paardekooper & Berendsen & Bus 2020.)

Suomessa apuvälineiden luovutukseen sovelletaan Sosiaali- ja terveysministeriön laatimaa opasta lääkinällisen kuntoutuksen apuvälineiden luovutusperusteista. Yksilöllisesti valmistettuja tukipohjallisia luovutetaan yksilöllisen tarvearvioinnin perusteella lääkinällisen kuntoutuksen apuvälineiksi, kun henkilöllä on synnyntäiseen epämuodostumaan tai pysyvään vammaan jälkitilaan tai perussairauteen liittyvä vaikea jalkaterän ja/tai nilkan virheasento ja näistä syistä johtuva kävelyä vaikeuttava kiputila

tai toimintahäiriö sekä apuvälineen voidaan perustellusti odottaa edistävän henkilön kävelyä. Yksilöllisesti valmistettuja tukipohjallisia käytetään ensisijaisesti asiakkaan itse ostamissa jalkineissa. (Valtakunnalliset lääkinnällisen kuntoutuksen apuvälineiden luovutusperusteet 2023: 100.)

Erityisjalkineet luovutetaan yksilöllisen tarvearvioinnin perusteella lääkinnällisen kuntoutuksen apuvälineenä, kun asiakkaalla on esimerkiksi jalassa kivulias epämuodostuma, jalka on voimakkaasti epämuodostunut tai alaraajassa on pituusero, joka alentaa merkittävästi toimintakykyä ja asiakkaan omiin jalkineisiin tai muunneltuihin valmisjalkineisiin tehtävät yksilölliset muutostyöt eivät ole mahdollisia toteuttaa. Diabeetikoilla huomioidaan lisäksi riskiluokitus 2 tai 3. (Valtakunnalliset lääkinnällisen kuntoutuksen apuvälineiden luovutusperusteet 2023: 101–102.). Riskiluokassa 2 haavan saamisen riski on kohtalainen, mikä käypähoito-suosituksen mukaan tarkoittaa, että jalkojen suojaava tunto puuttuu ja niissä on rakenteellisia sekä toiminnallisia muutoksia tai verenkierrassa on puutteita. Riskiluokassa 3 haavariski on suuri, mikä käypähoito-suosituksen mukaan tarkoittaa suojatunnon puuttumista ja diabeetikolla on ollut jalkahaava aiemmin tai jalkaa on amputoitu. (Diabeetikon jalkaongelmat 2021.) Erityisjalkineiden uusimistarve on yksilöllinen ja tarve uusimiselle aiheutuu yleensä asiakkaan jalan muutoksista tai jalkineiden kulumisesta. Asiakkaan yksilöllisen tarpeen mukaan luovutetaan kesä- ja talvijalkineet sekä sisäjalkineet. (Valtakunnalliset lääkinnällisen kuntoutuksen apuvälineiden luovutusperusteet 2023: 101–102.)

Suomessa diabeteksen hoito ja jalkojen kunnon seuranta toteutetaan perus- ja erikoisterveydenhuollon kautta. Kun haavaumariski todetaan kohonneeksi, potilas saa reseptin yksilöllisiin pohjallisiin. Apuvälineet valmistetaan maksusitoumuksella ja apuvälineet uusitaan tarvittaessa 12 kuukauden välein. Luovutetuille apuvälineille ei ole tällä hetkellä yhtenäisiä paikallisia tai kansallisia seurantakäytänteitä, joiden avulla voisi arvioida pohjallisten vaikutuksia sekä käytettävyyttä.

3.4 Plantaarisen paineen mittaaminen Medilogic-käyttöjärjestelmällä

Plantaarisen paineen mittaamisjärjestelmät voidaan jakaa kahden tyyppiin: painelevyihin ja kengän sisäisiin järjestelmiin (Razak & Zayegh & Begg & Wahab 2012: 9886). Kengän sisällä käytettäviä paineenmittauslaitteita voidaan käyttää tutkimuksissa sekä kliinisissä olosuhteissa mittaamaan jalkapohjaan kohdistuvia paineita kenkiä käytettäessä. Laitteiden avulla voidaan suorittaa paineen mittaaminen sekä vertailu ja arviointi muokkaavien jalkineiden tai pohjallisten välillä. (Price & Parker & Nester 2016.)

Medilogic-mittausjärjestelmä pitää sisällään WLAN-mittauspohjallisen, joka sijoitetaan asiakkaan kengän sisään. Mittauspohjallisen tallentamat tiedot lähetetään langattomasti tietokoneelle. (T&T Medilogic 2018: 11.) Tässä opinnäytetyössä tulemme keskittymään ensisijaisesti maksimipaineeseen, keskimääräiseen paineeseen sekä paineen viipymiseen eli keston, jotka ovat yleisimmin mitattuja arvoja.

- Maksimipaine osoittaa jokaisen anturin korkeimmat arvot koko tallennuksen ajalta.
- Keskimääräinen paine osoittaa jokaisen anturin keskiarvot koko tallennuksen ajalta.
- Paineen viipyminen osoittaa arvot, joissa keskimäärin kuormitus viipy pitkän aikaa. Arvioinnissa otetaan siis huomioon paine ja kuormitusaika.

Mittauspohjallinen pitää sisällään maksimissaan 240 yksittäistä pintaresistiivistä anturia pohjallisen koosta riippuen. Medilogic-mittauspohjallisista on saatavilla vakiokoot 19/20–49/50. (T&T Medilogic 2018: 77.) Anturit on sijoitettu ruudukkomaiseen aseteluun, joka kattaa pohjallisen kokonaan (DeBerardinis & Neilsen & Lidstone & Dufek & Trabia 2020). Antureiden tärkeimmät ominaisuudet luotettavuuden kannalta ovat lineaarisuus, hystereesi, mittauskoko, painealue, toimintataajuus, lämpötilaherkkyys ja toistettavuus (Razak & Zayegh & Begg & Wahab 2012: 9889). Alla olevassa taulukossa on avattu luotettavuuteen vaikuttavia antureiden ominaisuuksia enemmän. Medilogic-laitteiston kalibrointia suositellaan tehtävän vähintään kerran vuodessa valmistajan toimesta (T&T Medilogic 2018: 22).

Taulukko 1. Antureiden tärkeimmät ominaisuudet luotettavuuden kannalta (Razak & Zayegh & Begg & Wahab 2012: 9889–9891).

Lineaarisuus	Lineaarisuus ilmaisee kuinka suoraviivainen signaalin vaste on. Paineanturin tulisi olla mahdollisimman lineaarinen.
Hystereesi	Hystereesi on ominaisuus, joka hidastaa tai estää muutoksiin reagoimista. Paineen lisääminen ja vähentäminen aiheuttavat erilaiset vasteet.
Anturin tunnistusalue	Anturin koko ja sijainti ovat kriittisiä luotettavuuden kannalta. Liian suuri yksittäinen anturi voi antaa liian pienen huippupaineen.
Painealue	Mitkä ovat anturin raja-arvot . Murtumispaine on suurin paine, jonka anturi kestää ennen rikkoutumista. Painealue on paineanturin tärkein määrittäjä.
Toimintataajuus	Mittaustaajuuden tulee olla optimaalinen käyttötarkoitukseen nähden. 200 Hz on katsottu olevan riittävä useimpien kävelytoimintojen mittaamiseen.
Lämpötilaherkkyys	Ympäristön lämpötila voi vaikuttaa lukemiin, joita anturi tuottaa. Anturin optimilämpötilaherkkyys tulisi olla 20-37 astetta.
Toistettavuus	Anturin tulisi tuottaa luotettava tulos myös pitkän ajan kuluttua. Toistettavuuteen vaikuttaa anturin kesto pitkäaikaista kuormaa ja väsymistä vastaan.

Painelevyllä mittaamalla voidaan tutkia sekä staattista että dynaamista painetta. Painelevyn hyviä puolia on se, että alustaa on helppo käyttää koska se on tasainen ja paikallaan. Huono puoli on se, että mitattava tarvitsee tutustumista alustaan, jotta voidaan varmistaa luonnollinen kävely. Lisäksi on tärkeää, että mitattava astuu painelevyn mitta-alueelle tarkan lukeman saamiseksi. (Razak & Zayegh & Begg & Wahab 2012: 9886–9887.)

4 Opinnäytetyön toteutus ja menetelmät

Opinnäytetyötä tekevät opiskelijat sitoutuivat asianmukaiseen viittaustekniikkaan sekä mittausprotokollaan ja hyvän tieteellisen käytännön mukaiseen tulosmuuttujien valikoimattomaan, objektiiviseen raportointiin. Mittaukset tapahtuivat kevään 2023 aikana yhdessä sovittuina päivinä mitattavien kanssa.

Mittauksissa hyödynnettiin opinnäytetyötä varten koottua seurantapatteristoa. Seurantapatteristoa varten tehtiin kirjallisuushaku Medline (Ovid) - ja Cinahl (EBSCO) -

tietokantoihin ja koottiin kirjallisuuskatsaus. Vaikka tämä opinnäytetyö kohdistuukin pohjallisiin, haku ulottui myös erityisjalkineisiin, sillä pohjallisia ja erityisjalkineita käytetään tyypillisesti yhdessä.

Tulosten perusteella tämän opinnäytetyön päätulosmuuttujiksi päädyttiin valitsemaan plantaaripaine sekä yksilöllisten tukipohjallisten kunto ja käyttöaste. Lisäksi taustamuuttujina tarkasteltiin ikää, sukupuolta, pituutta, painoa sekä käytössä olevien jalkineiden tyyppiä (erityisjalkine vai tutkittavan oma tehdasvalmisteinen jalkine). Lisäksi havainnoitiin silmämääräisesti pohjallisista mahdollisia kulumia tai korjaamista vaativia muutoksia. Yhteydenpitoa varten kerättiin mitattavan nimi ja puhelinnumero sekä mitattavalle määritetty Respecta Oy:n tunnistenumero.

4.1 Aineiston keruu

Mittavien rekrytointi tapahtui Helsingin Respecta Oy:n kautta yksilöllisten tukipohjallisten valmistuksen yhteydessä. Osallistuminen mittaukseen oli vapaaehtoista. Otoskoossa tavoitteena oli 10–20 mitattavaa, mutta lopulta onnistuttiin saamaan seitsemän mitattavaa. Mitattavien oli oltava täysi-ikäisiä (yli 18-vuotiaita) diabeetikkoja, joilla on käytössä Respecta Oy:n valmistamat yksilölliset tukipohjalliset.

Mittaukseen pystyi osallistumaan niin ensimmäisiä yksilöllisiä tukipohjallisia käyttöön ottaessa kuin jo käytössä olleiden pohjallisten päivittämisen jälkeen. Myöskään käytössä olevia jalkineita ei rajattu, vaan mitattavat käyttivät niitä jalkineita, joihin pohjallinen oli sovitettu, olivat ne sitten erityisjalkineita tai tehdasvalmisteisia kenkiä.

Diabeteksen tyyppiä ei rajattu, koska opinnäytetyön kannalta se ei ole oleellista.

Mittaukseen tulijoiden tuli ymmärtää puhuttua ja kirjoitettua suomea.

Poissulkukriteerinä olivat kykenemättömyys kävellä keskeytyksettä mittausten vaaditut matkat ja ajat sekä mittaushetkellä akuutti jalkaterän tai jalkapohjan haavauma.

4.2 Tutkimuksen kulku ja toimenpiteiden kuvaus

Tutkimussuunnitelman kirjallisuuskatsaus on työstetty keväällä 2021 sekä syvennetty vuoden 2023 aikana. Tutkimussuunnitelma on laadittu kevään 2023 aikana. Mittaukset, sekä tulosten analysointi aloitettiin ja saatettiin loppuun kevään 2023 aikana.

Opinnäytetyön mittaukset toteutettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun liikelaboratoriossa (Myllypurontie 1, 00920 Helsinki). Sopivat mittauspäivät aikatauluineen sovittiin kunkin mitattavan kanssa puhelimitse. Opinnäytetyö ei

sisältänyt sokkouttamista, vaan sekä mittaajat että mitattavat ovat alusta alkaen tietoisia opinnäytetyön tavoitteista sekä menetelmistä.

Mittauskäynnin alussa mittaukseen tulija saatettiin tutkimustilaan (liikelaboratorioon). Mitattavalle kuvailtiin käynnin kulku sekä opinnäytetyön tarkoitus ja varmistettiin, että hän on ymmärtänyt, mihin on osallistumassa. Mitattavan kanssa käytiin läpi tietosuojaan liittyviä periaatteita sekä muistutettiin mahdollisuudesta keskeyttää mittaukseen osallistuminen missä tahansa vaiheessa opinnäytetyötä. Mitattavaa pyydettiin lopuksi allekirjoittamaan kaksi kopiota suostumuksesta osallistua mittaukseen. Toinen kopioista jäi opinnäytetyön tekijöille ja toinen annettiin mitattavalle. Mittaukseen osallistuja oli saanut paperisen saatekirjeen (liite 4), jossa kerrotaan opinnäytetyön kulusta, sekä suostumuslomakkeen (liite 5), jossa on annettu tarvittava informaatio tietosuojakäytänteistä.

Mittauksilaisuus alkoi tutkimuslomakkeen (liite 1), pohjallisten käyttökyselyn (liite 2) sekä kenkien arviointi -lomakkeen (liite 3) täyttämällä. Lomakkeiden täytön jälkeen suoritettiin avojaloin tehtävät plantaaripainemittaukset painelevyn avulla, jonka jälkeen suoritettiin mittaukset kenkien sisältä painepohjallisten avulla. Kengän sisältä tehtävät mittaukset toteutettiin sekä ilman tukipohjallista että tukipohjallisen päältä, jotta voidaan erottaa kengän tuoma muutos plantaaripaineeseen.

Mitattava käveli kunkin mittaustavan kohdalla 9 m matkan itse valitsemallaan nopeudella, ja jokainen mittaus toistettiin kolmesti. Mitattava käveli suoraan eteenpäin tasaisella nopeudella välttämällä kaarreikävelyä ja jarrutusta. Kengän sisältä mitattaessa analysoitiin koko yhdeksän metrin matka. Mitattavan valitsema nopeus kirjattiin ylös ja sallittiin 10 % vaihtelu mitattavasta arvosta. Avojalomittauksissa painelevyllä toteutettiin yhden askeleen mittausprotokollaa eli data kerättiin painelevyn päältä siten, että mitattava otti yhden askeleen (lähtöaskel) kullakin jalalla painelevyn päältä.

4.2.1 Yksilöllisen tukipohjallisen kunto

Vaikka silmämääräinen kulumien arviointi ei annakaan suoraan vastausta apuvälineen tehosta paineiden tasaamisessa (Paton ym. 2014), kulumia voidaan tarkastella yhdessä muiden löydösten rinnalla. Esimerkiksi diabeetikon jalkaongelmien käypähoito-suosituksessa neuvotaan tarkistamaan pohjallisten ja kenkien kulumat ja vertaamaan löydöksiä jalan profiilista tehtyihin havaintoihin (Diabeetikon jalkaongelmat 2021).

Pohjallisista tarkistettiin tässä opinnäytetyössä silmämääräisesti ulkoiset kulumat sekä mahdolliset pikaista korjausta tai vaihtoa vaativat ongelmat. Löydökset kirjattiin tutkimuslomakkeelle (liite 1). Kulumien sijaintia verrattiin plantaarisen paineen huippualueisiin. Arviointi toteutettiin mittauskäynnillä liikelaboratoriossa.

4.2.2 Pohjallisten käyttöaste

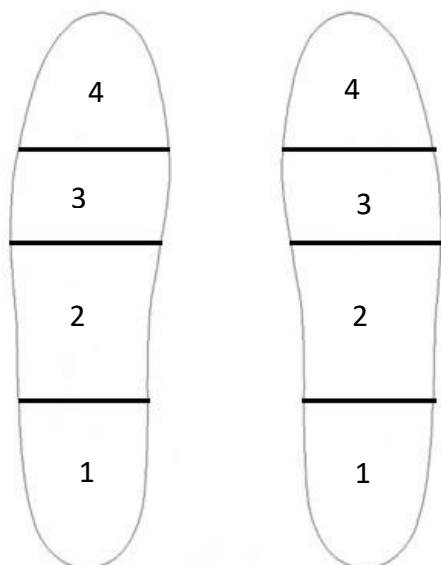
Haasteena pohjallisten käytön arvioinnissa on se, että niitä ei välttämättä käytetä tarpeeksi. Jos pohjalliset ovat vain osittaisessa käytössä, on mahdotonta sanoa, miten hyvin ne toimivat. Pohjallisten arvioinnin mielekkäisyys edellyttäisikin hoitoon sitoutumisen arviointia ja edistämistä.

Pohjallisten käytön ja jalkojen kuormituksen määrää on arvioitu esimerkiksi tiedustelemalla aika-arviota arjen tilanteista, joissa mitattava on jalkeilla ilman jalkineita tai jalkineita käyttäen (Reiber ym. 2017). Käytettävyyteen liittyviä tekijöitä on mitattu "Kysely pohjallisten käytöstä" -lomakkeella (liite 2), joka keskittyy jalkineisiin sekä tukipohjallisten käyttöön. Tukipohjallisten ja erityisjalkineiden käyttö on yhdistetty parempaan koettuun elämänlaatuun (Davies ym. 2000).

Pohjallisten käytön määrää arjen eri tilanteissa tiedustellaan tutkimusta varten koostetulla kyselylomakkeella (liite 2). Lomakkeet on rakennettu niin, että vastauksista voi laskea tilastollisia tunnuslukuja. Opinnäytetyön lopullisen otoskoon vuoksi emme voineet laskea tilastollisia arvoja ja lisäksi yhteistyökumppanimme Respecta Oy ei kokenut heillä olevan tarvetta näille tiedoille. Lomakkeet kuitenkin täytettiin mittauskäynnillä, sillä mittauskäyntien aikana ei vielä ollut tietoa lopullisesta otoskoosta.

4.3 Tutkimustulosten analysointimenetelmät

Tutkimustulokset analysoitiin case-tyylisesti jokainen tutkittava yksittäin. Plantaarisen paineen osalta keskityttiin maksimipaineeseen, keskimääräiseen paineeseen ja paineen viipymiseen eli keston.



Kuvio 1. Jalkapohjien aluejako.

Jalkapohja on jaettu neljään osa-alueeseen paineen arvioinnin helpottamiseksi. Osa-alueet ovat: 1. kantapää, 2. kaaren alue, 3. päkiälinja ja 4. varpaat. Medilogic-ohjelmistolla ei ole tällä hetkellä saatavilla aluejako. Aluejakoä käytetään kappaleessa 5 tulosten purkamisessa. Paine kuvataallenteet analysoitiin alue kerrallaan ja lopuksi pohdittiin, ovatko pohjalliset keventäneet plantaarista painetta.

Painetallennekuvissa nähtävä väriasteikko on sinisestä väristä punaiseen. Sininen väri kuvastaa pienimpiä painearvoja ja väri liukuu vihreän, keltaisen ja oranssin kautta punaiseen väriin, mikä kuvastaa tallenteen korkeimpia paineita.

4.4 Haittariskien arviointi

Opinnäytetyön mittaustilaisuus ei vaatinut näytteiden ottoa eikä se aiheuttanut arkitilanteesta poikkeavaa henkistä tai fyysistä kuormitusta. Mittaushenkilökunta on ensiaputaitoista, ja mittaustilanteessa oli varauduttu diabetekseen liittyviin erityisriskeihin, kuten verensokerin äkilliseen laskuun. Opinnäytetyön mittausten menetelmät olivat noninvasiivisia eli menetelmät eivät mene ihon alle tai elimistön sisälle.

Painemittauksissa hyödynnettävät Medilogic-mittauspohjalliset eivät aiheuta kipua tai vauriota mitattavalle alueelle. Paljain jaloin tehtävien mittausten voidaan katsoa altistavan uusille haavaumille, sillä kaikki paljasjaloin liikkuminen nostaa haavaumariskiä etenkin diabetekseen liittyvää neuropatiaa sairastavilla. Jotta

tutkimustilanteesta koitua riski saatiin minimoitua, tutkimustila varmistettiin esteettömäksi ja mittaukset toteutettiin valvottuna hyvässä valaistuksessa. Kävely tapahtui lattiapinnalla, jolla ei ole vierasesineitä. Mikäli mitattavalla henkilöllä oli akuutti haavauma, voi mittaus aiheuttaa haittaa haavauman paranemiselle, ja siten hän ei voinut osallistua mittaustilaisuuteen. Mitattava puki sukat ja jalkineet takaisin heti paljasjalkamittausten jälkeen. Menetelmät kuvattiin mitattavalle rekrytointitilanteessa ja mitattavaa informoitiin mahdollisuudesta perua tai keskeyttää osallistuminen missä tahansa vaiheessa mittausta.

Mittaus vaati mitattavalta henkilöltä läsnäoloa yhtenä päivänä. Mittausajankohdat sovittiin mitattavan aikataulun mukaan niin, että osallistuminen aiheutti mahdollisimman vähän ajalliseen resursointiin liittyvää haittaa. Osallistumisesta ei kuitenkaan maksettu rahallista kompensatiota tai muuta palkkiota. Mittauksessa oli kyse opinnäytetyöhön liittyvästä mittaustilanteesta eikä hoidollisesta toimenpiteestä, joten siitä ei myöskään koitunut tutkittavalle välitöntä hyötyä.

Metropolia Ammattikorkeakoulun toteuttama sekä koulun tiloissa tapahtuva mittaustoiminta on vakuutettua. Vakuutus sisältää tapaturmavakuutuksen, joka koskee sekä mitattavaa että mittaushenkilökuntaa. Mittauksessa mitattavat oli vakuutettu tutkimuksen ajan ulkoisen syyn aiheuttamien tapaturmien, vahinkojen ja vammojen varalta. Tapaturmavakuutus oli voimassa mittauksissa ja niihin välittömästi liittyvillä matkoilla.

Mittaustilaisuudessa noudatettiin tarvittaessa erityisiä varotoimia Covid-pandemiatilanteen takia. Turvavälien pitäminen ei ole mahdollista kaikissa tutkimuksen vaiheissa, mutta tutkimustilanteessa kiinnitettiin erityishuomiota hygieniaan käyttämällä tarvittaessa suojamaskeja ja -käsineitä, desinfioimalla pintoja sekä siirtämällä mittauksen ajankohtaa, mikäli mitattavalla tai mittaajalla olisi tarttuvaksi oletettavia hengitystieinfektion oireita tai vatsaoireita.

4.5 Tietoturva, tietojen luottamuksellisuus ja aineiston hallintasuunnitelma

Mitattavien muuttujien ohella kerättävät tausta- ja tunnistetiedot on mainittu kappaleessa 4.2. Mitattavasta ei kerätty sellaista tietoa, jota suunnitelmassa ei mainita. Mitattavien henkilötiedot pseudonymisoitiin eli henkilötietoja ei voida enää yhdistää tiettyyn henkilöön ilman lisätietoja. Henkilötietojen käsittelyssä ja säilytyksessä noudatettiin annettuja ohjeistuksia ja huolellisuutta tietosuojalainsäädännön

turvaamiseksi. (Tietoarkisto 2019.) Henkilötietoja säilytetään ja käsitellään tietosuojasäännösten mukaisesti erillään muusta aineistosta eikä yksittäisen mitattavan henkilöllisyyttä ole mahdollista tunnistaa aineistosta eikä opinnäytetyön julkaisuista.

Kerätty tunnistetieto ei sisältänyt nimen, sähköpostiosoitteen ja puhelinnumeron ohella muita tietoja, joiden voitiin katsoa rikkovan vääriin käsiin joutuessaan mitattavien yksityisyydensuojaa. Kun mittausaineisto oli kerätty, avainlista arkistoitii Metropolia Ammattikorkeakoulun tietosuojakäytänteiden mukaisesti pseudonymisoidun aineiston ohella. Mikäli mittauksessa kerättyihin tietoihin kohdistuisi tietosuojaloukkaus tai -poikkeama, ilmoitetaan tästä viipymättä Metropolia Ammattikorkeakoululle sekä mitattaville.

Mittatuloksista lomakkeet tallennettiin paperisina ja painemittauksista saadut tulokset sähköisessä muodossa. Paperimuodossa olevaa aineistoa säilytetään lukitussa kaapissa tilassa, johon pääsy on rajoitettu kulkuluvalla. Sähköistä aineistoa säilytetään Metropolian tarjoamalla tietoturvalisellä verkkolevyllä tai Medilogic-ohjelman tiedostossa, joihin on pääsy vain tutkimusta suorittavilla henkilöillä.

5 Tulokset

Mittaustulokset on analysoitu mitattava kerrallaan ja mitattavat on nimetty tapauskohtaisesti case 1–7. Mitattavien perustiedot on koottu alla olevaan taulukkoon (taulukko 1). Taulukossa on eritelty mitattavan sukupuolen, iän, pituuden ja painon lisäksi tukipohjallisten luovutushetki mittausajankohdasta, mittauksessa käytetty/mitattavan käyttämä jalkineyppi sekä keskimääräinen kävelynopeus mittauksen aikana.

Taulukko 2. Mitattavien perustiedot.

	Sukupuoli	Ikä	Pituus	Paino	Pohjalliset saatu	Jalkineet	Kävelynopeus	BMI
Case 1	nainen	40 v	158 cm	96 kg	3-4 vk aiemmin	erityis	1,03 m/s	vaikea lihavuus
Case 2	nainen	58 v	160 cm	84 kg	1-3 kk aiemmin	erityis	1,04 m/s	lihavuus
Case 3	mies	59 v	177 cm	59 kg	2 vk aiemmin	erityis	0,69 m/s	normaali paino
Case 4	mies	69 v	179 cm	84,5 kg	3-4 vk aiemmin	erityis	0,85 m/s	ylipaino
Case 5	mies	64 v	174 cm	87 kg	1-3 kk aiemmin	tehdas	1,36 m/s	ylipaino
Case 6	mies	74 v	173 cm	81 kg	7-9 kk aiemmin	erityis	0,57 m/s	ylipaino
Case 7	mies	44 v	172 cm	110 kg	1-4 vk aiemmin	tehdas	1,58 m/s	vaikea lihavuus

Jokaisesta mitattavasta saadut mittaustulokset Medilogic-painelevyllä ja -pohjallisilla on avattu case-kohtaisesti luvuissa 6.1–6.7. Mitattavan mittaushetkellä käyttämistä jalkineista on analysoitu koron korkeus, pohjan jäykkyysaste, kannan muoto ja käynnin määrä. Tässä opinnäytetyössä käynnin määrällä tarkoitetaan jalkineen päkiälinjan ja kärjen välistä mitta jalkineen pohjasta katsottuna. Jalkineen käynnin määrän alue ei kosketa alustaan kävelyn keskitukivaiheen aikana. Myös yksilöllisten tukipohjallisten käyttöaste ja jalkineiden lukumäärä mainitaan. Lisäksi kerrotaan mahdollisista jalkaterien iho- ja rakennemuutoksista. Luvussa 6.8 on koottu yhteen yhteneväisyydet, joita mitattavien kesken on havaittu.

5.1 Case 1

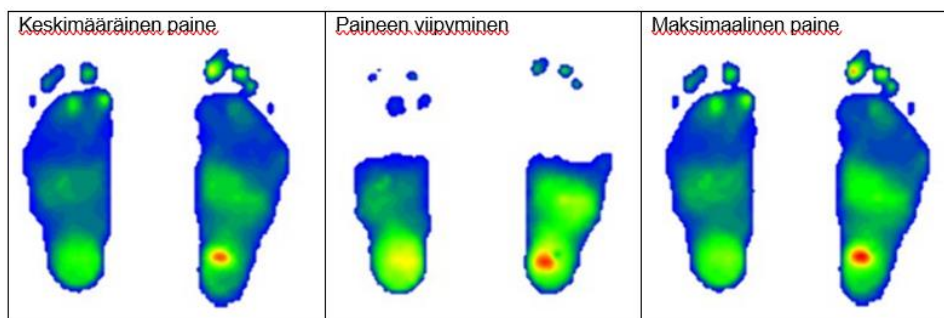
Mitattavan erityisjalkineet ovat yksilöllisesti valmistetut, joissa on erillinen 1,5 cm korkea korko ja pohja on taivutettava. Kenkien kannat on pyöristetty ja käynnin määrä on 8 cm. Mitattavalla on aktiivisessa käytössä yhteensä 5 jalkineet, joista yksiin yksilölliset tukipohjalliset sopivat. Mitattavan liikkussa kodin ulkopuolella ovat tukipohjalliset käytössä suurimman osan ajasta. Kotona liikkussa tukipohjalliset eivät ole lainkaan käytössä.

Mitattavalla on molemmissa jaloissa vaivaisenluut. Oikean jalkaterän 2. ja 3. varpaiden välissä on pieni halkeama ja jalkapohjan keskellä on kaksi pientä kovettumaa. Vasemman jalkaterän kaaren ulkoreunalla on kolme pientä kovettumaa. Molempien kantapäiden iho on kuiva ja vasemman kantapään reuna-alueella on halkeamia ihossa.

5.1.1 Mittaukset painelevyllä

Alueella 1 on oikeassa kantapäässä suurehko painepiikki kantapään yläosassa. Paine myös viipyy pitkään tällä alueella. Vasemman kantapään paine jakautuu tasaisesti, painepiikkejä ei ole havaittavissa. Kuitenkin paine viipyy kantapäällä pitkään kävelyn aikana. Keskiarvopaineita katsoessa oikean jalan painepiikki korostuu.

Alueella 2 eli kaaren alueella ei ole painepiikkejä kummassakaan jalkaterässä. Molemmissa jalkaterissä kaaren alue kuormittuu melko tasaisesti. Paine viipyy pitkään myös oikean jalkaterän kaaren alaosassa, lähellä kantapäättä.



Kuva 1. Case 1: painelevyn mittauskuvat.

Alueella 3 eli päkiälinjassa ei ole painepiikkejä tai korkeita paineita kummassakaan jalkaterässä. Vasemman jalkaterän 1. ja 2. jalkapöytäluiden päissä on hieman korkeammat paineet, mutta ei vielä keltaiseen tai punaiseen taittavaa. Paineen viipymistä ei ole nähtävissä tällä alueella lainkaan eli paine viipyy päkiälinjassa vain hetken askeleen aikana. Keskiarvopaineet ovat lähes identtiset maksimipaineiden kanssa.

Alueella 4 eli varpaissa on pieni painepiikki oikeassa isovarpaassa. Kaikki varpaat näyttävät kuormittuvan alustaan lukuun ottamatta oikean jalkaterän 5. varvasta. Keskiarvopaineet ovat jälleen lähes identtiset maksimipaineiden kanssa. Paineen viipymisessä ei ole korkeita arvoja.

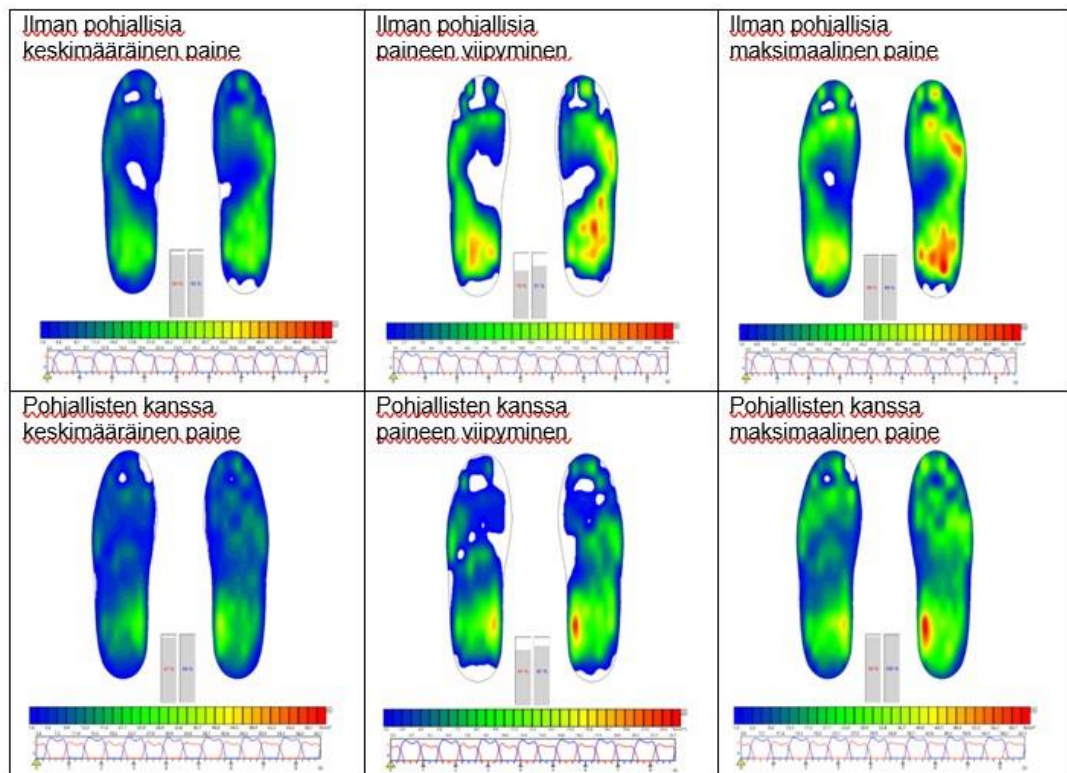
5.1.2 Mittaukset painepohjallisilla

Mitattavan kävellessä erityisjalkineillaan ja ainoastaan painepohjalliset kengissä alueella 1 on nähtävissä oikeassa kantapäässä laajasti korkeita painepiikkejä. Myös vasemmassa kantapäässä on havaittavissa korkeampia paineita, mutta paineet eivät ole yhtä korkeat, kuin oikeassa kantapäässä. Paine myös viipyy pitkään kävellessä tällä alueella. Keskiarvopaineita katsoessa paine näyttää tasaisemmalta.

Alueella 2 eli kaaren alueella ei ole maksimipainepiikkejä. Painetta on kuitenkin enemmän kaaren ulkoreunassa, mikä on normaalia, sillä pitkittäiskaaren sisäreunan (mediaalinen pitkittäiskaari) kuuluukin olla irti alustasta. Oikeassa jalkaterässä on myös nähtävissä hieman paineen viipymistä kaaren ulkoreunalla. Keskiarvopaineissa oikean jalkaterän arvot ovat suuremmat, kuin vasemman, mutta korkeita arvoja ei ole nähtävissä.

Alueella 3 eli päkiälinjassa on maksimipainetta nähtävissä laajasti. Oikean jalkaterän 2.–5. jalkapöytäluiden päiden kohdalla on painepiikit ja vasemmalla 2. jalkapöytäluun pään kohdalla on korkeampaa painetta, ei kuitenkaan punaisella näkyvää painepiikkiä. Paine myös viipyy oikean päkiälinjan ulkoreunassa, 4.–5. jalkapöytäluiden päällä pitkään. Keskiarvopaineissa paineet tasaantuvat.

Alueella 4 eli varpaissa on yksi painepiikki nähtävissä oikeassa 2. varpaassa. Paine ei jakaannu aivan tasaisesti varpaiden kesken. Paineita ei ole havaittavissa 4.–5. varpaissa kummassakaan jalassa. Paineen viipymistä on nähtävissä oikean 2. varpaan päässä. Keskiarvopaineita tarkasteltaessa varpaiden paineet jäivät hyvin vähäisiksi.



Kuva 2. Case 1: painepohjallisten mittauskuvat yksilöllisillä tukipohjallisilla ja ilman.

Mitattavan kävellessä yksilöllisten tukipohjallisten kanssa alueella 1 eli kantapään alueella on molempien kantapäiden sisäreunalla painepiikki. Oikeassa kantapäässä alue on suurempi. Paine viipyy tällä alueella kävelyn aikana pitkään. Keskiarvopaineita katsoessa kantapään sisäreuna korostuu edelleen.

Alueella 2 eli kaaren alueella ei ole painepiikkejä. Paine jakautuu ja viipyy tasaisesti koko kaaren alueelle. Keskiarvopaineissa koko alue näkyy lähes sinisenä eli suuria paineita ei kohdistu alueelle.

Alueella 3 eli päkiälinjassa ei ole havaittavissa painepiikkejä. Paine jakautuu ja viiptyy tasaisesti koko päkiälinjassa. Paine viiptyy hieman kauemmin päkiän ulkoreunassa. Keskiarvopaineet ovat matalat.

Alueella 4 eli varpaissa ei ole korkeita maksimaalisia arvoja eli painepiikkejä. Paine ei viivy pitkään alueella. Keskiarvopaineet ovat myös matalat ja 4.–5.varpaiden kuormitus jää vähäiseksi.

5.1.3 Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset

Ilman yksilöllisiä tukipohjallisia tehdyissä mittauksissa paineen huippuarvo eli maksimipaine on $56,4 \text{ N/cm}^2$ (Newton/neliösenttimetri). Yksilöllisillä tukipohjallisilla painealueet näyttävät pienentyvän. Tukipohjalliset poistavat päkiän alueelta korkeaa painetta pois ja kantapään painealue kaventuu kantapään sisäreunaan. Kuitenkin yksilöllisten tukipohjallisten mittausten maksimipaineet ovat $62,1 \text{ N/cm}^2$. Tukipohjalliset siis pienentävät painealuetta pinta-alallisesti, mutta paineet eivät laske.

Kantapään paineiden osalta tukipohjalliset eivät tasaa riittävästi painetta tai onnistu siirtämään alueelta pois painetta ja näin ollen toimi odotetulla tavalla. Mitattavalla oli mittaushetkellä kuivat ja halkeilevat kantapää, mikä saattaa osaltaan selittää mittausten tuloksia. Toisaalta päkiän ja varpaiden painepiikit, jotka ovat havaittavissa kengillä kävellessä ilman yksilöllisiä tukipohjallisia, poistuvat kokonaan tukipohjallisilla kävellessä. Tukipohjalliset näyttävät keskiarvopaineiden perusteella myös tasaavan painetta tasaisemmin jalkaterän alueelle.

Mitattava oli saanut yksilölliset tukipohjalliset käyttöön 3–4 viikkoa aiemmin mittausajankohdasta ja mitattava käyttää pohjallisia yksissä kengissä kodin ulkopuolella ja täten jalkapohjien ihomuutokset ovat vielä vahvasti havaittavissa eivätkä ole ehtineet keventyä pohjallisten vaikutuksesta.

5.2 Case 2

Mitattavalla on käytössään erityisjalkineet, joiden pohjia pystyy hieman taivuttamaan. Molemmissa jalkineissa on 1 cm paksuinen kiilakorko, kannat ovat pyöristetty ja käynnin määrä on 9 cm.

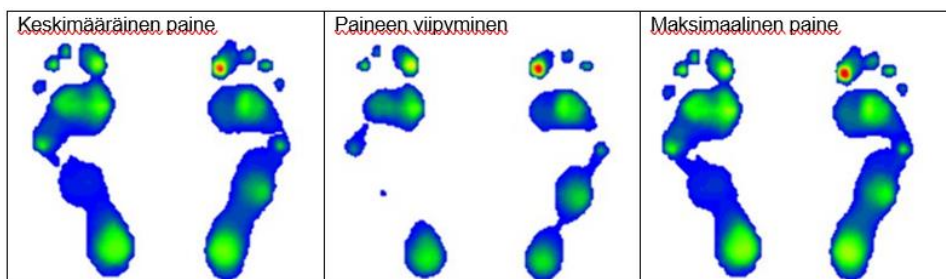
Mitattava käyttää aktiivisesti kaksia jalkineita, joista molempiin yksilölliset tukipohjalliset sopivat. Asiakas käyttää tukipohjallisia aina ulkona liikkueessaan. Kotona liikkueessa tukipohjalliset eivät ole käytössä lainkaan.

Mitattavan molempien jalkapohjien iho on hieman kuiva. Oikean isovarpaan sisäreunassa on kovettuma ja pikkumarpaan päällä on ollut luutulehdus. Vasemman pikkumarpaan päällä on hankauma.

5.2.1 Mittaukset painelevyllä

Alueella 1 maksimaalista painepiikkiä ei ole kummassakaan kantapäässä. Keskimääräinen paine ja paineen viipyminen jakautuu molemmille kantapäille melko tasaisesti.

Alueella 2 painepiikkejä ei ole kummarkaan jalkaterän kaaren alueella. Paine keskimääräisesti painottuu ja myös viipyy oikean pitkittäiskaaren ulkoreunalla, 5. jalkapöytäluun kyhmyn kohdalla. Vasemman jalkaterän kaaren alue on kontaktissa alustaan, mutta paine on keskimäärin vähäistä ja paineen viipymistä ei ole havaittavissa ollenkaan 5. jalkapöytäluun kyhmyn kohtaa lukuun ottamatta.



Kuva 3. Case 2: painelevyn mittauskuvat.

Alueella 3 ei ole kummassakaan päkiälinjassa painepiikkejä. Paine keskimäärin korostuu vasemmassa päkiälinjassa isovarpaan tyvinivelen kohdalla sekä 2.–3. ja 5. jalkapöytäluiden päissä. Paine kuitenkin viipyy pisimpään ainoastaan isovarpaan tyvinivelen kohdalla. Oikeassa päkiälinjassa keskimääräinen paine ja paineen viipyminen näyttävät identtisinä 2. ja 3. jalkapöytäluun päiden kohdilla sekä myös 5. jalkapöytäluun päässä.

Alueella 4 oikeassa isovarpaassa on maksimaalinen painepiikki. Keskimääräinen paine ja paineen viipymä ovat myös nähtävissä painepiikkinä isovarpaassa. Keskimääräistä paineen jakautumista on lisäksi 2.–4. varpaissa ja paine viipyy 2.–3. varpaiden kohdilla.

Maksimaalista painetta ei ole nähtävissä vasemman jalkaterän varpaiden alueella. Keskimääräinen paine jakautuu vasemmassa jalkaterässä 1.–4. varpaille. Paine viipyy pisimpään isovarpaassa ja kuormitusta on havaittavissa myös 2. ja 3. varpaan päissä. Kummassakaan jalkaterässä 5. varvas ei ole kontaktissa alustaan ollenkaan.

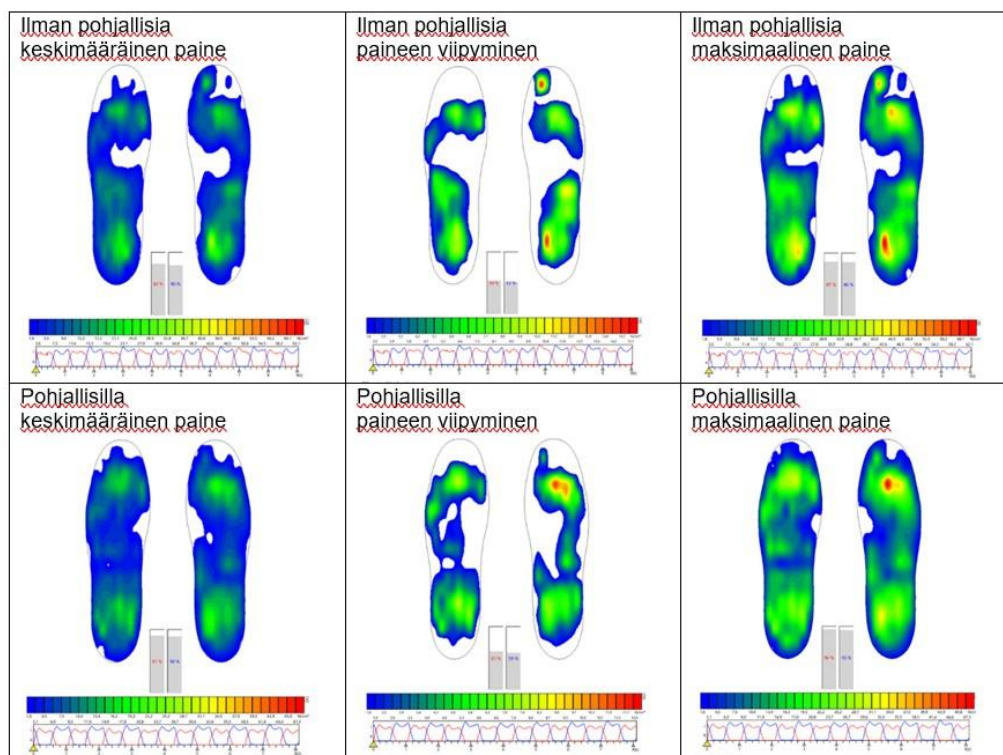
5.2.2 Mittaukset painepohjallisilla

Mitattavan kävellessä Medilogic-painepohjallisilla, ilman yksilöllisiä tukipohjallisiaan, maksimaalinen painepiikki esiintyy alueella 1 oikean kantapään sisäreunalla. Tällä alueella paine myös viipyy pisimpään. Vasemman kantapään sisäreunalla on myös nähtävissä korkeampia painearvoja ja paineen viipymistä. Keskimäärin paine jakautuu melko tasaisesti molemmille kantapäille, oikeassa kantapäässä hieman korostuen.

Alueella 2 painepiikkejä ei ole havaittavissa. Paine viipyy oikean jalkaterän kaaren ulkoreunalla. Vasemman jalkaterän alueella 2 ei ole havaittavissa erityistä paineen viipymää. Keskimääräinen paine jää vähäiseksi ja molemmissa jalkaterissä kaaren alueen yläreuna päkiälinjan tuntumasta jää osittain kuormittumatta alustaan nähden.

Maksimaalinen painepiikki on alueella 3 oikean päkiän keskellä 2. jalkapöytäluun pään kohdalla. Samassa kohdassa vasemmassa päkiässä on korkeampia painearvoja. Näissä kohdissa myös paine viipyy pisimpään. Keskimäärin paine jakautuu molemmille päkiöille melko tasaisesti, oikean päkiän 2. jalkapöytäluun pää hieman korostuen.

Alueella 4 maksimaalinen painepiikki on oikeassa isovarpaassa. Samoin paineen viipymä näkyy korkeana painearvona. Keskimääräinen paine sijoittuu myös oikeaan isovarpaaseen. Muutoin paineen jakautuminen on vähäistä muille varpaille molemmissa jaloissa tai kontaktia alustaan ei ole ollenkaan.



Kuva 4. Case 2: mittauskuvat painepohjallisilla yksilöllisten tukipohjallisten kanssa ja ilman.

Mitattavan kävellessä yksilöllisten tukipohjallisten kanssa maksimaalisia painepiikkejä ei ole alueella 1 kummassakaan kantapäässä. Korkeampia painearvoja on tosin havaittavissa oikean kantapään sisäreunalla. Paine viipyy ja jakautuu keskimäärin tasaisesti molemmille kantapäille oikea kantapää hieman korostuen.

Alueella 2 korkeita painepiikkejä ei ole ja kaaren alue kummassakaan jalassa ei paljoa kuormitu. Paineen viipymää on havaittavissa oikean kaaren ulkoreunalla.

Alueella 3 maksimaalinen painepiikki on oikean jalkaterän 2. jalkapöytäluun pään kohdalla. Korkeita painearvoja on havaittavissa myös 3. jalkapöytäluun pään alueella. Lisäksi samoissa kohdissa paine viipyy pisimpään. Vasemmassa päkiässä on myös korkeampia painearvoja ja paineen viipymää, mutta vähemmän, kuin oikeassa päkiälinjassa. Keskimäärin paine jakautuu melko tasaisesti kummallekin päkiälle, mutta oikealla aavistuksen korostuen.

Alueella 4 ei ole maksimaalisia painepiikkejä kummassakaan jalkaterässä. Varpaiden päät eivät kuormitu oikeastaan ollenkaan. Kuormitusta tapahtuu pitkälti ainoastaan oikeassa isovarpaassa.

5.2.3 Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset

Ilman yksilöllisiä tukipohjallisia mittausten huippuarvo on 62,1 N/cm² ja tämä ilmenee oikean kantapään maksimipainepeikkinä. Yksilöllisillä tukipohjallisilla tehdyissä mittauksissa huippuarvo on 45,7 N/cm², mikä näkyy päkiässä. Mittausten tulosten perusteella plantaarinen paine vähenee tukipohjallisia käytettäessä ja paine keventyy oikealta kantapäältä. Paineen kasvua kuitenkin tapahtuu saman jalkaterän päkiälinjassa 2. ja 3. jalkapöytäluiden päissä.

Oikean isovarpaan sisäreunalla on kovettuma, mikä näkyy mittaustuloksissa maksimaalisena painepeikkialueena mitattavan astuessa painelevylle avojaloin ja kävellessä pelkillä erityisjalkineillaan. Erityisjalkineet tuovat maksimaalista kuormitusta myös oikean jalkaterän kantapäähän ja päkiään ja aavistuksen myös vasempaan jalkaterään samoille alueille.

Yksilölliset tukipohjalliset keventävät maksimaalisen painepeikin oikealta isovarpaalta ja kantapäästä pois, mutta paine siirtyy päkiälinjaan 2. ja 3. jalkapöytäluiden päihin. Tukipohjalliset keventävät korkeampaa painetta pois myös vasemmalta kantapäältä. Kuitenkin kuvien perusteella varpaiden päät eivät pääse kunnolla kuormittumaan tukipohjallisten kanssa. Yleisesti yksilölliset tukipohjalliset tasaavat plantaarista painetta ja lisäävät tasaisesti kuormittuvaa alaa molemmissa jalkapohjissa.

5.3 Case 3

Mitattavalla on käytössään yksilöllisesti valmistetut erityisjalkineet ja mittausajankohdasta 2 viikkoa aiemmin saadut yksilölliset tukipohjalliset, joissa ei ole kulumia. Erityisjalkineiden pohjat ovat jäykät ja niissä on erillinen 1,7 cm korkea korko. Jalkineiden kannat ovat pyöristetyt ja käynnin määrä on 10 cm.

Mitattavalla on aktiivisessa käytössä kolmet jalkineet ja yksilölliset tukipohjalliset sopivat niihin kaikkiin. Mitattava käyttää pohjallisia suurimman osan ajasta liikkeessään ulkona ja kotona.

Mitattavan molemmat jalkapohjat ovat kuivat. Oikean jalan 1.–3. varpaat ovat amputoitu. Oikeassa jalkapohjassa on kaksi syylää, joista ensimmäinen sijaitsee päkiälinjan sisäreunalla ja toinen kaaren alueen ulkoreunalla. Vasemmassa jalkapohjassa on kaksi kovettumaa, joista ensimmäinen on isovarpaan tyvinivelen kohdalla ja toinen keskellä sisempää pitkittäiskaarta (mediaalista pitkittäiskaarta).

5.3.1 Mittaukset painelevyllä

Painelevymittauksen kuvia katsoessa jalkaterät ovat väärinpäin. Oikea jalka näkyy kuvassa virheellisesti kuvassa vasemmalla ja vasen jalka oikealla.

Alueella 1 ei ole nähtävissä korkeita maksimipaineita kummassakaan kantapäässä. Maksimipainekuvat, paineen viipymisen kuvat ja keskiarvopaineiden kuvat ovat lähes identtiset. Korkeita painearvoja ei ole nähtävissä tällä alueella.

Alueella 2 vasemman kaaren sisäreunalla on painepiikki. Vasemman pitkittäiskaaren sisäpuolella on myös kovettumaa. Paine myös viipyy askeltaessa pitkään tällä alueella. Keskiarvopaineita arvioidessa alue pienenee, mutta kaaren sisäreunalla säilyy edelleen pieni korkea painepiikki. Oikean jalkaterän kaaren alueella paine on tasaista ja painepiikkejä ei ole.



Kuva 5. Case 3: painelevyn mittauskuvat. Oikea jalkaterä on kuvissa vasemmalla puolella ja vasen oikealla.

Alueella 3 on nähtävissä oikeassa päkiälinjassa painepiikki 3. jalkapöytäluun pään kohdalla. Vasemmassa päkiälinjassa korkeampaa painetta on havaittavissa isovarpaan tyvinivelen kohdalla, mutta paineet eivät ole yhtä suuret kuin oikeassa jalkaterässä. Paine viipyy askeleen aikana pitkään näillä alueilla ja keskimääräiset paineet ovat myös suuremmat näillä samoilla alueilla.

Alueella 4 kuormitus ei jakaudu tasaisesti varpaiden kesken jo mitattavan amputaatioista johtuen. Oikean jalkaterän 1.–3. varpaat ovat amputoitu ja kuormitusta ei näin ollen näy painekuvassa. Vasemman jalan 5. varvas ei kuormitu lainkaan. Yleisesti ottaen alueella ei ole korkeita maksimipainepiikkejä. Paine ei viivy alueella pitkään ja keskimääräiset paineet ovat myös alhaiset.

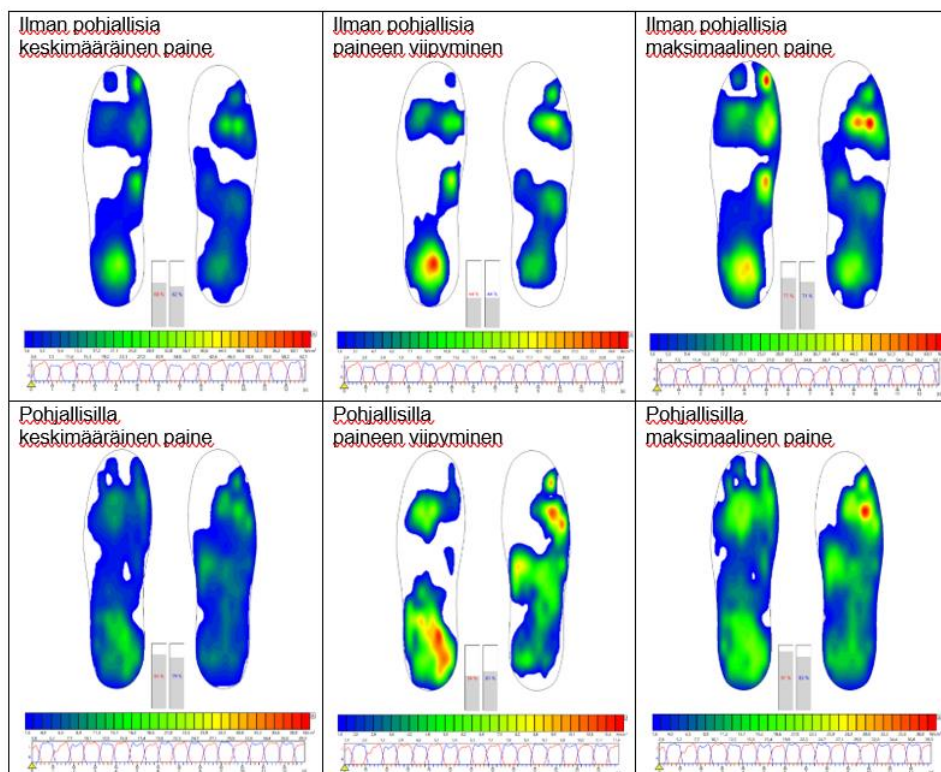
5.3.2 Mittaukset painepohjallisilla

Mitattavan kävellessä erityisjalkineillaan ilman yksilöllisiä tukipohjallisia alueella 1 on vasemman kantapään keskellä korkeampi painealue. Paine viipyy kävellessä pitkään tällä alueella. Keskiarvopaineet ovat myös korkeammat tällä alueella, mutta arvot eivät ole merkittävän korkeita. Oikean kantapään paineet ovat matalammat kuin vasemman kantapään ja siellä ei ole havaittavissa painepiikkejä.

Alueella 2 on nähtävissä pieni painepiikki vasemman pitkittäiskaaren sisäreunalla, samassa paikassa, kuin painelevymittauksissa. Muita korkeita painepiikkejä ei ole. Paineen viipyminen ja keskiarvopaineet ovat tasaiset ja matalat. Epätavallisesti kummankaan kaaren yläosan ulkoreuna ei näytä kuormittuvan lainkaan.

Alueella 3 on oikeassa päkiälinjassa 3.–4. jalkapöytäluun päässä painepiikit. Vasemman jalan isovarpaan tyvinivelen kohdalla on korkeampia painearvoja. Paineen viipymistä on nähtävissä oikean jalan 4. jalkapöytäluun kohdalla. Keskimääräisessä paineessa ei ole korkeita painepiikkejä, mutta edellä mainitut jalkapöytäluuiden päät korostuvat jälleen.

Alueella 4 on vasemmassa isovarpaassa painepiikki. Muita painepiikkejä ei ole varpaissa. Oikean jalan 1.–3. varpaat eivät jälleen kuormitu amputaation johdosta. Paineen viipymistä ei ole alueella havaittavissa ja keskimääräisesti alueen painearvot ovat alhaiset.



Kuva 6. Case 3: painepohjallisten mittauskuvat yksilöllisten tukipohjallisten kanssa ja ilman.

Mitattavan kävellessä yksilöllisten tukipohjallisten kanssa alueella 1 ei ole maksimipainepiikkejä nähtävissä. Vasemmassa kantapäässä on laajemmin painetta kuin oikeassa. Paine kuitenkin viipyy pitkään vasemman kantapään sisäreunalla ja kantapään yläosassa. Keskimääräiset painearvot ovat alueella alhaiset.

Alueella 2 ei ole painepiikkejä nähtävissä kaaren alueella. Keskimäärin paine myös jakautuu tasaisesti ja arvot ovat matalat. Paineen viipymistä on hieman nähtävissä oikean pitkittäiskaaren sisäreunalla.

Alueella 3 on painepiikki 4. jalkapöytäluun pään kohdalla. Tarkastellessa paineen viipymistä kävelyn aikana, painepiikki kasvaa ja leviää myös 5. jalkapöytäluun pään kohdalle. Vasemmassa päkiälinjassa ei ole painepiikkejä, mutta päkiän keskiosassa on suurempaan painealuetta, mikä näkyy myös paineen viipymisessä. Keskimäärin paine jakautuu tasaisesti jalkaterälle.

Alueella 4 ei ole nähtävissä varpaissa painepiikkejä. Keskimäärin arvot ovat alhaiset. Paineen viipymistä hieman pidempään on nähtävissä oikean 4. varpaan päässä.

5.3.3 Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset

Oikeassa jalkaterässä on päkiälinjassa painepiikki, joka toistuu kaikissa mittauksissa. Painelevymittauksissa maksimipaineet ovat keskellä päkiää, mutta kengät jalassa kävellessä alue tuntuu kasvavan ja yksilöllisiä tukipohjallisia käytettäessä jopa siirtyvän lähemmäksi päkiän ulkoreunaa. Ilman yksilöllisiä tukipohjallisia tehtyjen mittausten huippuarvo eli maksimipaineet ovat $62,1 \text{ N/cm}^2$. Yksilöllisillä tukipohjallisilla suoritetuissa mittauksissa maksimipaineet ovat $39,3 \text{ N/cm}^2$. Yksilölliset tukipohjalliset siis alentavat painetta ja siirtävät painealuetta.

Painelevymittauksissa huomattu vasemman jalkaterän pitkittäiskaaren keskellä oleva painepiikki poistuu tukipohjallisilla kokonaan. Lisäksi isovarpaan painepiikkiä ei enää ole tukipohjallisia käytettäessä. Keskimääräisiä paineita analysoidessa paine näyttää jakaantuvan tasaisesti jalkaterän alueelle. Tukipohjalliset ovat siis varsin onnistuneet ja plantaarisen paineiden maksimiarvoja saatiin alas ja painetta tasattua laajemmin jalkapohjan alueelle.

Mitattavalla on kovettumat keskellä vasemman jalan pitkittäiskaaren aluetta ja isovarpaan tyvinivelen kohdalla. Paljain jaloin otetuissa painelevymittauksissa nämä kohdat korostuvatkin maksimipainepiikkeinä ja paineen viipymänä ja alueet näkyvät myös mitattavan kävellessä ilman tukipohjallisia. Täten iho on kuormittunut ja kovettumat ovat muodostuneet. Oikean jalkaterän päkiälinjan sisäreunan ja kaaren ulkoreunan syylät eivät ole havaittavissa mittauksissa.

5.4 Case 4

Mitattavalla on käytössään erityisjalkineet, joiden pohjat ovat jäykät ja niissä on erillinen $1,5 \text{ cm}$ korkuinen korko. Kannat ovat pyöristetty ja käynnin määrä on 9 cm .

Mitattavalla on aktiivisessa käytössä viidet jalkineet, joista kolmeen yksilölliset tukipohjalliset ovat sopivat. Mitattava käyttää tukipohjallisia jalkineissaan suurimman osan ajasta ulkona liikkueessaan. Kotona tukipohjalliset eivät ole lainkaan käytössä.

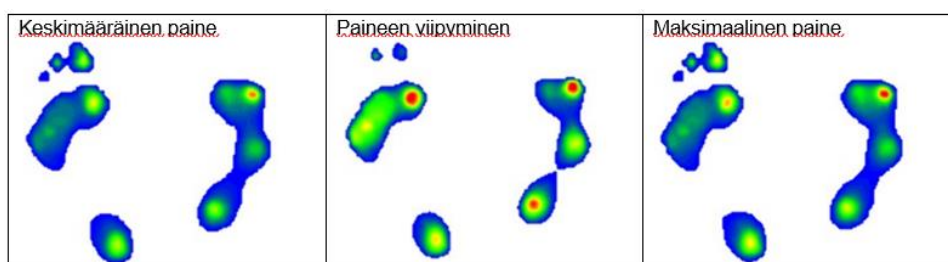
Mitattavan oikean jalkaterän varpaat on amputoitu kokonaan. Päkiän keskellä on parantumassa oleva rakko, jonka reunoilla on kovettumaa. Jalkaterän ulkoreunalla lähellä amputaatiolinjaa on arpi, jonka ympärillä on kovettumaa. Vasemman jalkaterän neljäs varvas on amputoitu ja kantapään sisäreunalla on kovettumaa. Mitattava kertoo

käyttävänsä vasemmassa jalassa 4-harjanteista silikoniortoosia, mutta ortoosi ei ollut mittauskäynnillä mukana.

5.4.1 Mittaukset painelevyllä

Mitattavan astuessa avojaloin painelevylle alueella 1 kantapäissä ei ole havaittavissa maksimaalisia painepiikkejä. Korkeampia paineita on kuitenkin nähtävissä molempien kantapäiden keskellä ja samoissa kohdissa painetta keskimäärin esiintyy. Paine viipyy pisimpään oikeassa kantapäässä.

Vasen jalkaterä ei alueelta 2 kuormitu ollenkaan. Oikean jalan kaaren ulkoreuna kuormittuu erityisesti 5. jalkapöytäluun kyhmyyn alueelta, missä on nähtävissä paineen viipymää ja keskimääräisen paineen painottumista, mutta maksimaalista painepiikkiä alueelle ei muodostu.



Kuva 7. Case 4 painelevyn mittauskuvat.

Alueella 3 maksimaalinen painepiikki on havaittavissa oikean päkiän 3. jalkapöytäluun päässä. Tälle alueelle paine myös keskimäärin sijoittuu ja viipyy pisimpään.

Kuormittumista ei ole lainkaan havaittavissa 1. jalkapöytäluun päässä. Vasemmassa päkiässä paineen viipymää on nähtävissä 1. jalkapöytäluun päässä ja tässä on myös maksimaalinen painepiikki. Paine viipyy myös 4.–5. jalkapöytäluiden päissä.

Keskimäärin paine kuitenkin jakautuu vasemman päkiän 2.–5. jalkapöytäluiden päille melko tasaisesti.

Alueella 4 vasemmassa jalkaterässä paine keskimäärin viipyy isovarpaalla, jossa on myös havaittavissa korkeampia paineita. Varsinaista maksimaalista painepiikkiä ei isovarpaalla kuitenkaan ole. Varpaista 4. on amputoitu ja 5. varvas ei kuormitu lainkaan. Paineen viipymää on aavistuksen havaittavissa ainoastaan 2. varpaan päässä. Mitattavan oikean jalkaterän varpaat on amputoitu, joten kuormitusta ei täten voi tapahtua.

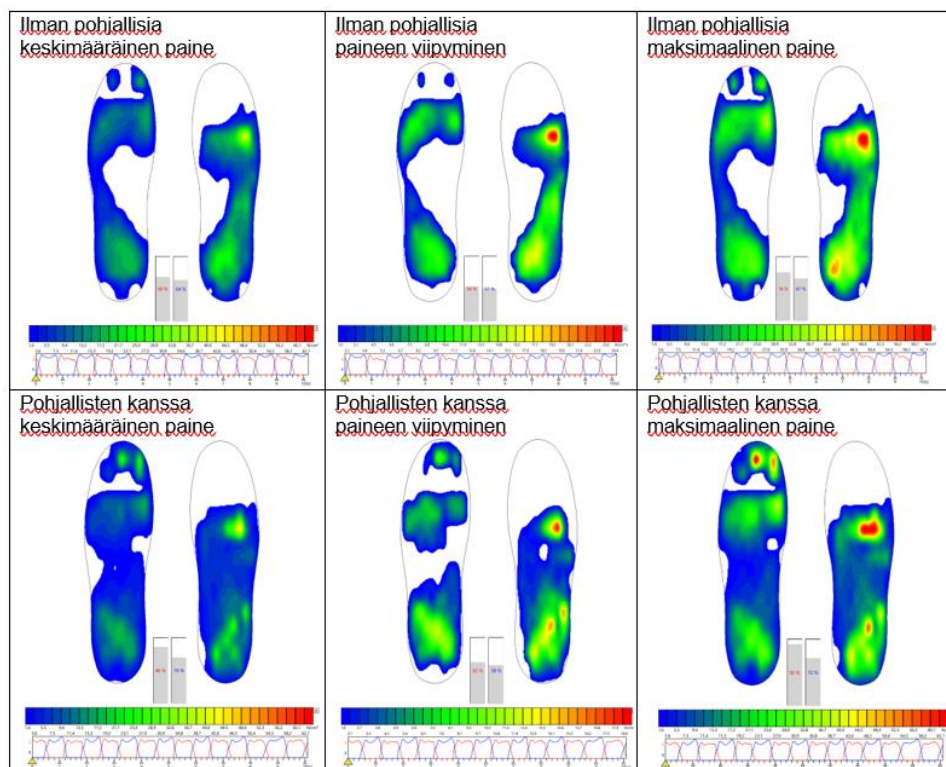
5.4.2 Mittaukset painepohjallisilla

Mitattavan kävellessä erityisjalkineillaan ilman yksilöllisiä tukipohjallisia alueella 1 maksimaalinen paine on havaittavissa oikean kantapään sisäreunalla. Tällä alueella paine myös keskimäärin painottuu ja viipyy pisimpään. Vasemmassa kantapäässä paine jakautuu tasaisesti koko kantapään alueelle.

Alueella 2 ei ole nähtävissä maksimaalista painepiikkiä kummankaan jalkaterän kaaren alueella. Vasemman kaaren alue jää osittain kuormittumatta lainkaan. Oikean jalkaterän kaaren alueella paine jakautuu tasaisesti.

Alueella 3 maksimaalinen painepiikki on havaittavissa oikean jalkaterän 4. jalkapöytäluun päässä. Tässä painetta on myös keskimääräisesti eniten ja paine viipyy pisimpään. Myös 3. jalkapöytäluun päässä on nähtävissä korkeampia paineita. Kuormittumista ei ole havaittavissa 1. jalkapöytäluun pään alueella. Vasemmassa päkiässä paine jakautuu melko tasaisesti lukuun ottamatta 3. jalkapöytäluun pään kohtaa, jossa kuormitus on vähäisempää.

Alueella 4 vasemman jalkaterän varpaista ainoastaan 1. ja 3. varvas kuormittuvat. Erityisiä painepiikkejä ei näissä varpaissa ole havaittavissa. Oikean jalkaterän varpaat ovat amputoitu ja täten kuormitusta ei voi tapahtua.



Kuva 8. Case 4: painepohjallisten mittauskuvat yksilöllisten tukipohjallisten kanssa ja ilman.

Mitattavan kävellessä yksilöllisten tukipohjallisten kanssa maksimaalinen painepiikki on nähtävissä alueella 1 oikean kantapään yläreunassa, missä paineen viipymistä on myös havaittavissa. Korkeita painearvoja on nähtävissä myös kantapään keskellä ja sisäreunalla. Näillä alueilla kantapäässä painetta keskimäärin eniten esiintyy. Vasemmassa kantapäässä keskimääräistä painetta ja sen viipymää on alueen keskellä. Maksimaalista painepiikkiä ei ole havaittavissa.

Alueella 2 ei ole kummassakaan jalkaterässä havaittavissa maksimaalista painepiikkiä. Oikean jalkaterän kaaren alue on kontaktissa alustaa vasten, mutta tasaista kuormitusta ei ole havaittavissa. Vasemman jalan kaari ei pääosin kuormitu oikeastaan ollenkaan.

Alueella 3 maksimaalinen painepiikki sijaitsee oikean jalkaterän 3. ja 4. jalkapöytäluiden päissä, joissa keskimääräistä painetta ja paineen viipymää myös esiintyy. Kuormittumista ei ole nähtävissä 1. jalkapöytäluun pään alueella. Vasemman jalkaterän päkiälinjassa paine jakaantuu melko tasaisesti eikä korkeita painearvoja ole havaittavissa.

Varpaiden alueella 4 oikean jalkaterän varpaiden ollessa amputoitu ei kuormitusta täten voi tapahtua. Vasemman jalkaterän 1. ja 2. varpaiden päissä on nähtävissä

maksimaaliset painepiikit. Paine myös sijaitsee keskimäärin ja viipyy pisimpään näillä alueilla. Varpaista 4. on amputoitu ja 5. varvas ei kuormitu ollenkaan.

5.4.3 Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset

Ilman yksilöllisiä tukipohjallisia tehdyissä mittauksissa huippuarvo on 62,1 N/ cm² ja painealue sijoittuu oikean päkiälinjan ulkoreunalle. Tukipohjallisilla tehdyissä mittauksissa huippuarvo pysyy samana 62,1 N/cm² ja painealue levittyy keskemälle päkiälinjaa. Mitattavalla oli mittaushetkellä parantumassa oleva rakko päkiän keskellä. Rakon ympärillä oli kovettumaa. Paineen huippuarvo pysyy samana yksilöllisistä tukipohjallisista huolimatta.

Yksilöllisten tukipohjallisten kanssa vasemman jalkaterän 1. ja 2. varpaiden päihin muodostuu korkeampia paineita. Mitattavalla oli olemassa yksilöllisesti valmistettu silikoniortoosi vasempaan jalkateräänsä, mutta hänellä ei sitä mittaushetkellä ollut mukana.

Yksilölliset tukipohjalliset jakavat painetta laajemmalle alueelle. Esimerkiksi kummankaan jalkaterän pitkittäiskaaren alue ei ollut kontaktissa alustaan ollenkaan paljain jaloin astuttaessa eikä ilman tukipohjallisia kävellessä, mutta kävellessä yksilöllisten tukipohjallisten kanssa kaaren alueelle tulee painetta.

5.5 Case 5

Mitattavalla on käytössään tavalliset tehdasvalmisteiset jalkineet, joiden pohjat ovat kiertolöysät ja niissä on erillinen 1,5 cm korkuinen korko. Jalkineiden kannat on pyöristetty ja käynnin määrä on 8 cm kärjestä mitattuna.

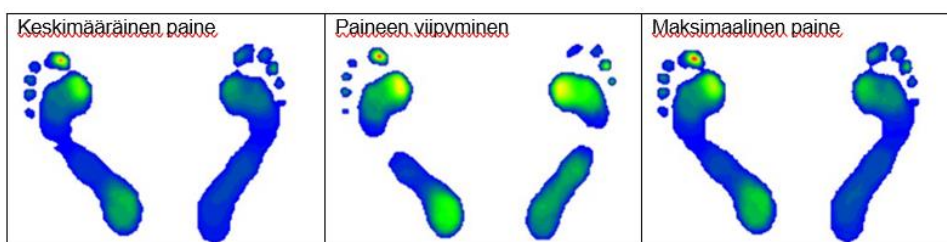
Mitattavalla on aktiivisessa käytössä kolmet jalkineet, joista kaksiin yksilölliset tukipohjalliset ovat sopivat. Mitattava käyttää huomattavan osan ajasta tukipohjallisia jalkineissa ulkona liikkeessaan. Kotona tukipohjalliset eivät ole lainkaan käytössä.

Mitattavan oikeassa jalkapohjassa on kovettumat isovarpaan sisäreunalla ja isovarpaan tyvinivelen kohdalla. Varpaiden väleissä on hautumia. Vasemmassa jalkaterässä on kovettumat symmetrisesti samoissa kohdissa, kuin oikeassa jalkaterässä, mutta kovettumat ovat hieman ohuempia verrattuna oikean jalan kovettumiin.

5.5.1 Mittaukset painelevyllä

Alueella 1 eli kantapäissä on todella vähäistä painetta keskimääräisesti. Vasemmassa kantapäässä on enemmän painetta, ja paine on myös kestoaltaan pidempää. Kummassakaan kantapäässä ei painepiikkejä.

Alueella 2 eli kaaren alueella on keskimääräisesti vähäistä painetta. Alueella ei painepiikkejä. Paineen viipymistä enemmän oikean jalkaterän kaaren ulkoreunalla. Pitkittäisen kaaren alue (mediaalinen pitkittäiskaari) ei kuormitu kummassakaan jalkaterässä.



Kuva 9. Case 5: painelevyn mittauskuvat.

Alueella 3 on suurempaa painetta isovarpaan tyvinivelten kohdalla kuin muualla päkiälinjassa. Vasemman jalkaterän tyvinivelessä paine suurempaa kuin oikeassa. Paine näyttää myös viipyvän päkiälinjan sisäreunalla ja keskialueelta kauemmin kuin ulkoreunalla. Keskimääräisesti paine on päkiälinjalla vähäistä ja vasemman isovarpaan tyvinivel korostuu hieman.

Alueella 4 on vasemmassa isovarpaassa pieni painepiikki ja paine viipyy myös kauan tällä alueella. Kaikki varpaat ovat kontaktissa alustaan ja vasemman isovarpaan paineita lukuun ottamatta paine on varpaiden alueella tasaista ja keskimääräisesti vähäistä.

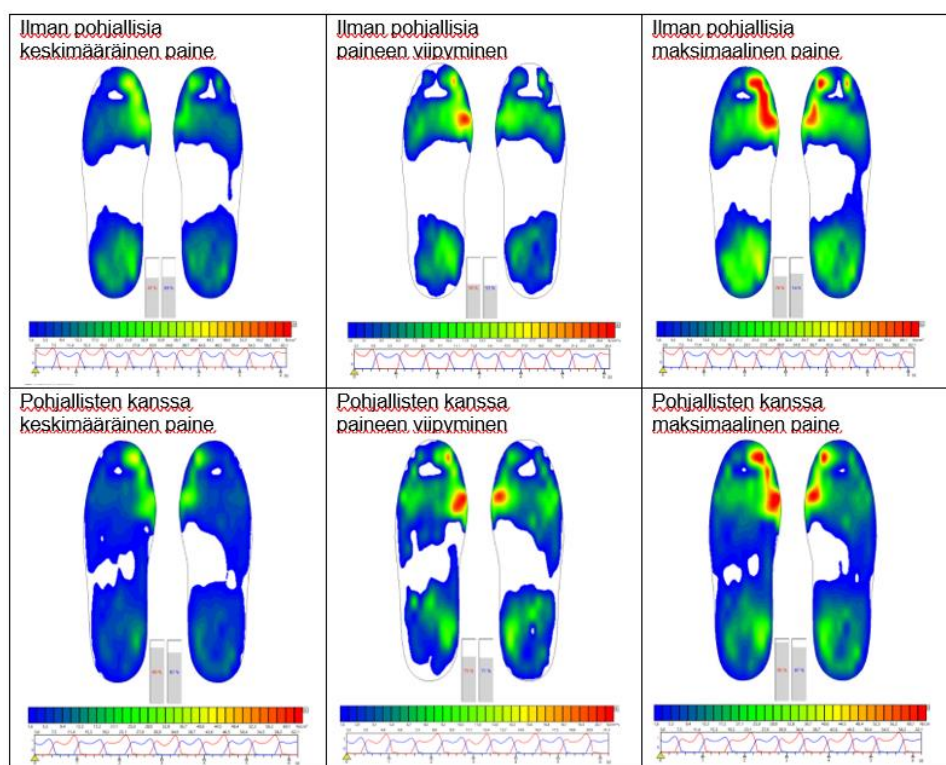
5.5.2 Mittaukset painepohjallisilla

Mitattavan kävellessä omat kengät jalassa ilman yksilöllisiä tukipohjallisia, alueella 1 on vasemman kantapään sisäreunalla pieni alue, jossa on korkeampaa painetta. Painetta ei kuitenkaan niin paljon, että kyseessä olisi punaisella näkyvä painepiikki. Muuten kantapäiden paineet ovat keskimäärin alhaiset ja paineen viipymisestä ei aiheudu suurta painetta.

Alueella 2 paine on lähes olematonta. Oikean kaaren ulkoreunassa on hyvin pientä painetta koko matkalta. Vasemman kaaren alue ei kontaktissa alustaan ollenkaan.

Alueella 3 on molempien isovarpaiden tyvinivelten kohdalla painepiikki. Paine viipyy myös pitkään vasemman isovarpaan tyvinivelessä. Keskimääräisissä paineissa korostuu jälleen molempien isovarpaiden tyvinivelet. Muualla päkiälinjassa paine on vähäistä.

Alueella 4 on painepiikit molempien isovarpaiden päissä sekä oikean 2.varpaan päissä. Paine viipyy pidempään vasemmassa isovarpaassa sekä oikeassa 2.varpaassa. Keskimääräisissä paineissa korostuu jälleen molemmat isovarpaat. Muualla varpaissa paine on vähäistä.



Kuva 10. Case 5: painepohjallisten mittauskuvat yksilöllisten tukipohjallisten kanssa ja ilman.

Mitattavan kävellessä yksilöllisillä tukipohjallisilla ei alueella 1 ole painepiikkejä kummassakaan kantapäissä. Kantapäiden sisäreunat korostuvat hieman painejakaumassa, mutta isoja painepiikkejä ei ole. Keskimääräisesti paine on myös vähäistä.

Alueella 2 paine on jälleen vähäistä. Oikea pitkittäiskaari ei ole kontaktissa alustaan lainkaan. Vasemman jalkaterän kaaren alueella paine jakautuu tasaisemmin koko

kaaren alueelle. Keskimääräiset paineet taas vähäiset tai olemattomat. Paine ei viivy alueella kauaa.

Alueella 3 on edelleen painepiikit isovarpaiden tyvinivelten kohdalla kuten ilman yksilöllisiä tukipohjallisia kävellessä. Oikean isovarpaan tyvinivelen painepiikki näyttäisi olevan lähes yhtä suuri kuin ilman tukipohjallisia kävellessä. Vasemman isovarpaan tyvinivelen painepiikki on hieman pienentynyt. Paine viipyy molemmissa tyvinivelissä kävelyn aikana pitkään. Keskimääräisiä paineita katsoessa isovarpaiden tyvinivelten alue korostuu, mutta näissä ei painepiikkejä. Muuten päkiälinjan paineet ovat alhaiset.

Alueella 4 on edelleen painepiikit isovarpaiden päissä. Oikean isovarpaan painealue näyttää edelleen samankokoiselta, kuin ilman tukipohjallisia kävellessä. Vasemman isovarpaan painealue on hieman pienentynyt. Paine viipyy pitkään vasemman isovarpaan päässä. Keskimääräisesti vasemman isovarpaan pää korostuu jälleen. Muuten paineet varpaiden päissä ovat vähäiset.

5.5.3 Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset

Ilman tukipohjallisia tehdyissä mittauksissa huippuarvo eli maksimiarvo oli 62,1 N/cm². Tukipohjallisilla tehdyissä mittauksissa huippuarvo oli sama eli 62,1 N/cm². Näin ollen maksimipaineet eivät laske yksilöllisillä tukipohjallisilla.

Tukipohjalliset kuitenkin tasoittavat painetta laajemmalle alueelle jalkapohjan alueella. Esimerkiksi pitkittäiskaaren alue on enemmän kontaktissa alustaan. Lisäksi kantapään alueen paine vähenee. Toisaalta isovarpaiden ja näiden tyvinivelten paine ei poistu eikä alue juurikaan pienene. Mitattavalla on kovettumat painepiikkien kohdalla, mikä korreloi tulosten kanssa.

5.6 Case 6

Mitattavalla on käytössään yksilöllisesti valmistetut erityisjalkineet, joiden pohjat ovat jäykät ja niissä on 6 mm korkea kiilakorko. Jalkineiden kannat ovat pyöristetyt ja käynnin määrä on 10,5 cm.

Mitattavalla on aktiivisessa käytössä kolmet jalkineet, joihin kaikkiin yksilölliset tukipohjalliset sopivat. Asiakas käyttää tukipohjallisiaan aina liikkuessaan kotona ja ulkona.

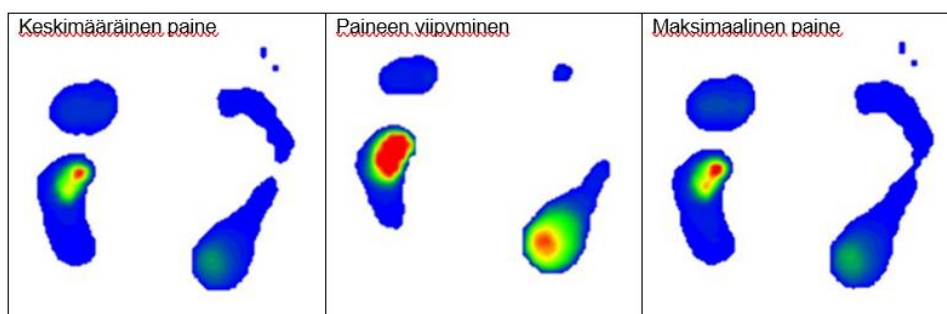
Mitattavan oikeassa jalkaterässä ei ole ihomuutoksia. Vasemmassa jalkaterässä on ollut Charcot'n jalka (neuro-osteoartropatia), ja siitä on aiheutunut jalkapohjan keinumainen, ulospäin kupera, rakenne. Jalkapohjan keskellä on ohuehko kovettuma, jonka keskellä on kaksi pientä hematoomaa (mustelmaa).

Charcot'n jalka on monimutkainen ja vakava jalkaongelma ja sitä esiintyy yleensä diabeetikoilla, joilla on perifeerinen neuropatia (Dardari 2020). Perimmäinen syntymekanismi on yhä epäselvä. Charcot'n jalassa luustoa hajottavien solujen (osteoklastien) toiminta on lisääntynyt, minkä vuoksi luut ja nivelet luhistuvat. Tilanteen laukaisevana tekijänä voi olla haava, leikkaus, nilkan nyrjähdys tai infektio, mikä aiheuttaa infektion saaden aikaan luiden ja nivelten tuhoutumisen. (Järveläinen & Lahtela 2023: 497.)

5.6.1 Mittaukset painelevyillä

Oikean jalkaterän alueella 1 paine viipyy enimmäkseen kantapäähän sisäreunalla. Keskimäärin paine jakautuu samaan kohtaan, mutta maksimaalista painepiikkiä ei muodostu. Vasemman jalkaterän Charcot-muutoksista johtuen kantapäää ei kuormitu.

Alueella 2 vasemmassa jalkaterässä plantaarista painetta kohdistuu kaaren keskelle kohti alueen sisäreunaa. Paine erityisesti viipyy laaja-alaisesti kaaren alueella ja keskimäärin paine kertyy kaaren sisäreunalle, johon myös maksimaalinen painepiikki muodostuu. Oikean jalkaterän kaaren alueella kuormitus painottuu alueen ulkoreunalle, mihin paine jakautuu melko tasaisesti. Alueen ulkoreuna päkiälinjan tuntumassa paljoakaan ole kontaktissa alustaan.



Kuva 11. Case 6: painelevyn mittauskuvat.

Oikean jalkaterän alueella 3 paine jakautuu tasaisesti koko alueelle. Paine ei kuitenkaan viivy alueella isovarpaan tyviniveltä lukuun ottamatta. Vasemman jalkaterän päkiälinjan alueella kuormitus on laajalla alueella, mutta painelevy kuvien perusteella 1.

ja 5. jalkapöydänluun päät eivät kuormitu ja kuormitus painottuu 2.–4. jalkapöytäluiden päihin.

Alueella 4 oikean jalan varpaat eivät ole kontaktissa alustaan. Vasemman jalkaterän varpaista ainoastaan 2. ja 3. varpaiden päät kuormittuvat.

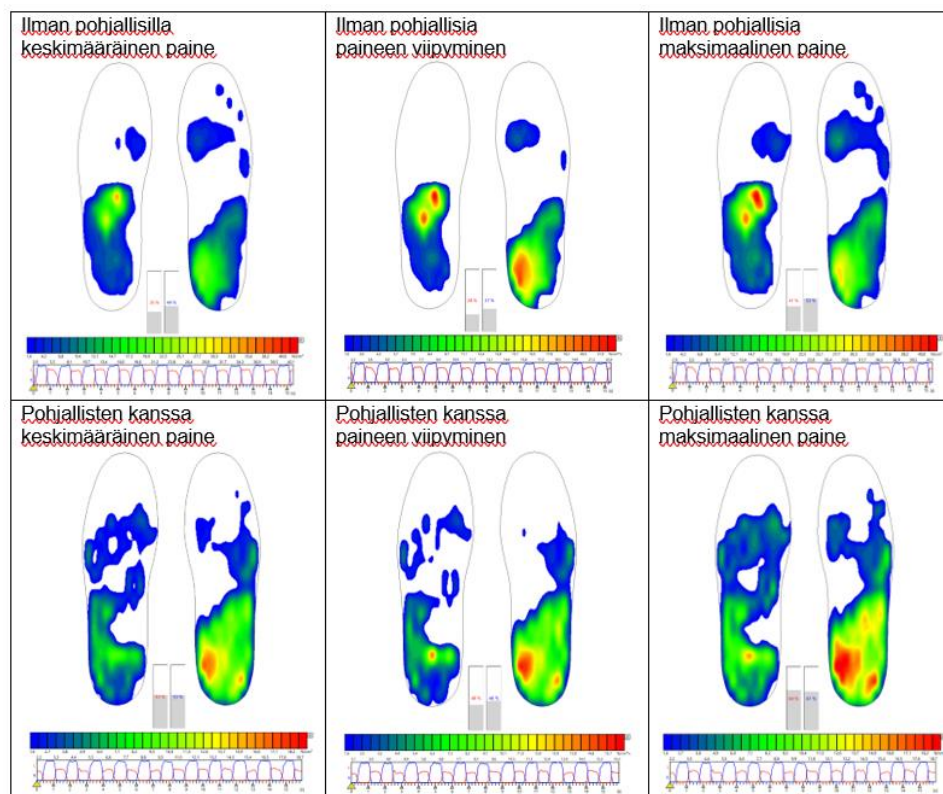
5.6.2 Mittaukset painepohjallisilla

Mitattavan kävellessä ilman yksilöllisiä tukipohjallisia tulokset ovat lähes identtiset painelevyllä mitattujen tulosten kanssa. Oikean jalan alueella 1 on nähtävissä kantapään sisäreunalla maksimaalinen painepiikki. Samassa kohdassa paine viipyy levittyen laajemmalle. Myös keskimääräinen paine sijoittuu samalle alueelle. Vasemmassa kantapäässä ei ole havaittavissa paljoakaan kuormitusta ja kantapään reuna ei ole kontaktissa alustaan.

Oikeassa jalkaterässä alueella 2 kuormitus painottuu kaaren ulkoreunaan ja alaosaan lähelle kantapäättä. Muuten kaaren alue ei ole kontaktissa alustaan. Vasemman jalkaterän alueella 2 on havaittavissa lähes identtisesti kaksi maksimaalista painepiikkiä sekä paineen viipymäkohtaa ja myös keskimäärin paine keskittyy niille kohdille.

Oikeassa jalkaterässä alueella 3 on havaittavissa kuormitusta koko päkiässä painottuen isovarpaan tyvinivelen kohtaan, mihin kohdistuu keskimääräistä painetta ja paineen viipymistä. Tyvinivelelle ei kuitenkaan muodostu maksimaalista painepiikkiä. Vasen päkiä ei kuormitu lainkaan isovarpaan tyviniveltä lukuun ottamatta. Tähän ei kuitenkaan suurta painetta kohdistu.

Alueella 4 oikeassa jalkaterässä ainoastaan 2.–4. varpaat ovat kontaktissa alustaan ja 1. ja 5. varvas eivät kuormitu ollenkaan. Korkeita paineita ei 2.–4. varpaissa ole havaittavissa ja paineen viipymistä ei tapahdu lainkaan. Vasemman jalkaterän varpaat eivät ole ollenkaan kontaktissa alustaan ja näin ollen kuormitusta ei pääse tapahtumaan.



Kuva 12. Case 6: painepohjallisten mittauskuvat yksilöllisten tukipohjallisten kanssa ja ilman.

Mitattavan kävellessä yksilöllisillä tukipohjallisillaan oikean jalkaterän alueelle 1 muodostuu laajasti maksimaalisia painepiikkejä kantapään sisäreunaa kohden painottuen. Sisäreunalle paine myös keskimäärin painottuu ja viipyy pisimpään. Vasemman kantapään keskelle muodostuu pienelle alueelle maksimaalista painetta ja tässä kohtaa paine myös viipyy pisimpään. Keskimäärin paine jakaantuu enimmäkseen kantapään keskelle levittyen kohti kaaren aluetta.

Alueella 2 oikeassa jalkapohjassa kaaren alaosaan ja ulkoreunalle kohdistuu korkeampaa painetta. Maksimaalista painepiikkiä ei kuitenkaan ole. Muutoin kaari ulkoreunaltaan päkiää kohden kuormittuu tasaisesti. Kaaren keskusta ja sisäreuna eivät ole kontaktissa alustaan. Vasemman jalkapohjan kaaren ulkoreunaan lähelle kantapäää kohdistuu hieman korkeampaa plantaarista painetta, mutta muutoin kuormitus on vähäistä ja kaaren keskusta jää kuormittumatta kokonaan.

Alueella 3 molemmissa jalkapohjissa kuormitus jää hyvin vähäiseksi. Vasen päkiä on enemmän kontaktissa alustaan oikeaan verrattuna. Oikean päkiälinjan keskusta ei ole kontaktissa alustaan ollenkaan.

Alueella 4 ei tapahdu kontaktia alustaan ollenkaan. Varpaat eivät siis kuormitu. Ainoastaan oikean jalkaterän 3. ja 4. varpaille muodostuu kuormitusta maksimaalisessa painekuvassa, mutta painepiikkejä ei synny.

Pohjallisilla kävellessä vasemman jalan keskiosan painepiikit häviävät. Vasemman kantapään keskellä näkyy pieni painepiikki. Toisaalta oikean jalkaterän maksimipaineet kasvavat ja kantapään alueella on laajalti painetta. Paine viipyy pitkään oikeassa kantapäässä sekä vasemman kantapään keskellä. Keskiarvallisesti kovimmat paineet ovat oikeassa kantapäässä. Varpaat eivät kuormitu lainkaan.

5.6.3 Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset

Ilman yksilöllisiä tukipohjallisia tehdyissä mittauksissa paineen huippuarvo on 42,1 N/cm², joka sijaitsee vasemman jalkaterän kaaren keskellä. Yksilöllisillä tukipohjallisilla tehdyissä mittauksissa huippuarvo on 18,7 N/cm², joka sijaitsee oikean jalan kantapäässä.

Vasemman jalkaterän Charcot-muutoksista aiheutuneet paineet jalan keskiosassa vähenevät yksilöllisen tukipohjallisen avulla merkittävästi. Plantaarista painetta lisääntyy oikeaan kantapäähän, mitä ei ole havaittavissa ilman tukipohjallista. Tukipohjalliset vähentävät painetta ja jakavat sitä tasaisemmin koko jalkapohjan alueelle varpaita lukuun ottamatta. Mitattavan kävellessä pelkästään erityisjalkineillaan oikean jalan varpaille muodostuu enemmän kuormitusta, mitä ei tapahdu painelevymittauksessa ja kävellessä tukipohjallisilla.

Vasemmassa jalkaterässä kaaren keskellä, Charcot-muutoksen alueella, on ohuehko kovettuma ja sen keskellä kaksi pientä hematoomaa. Tukipohjallinen keventää painetta alueelta onnistuneesti, joten sen perusteella voi päätellä, että alueen ihomuutokset olisivat mahdollisesti vakava-asteisempia, jos onnistunutta paineen kevennystä ei tapahtuisi.

5.7 Case 7

Mitattavalla on käytössä tavalliset tehdasvalmisteiset jalkineet. Niiden pohjat ovat taivutettavat ja niissä on 1,5 cm korkuinen kiilakorko. Kannat ovat pyöristetyt ja käynnin määrä on 7 cm.

Mitattavalla on aktiivisessa käytössä kahdet jalkineet, joista molempiin yksilölliset tukipohjalliset ovat sopivat. Mitattava käyttää tukipohjallisia aina ulkona liikkueessaan. Kotona pohjalliset eivät ole ollenkaan käytössä.

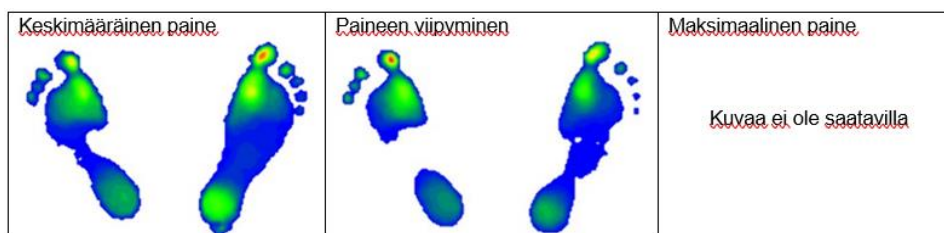
Asiakkaan molemmissa jalkaterissä on symmetrisesti samoissa kohdissa kovettumat, jotka sijaitsevat isovarpaan sisäreunalla ja tyvinivelessä.

5.7.1 Mittaukset painelevyllä

Painelevyllä mitattava maksimaalinen paine ei tallentunut Medilogic-ohjelmistoon. Tästä syystä kyseistä tietoa ei ole saatavilla.

Alueella 1 ei ole suurta paineen viipymistä kummallakaan kantapäällä. Keskimääräisesti oikealla kantapäällä on enemmän painetta kuin vasemmalla, mutta paine on vielä alhaista.

Alueella 2 paine on alhaista. Paine ei viivy pitkään alueella. Kaaren alue kuormittuu enemmän oikeassa jalkaterässä. Vasemmassa jalkaterässä pitkittäiskaari ei ole kontaktissa alustaan.



Kuva 13. Case 7: painelevyn mittauskuvat.

Alueella 3 korostuu isovarpaan tyvinivelen alue. Oikeassa isovarpaan tyvinivelessä paine vielä suurempaa kuin vasemmassa. Muuten päkiälinjan paine alhaista ja paine ei viivy pitkään alueella.

Alueella 4 on painepiikit molempien jalkojen isovarpaissa. Paine on pitkäkestoista ja viipyy pitkään alueella. Muiden varpaiden paineet ovat alhaiset. Kaikki muut varpaat ovat kontaktissa alustaan paitsi vasemman jalkaterän 5. varvas.

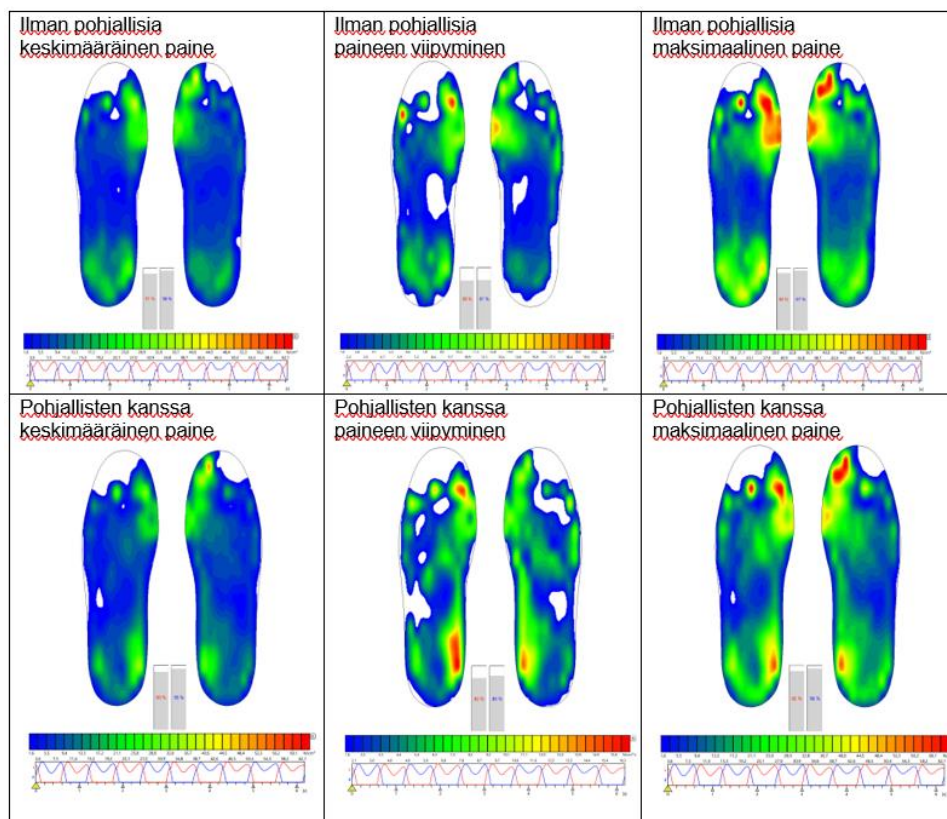
5.7.2 Mittaukset painepohjallisilla

Mitattavan kävellessä omat kengät jalassa ilman yksilöllisiä tukipohjallisia alueella 1 on nähtävissä korkeampia paineita vasemman kantapään sisäreunalla ja kantapään päässä. Oikeassa kantapäässä ei korkeita arvoja. Keskimääräisesti paineet ovat alhaiset ja paine ei viivy pitkään kantapäillä.

Alueella 2 ei ole painepiikkejä. Kaaren näyttää olevan kokonaan kontaktissa alustaan, vaikka paljain jaloin tehdyissä painelevy mittauksissa kaaren alue oli osittain ilmassa. Paineet kaaren alueella ovat alhaiset.

Alueella 3 on painepiikit molempien isovarpaiden tyvinivelessä. Paine näyttää myös viipyvän tällä alueella pitkään, varsinkin oikeassa jalkaterässä. Muuten paineet ovat päkiälinjassa alhaiset.

Alueella 4 on painepiikit molempien isovarpaiden päissä. Paine viipyy myös tällä alueella pitkään, varsinkin vasemmassa isovarpaassa. Lisäksi vasemmassa 2. varpaassa on painepiikki. Paineen viipymistä on havaittavissa myös vasemmassa 4. varpaassa. Keskimääräisessä paineessa korostuvat molemmat isovarpaat sekä vasen 2. varvas.



Kuva 14. Case 7: painepohjallisten mittauskuvat yksilöllisten tukipohjallisten kanssa ja ilman.

Mitattavan kävellessä yksilöllisillä tukipohjallisilla alueella 1 on painepiikit molempien kantapäisen sisäreunassa. Vasemman kantapään painealue on hieman suurempi. Paine viipyy kävellessä pitkään kantapäiden sisäreunalla ja jälleen vasemmassa kantapäässä alue on suurempi. Keskimääräisesti kantapäiden sisäreunat korostuvat, mutta muuten kantapään paineet alhaiset.

Alueella 2 ei ole painepiikkejä. Koko kaaren alue on kontaktissa alustaan. Kaaren alueen paineet ovat alhaiset, mutta painetta näyttäisi olevan hieman enemmän kaaren sisäreunassa eli pitkittäiskaaren alueella.

Alueella 3 on korkeampaa painetta molempien isovarpaiden tyvinivelten kohdalla. Muuten paineet ovat alhaiset. Keskimääräisissä paineissa sekä paineen viipymisessä korostuu isovarpaiden tyvinivelten alue.

Alueella 4 on edelleen painepiikit isovarpaiden päissä. Lisäksi vasemman jalan 2. varpaan päässä on painepiikki ja oikean jalan 2. varpaan päässä on korkeampia paineita. Paine viipyy pitkään vasemman isovarpaan ja 2. varpaan päässä. Vaikka oikean jalan 1. ja 2. varpaissa on korkeat paineet eli painepiikit, ei paine näytä viipyvän

alueella pitkään, eli paine on lyhytkestoista. Keskiarvoltaan korkeimmat paineet ovat oikean jalan isovarpaan päässä.

5.7.3 Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset

Yksilöllisten tukipohjallisten muutokset plantaarisen paineen vähentämiseksi jäävät vähäisiksi. Ilman tukipohjallisia tehdyissä mittauksissa huippuarvo on 62,1 N/cm². Yksilöllisillä tukipohjallisilla tehdyissä mittauksissa huippuarvo on sama eli 62,1 N/cm². Näin ollen tukipohjalliset eivät laske maksimipaineita.

Tukipohjallismittauksissa korkeita paineita lisääntyy kantapäiden sisäreunalle. Maksimipaineet säilyvät kaikissa mittauksissa isovarpaiden alla ja isovarpaiden tyvinivelten kohdalla sekä vasemmassa 2. varpaassa. Kuitenkin tyvinivelten painealueet pienenevät tukipohjallisilla, mikä kertoo, että painealue hieman kevenee. Mitattavalla oli mittaushetkellä kovettumat isovarpaiden päissä sekä isovarpaantyyvinivelten alla. Nämä kovettumakohdat näkyvät mittaustuloksissa kaikissa kolmessa mittauksessa.

6 Case-tulosten yhteneväisyydet ja johtopäätökset

Merkittävin yhteneväisyys kaikkien mitattavien välillä on, että yksilölliset tukipohjalliset jakoivat painetta tasaisemmin ja laajemmin koko jalkapohjan alueelle. Kaikki mitattavat olivat saaneet yksilölliset tukipohjallisensa, case 6 lukuun ottamatta, enintään kolme kuukautta aikaisemmin mittaussajankohdasta. Pohjallisissa ei kenelläkään ollut kulumamuutoksia mittaushetkellä. Pohjallisissa ei siis ollut havaittavissa materiaalin ”kuoleentumista”, joten pohjallisten pitkäaikaishyötyjä ei voida arvioida.

Kolmessa tapauksessa seitsemästä paineiden huippuarvot pienenevät yksilöllisillä tukipohjallisilla. Lisäksi kaikkien muiden case-tapausten paineen viipyminen vähentyi paitsi case 1-tapauksessa. Alla olevasta taulukosta on nähtävissä kootusti ilman tukipohjallisia ja tukipohjallisilla tehtyjen mittausten korkeimmat arvot.

Taulukko 3. Medilogic-mittausten maksimi-arvot (MAX) ja paineen viipymisen (IMP) maksimi-arvot.

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7
Ilman tukipohjallisia MAX (N/cm ²)	51,7	62,1	62,1	62,1	62,1	42,1	62,1
Tukipohjallisilla MAX (N/cm ²)	53,1	45,7	39,3	62,1	62,1	18,7	62,1
Ilman tukipohjallisia IMP (N/cm ² *s)	19	15,1	25,4	24,4	24,4	22,6	20,8
Tukipohjallisilla IMP (N/cm ² *s)	23,8	13,2	11,8	18,4	21,3	16,2	16,3

Ihomuutokset, kuten kovettumat ja känsät, näkyivät mittaustuloksissa painepiikkeinä kaikilla mitattavilla kovettuma-alueilla. Lisäksi lähes kaikilla myös kantapään kuiva iho näkyi kantapään kasvavina paineina. Ihon paksuuntuminen, kovettumat ja känsät ovat ihon normaali suojareaktio painetta, puristusta ja hankausta vastaan (Stolt 2023). Näiden alueiden paineiden keventäminen on siis avainasemassa diabetesta sairastavan ihmisen haavan ennaltaehkäisyssä, sillä ihomuutosten on katsottu kertovan jalkapohjan kuormituksesta.

Haavaumille riskialttiita alueita ovat jalkapöytäluiden päät, isovarpaan sisäreuna, kantapää sekä jalkapohjan keskiosa (Noor ym. 2015; Schaper ym. 2020). Paljain jaloin tehdyissä painelevymittauksissa painepiikki alueet jakautuivat tasaisesti kaikille neljälle alueelle, joihin olimme jalkapohjan jakaneet. Tukipohjallismittauksissa eniten painepiikkejä oli päkiän alueella eli jalkapöydänluiden päissä (5kpl) ja seuraavaksi eniten varpaiden päissä (3kpl) ja kantapään alueella (3kpl).

Mitattavista viidellä oli käytössä erityisjalkineet ja vain kahdella (case 5 & 7) tehdasvalmisteiset jalkineet. Tehdasvalmisteisiä jalkineita käyttävien maksimipainearvoja ei saatu laskettua, vaan ne säilyivät samana (62,1 N/cm²). Toisaalta myös kahdessa muussa tapauksessa (case 1 & 4) erityisjalkineita käyttävän huippupaineita ei saatu vähennettyä, joten jalkineiden vaikutuksen arvioiminen on haastavaa.

Tavalliseen väestöön verrattuna diabeetikot kävelevät hitaammin ja heillä on suurempi jalkapohjan paine kävelyn aikana (Fang ym. 2013: 3212). Arvioimme mitattavien kävelynopeuden vaikutusta paineen jakautumiseen. Nopein kävelynopeus oli 1,58 m/s ja hitain kävelynopeus oli 0,57 m/s. Nopeimmin kävelevillä (case 5 & 7) huippupaineiden arvot eivät laskeneet yksilöllisillä tukipohjallisilla. Toisaalta myös case 1 kävelynopeus oli joukon neljänneksi nopeinta ja case 4 kävelynopeus oli joukon

viidenneksi nopeinta ja huippupaineet eivät laskeneet tukipohjallisilla. Hitaimmin käveleviltä huippupaineet laskivat tukipohjallisilla kävellessä.

Puhtaasti nopeimman ja hitaimman kävelynopeuden vaikutusta on haastavaa arvioida, sillä hitaimman kävelynopeuden omaavalla oli merkittävä Charcot-muutos jalkaterässä. Charcot-muutoksilla on epäilemättä suuremmat vaikutukset paineeseen, kuin kävelynopeudella. Asentomuutoksista johtuen jalkaterien rakenne eroaa toisistaan liikaa, jotta luotettavia arvioita kävelynopeuden vaikutuksesta paineeseen voitaisiin tehdä. Luotettavampia johtopäätöksiä voitaisiin tehdä, mikäli otoskoko olisi ollut suurempi tai jalkaterän virheasennot olisi rajattu otoskoosta pois.

Painon nousun on katsottu lisäävän plantaarista painetta seisomisen ja kävelyn aikana. Kehonpainon vaikutuksen todettiin olevan suurinta jalkaterän keskiosan ja jalkapöytäluiden päiden alta. Ylipainoisten ihmisten päkiänaalueen on todettu olevan leveämpi kuin normaalipainoisten ja lisääntyneen painon voivan laskea kaaren aluetta, mikä aiheuttaisi päkiänaalueen ja kaaren alueen huippupaineiden nousun. (Hills & Henning & McDonald 2001: 1676.)

Laskimme mitattavien painoindeksin ja arvioimme sen vaikutusta plantaariseen paineeseen. Painoindeksin perusteella mitattavista yksi oli normaalipainoinen, kolme oli ylipainoista, yksi lihava ja kaksi sairaalloisen lihavaa. Tässä opinnäytetyössä painoindeksillä ei vaikuta olevan merkitystä paineen jakautumiseen ja paineen viipymiseen, mutta toisaalta normaalipainoisia mitattavia oli vain yksi, jolloin painon vaikutusta ei voida luotettavasti arvioida. Normaalipainoisen (case 3) plantaaristen paineiden huippuarvot laskivat ja myös pinta-alallisesti pienenivät yksilöllisillä tukipohjallisilla.

Vaikka otos oli suppea, vain seitsemän mitattavaa, tulosten vertailu keskenään on haasteellista, sillä mitattavien joukko on heterogeeninen. Tämän vuoksi tuloksia vertailtiin case-kohtaisesti. Mitattavilla oli erityyppisiä jalkineita, ihomuutoksia sekä asentomuutoksia, kuten esimerkiksi amputaatioista ja Charcot-muutoksesta johtuen. Lisäksi joukossa oli miehiä sekä naisia. Vanhin mittaukseen osallistuja oli 74-vuotias ja nuorin 40-vuotias.

7 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten yksilöllisesti muotoillut tukipohjalliset muuttavat diabeetikoiden plantaarista painetta. Tavoitteenamme oli tuottaa yhteistyökumppanille tietoa siitä, millä tavalla yksilöllisten tukipohjallisten vaikutusta plantaariseen paineeseen voi hyödyntää niiden arvioinnissa ja seurannassa.

7.1 Tulosten merkitys ja luotettavuus

Mitattavia oli lopulta vain seitsemän henkilöä tavoitemäärän 10–20 sijaan. Otos oli lopulta varsin niukka ja lisäksi mitattavilla oli hyvin paljon erityyppisiä asentomuutoksia, mikä vaikutti tulosten vertailtavuuteen. Tällä otoskolla emme pystyneet luotettavasti käyttämään määrällisiä tutkimusmenetelmiä ja tulosten arvioiminen tapahtui lähes täysin case-kohtaisesti eli yksilöllisiä tuloksia arvioiden. Luotettavampia tuloksia olisimme voineet saada ja johtopäätöksiä tehdä, jos otoskoko olisi ollut suurempi. Lisäksi asentovirheet, kuten Charcot ja amputaatiot, olisi voitu rajata joukon ulkopuolelle, jotta tilastollista vertailua olisi voitu suorittaa.

Tutkimusprotokolla on selitetty kappaleessa neljä: opinnäytetyön toteutus ja menetelmät, joten mittaukset voisi suorittaa uudelleen. Tulosten toistettavuutta on kuitenkin mahdotonta taata, sillä ihmisen kävely ja toiminta laboratorio-oloissa voi vaihdella niin kutsutusta normaalista kävelystä. Lisäksi yksilöllisten tukipohjallisten ja jalkineiden merkitys tuloksiin on merkittävä ja molempien kulumamuutokset voisivat vaikuttaa tuloksissa, jos mittaukset suoritettaisiin uudestaan.

Kaikille mitattaville oli luovutettu yksilölliset tukipohjalliset vuoden sisään ja kulumamuutoksia ei ollut havaittavissa. Tuloksia analysoidessa tulimme tulokseen, että tukipohjallisten kulumamuutoksia huomioidessa myös pohjallisiin tehdyt painetta keventävät elementit olisi ollut hyvä kirjata ylös ja arvioida niiden toimivuutta jalkaterän keventämisessä.

Kaikista seitsemästä mitattavasta henkilöstä viidellä oli käytössään erityisjalkineet ja kahdella tehdasvalmisteiset jalkineet. Emme kysyneet mitattavilta erityisjalkineiden saantiajankohtaa tai tehdasvalmisteisia jalkineita käyttäviltä heidän jalkineidensa ikää. Emme myöskään tiedä minkä asteisia rakenteellisia muutoksia mitattavien jaloissa on ollut silloin, kun erityisjalkineet on heille valmistettu ja mikä määrittää sen, että jalkineet on valmistettu tietyllä tavalla. Jalkineiden ikä ja jalkojen lähtökohtaiset rakenteelliset muutokset olisivat voineet tarjota opinnäytetyöhömme enemmän vertailukelpoista

tietoa, jota verrata yksilöllisten tukipohjallisten vaikutuksiin. Tämä korostuu etenkin, kun mitattavia oli lopulta vain seitsemän henkilöä. Jatkossa jalkineiden iän voisi siis tiedustella mittaustoimenpiteessä. Toisaalta myös jalkineiden rajaaminen pelkästään tehdasvalmisteisiin jalkineisiin oli alun perin tarkoitus, mikä olisi yhtenäistänyt mittausjoukkoa. Lopulta kuitenkin mitattavien rekrytoinnin helpottamisen vuoksi päädyimme ottamaan jalkinerajauksen pois, jotta saimme opinnäytetyöhön tarpeeksi mitattavia.

7.2 Eettisyys

Opinnäytetyömme toteutui eettisten periaatteiden mukaisesti. Jokainen osallistuja täytti kirjallisen suostumuslomakkeen ja osallistui mittauksiin vapaaehtoisesti. Jokaiselle mitattavalle myös kerrottiin mahdollisuudesta keskeyttää mittaustilaisuus missä vaiheessa tahansa. Osallistujien diabetes ja mahdollinen neuropatia otettiin huomioon ja tutkimusympäristöstä tehtiin mahdollisimman esteetön ja paljain jaloin käveltävä aika pyrittiin minimoimaan haavariskin suhteen. Tutkimusprotokollassa oli huomioitu mahdolliset varotoimet Covid-pandemiatilanteen takia, mikäli tilanne olisi sen vaatinut, vaikka turvavälejä ei mittauksessa täysin pystynytään noudattamaan.

Aineisto ja tulokset kerättiin, tallennettiin ja käsiteltiin luottamuksellisesti. Mitattavilta ei kerätty sellaista tietoa, jota ei tähän opinnäytetyön tekemiseen tarvittu. Mittaukseen osallistuvien tietoja käsiteltiin huolellisesti ja annettujen ohjeistusten mukaisesti. Lisäksi henkilötietoja säilytettiin tietosuojalain mukaisesti ja mitattavan henkilöllisyyttä ei ole mahdollista tunnistaa aineistosta eikä opinnäytetyön julkaisusta.

7.3 Jatkotutkimusehdotukset

Plantaarisen paineen mittaaminen voisi olla hyvä työkalu yksilöllisten tukipohjallisten arvioinnissa. Tällä hetkellä ei ole olemassa kansallisia ja yhteneväisiä suosituksia tai protokollaa tukipohjallisten vaikuttavuuden arvioinnin menetelmistä. Tukipohjallisten arvioiminen perustuu vahvasti asiakkaan kokemaan tunteeseen niiden miellyttävyydestä sekä alaraajan linjauksen paranemisen arvioinnista. Pohjallisten arviointiin olisi kuitenkin hyvä olla muitakin työkaluja, kuten esimerkiksi paineen muutoksen arviointi. Plantaarisen paineen mittaamisella voidaan heti luovutuksen yhteydessä tai myöhemmin arvioida pohjallisen kevennystehokkuutta. Pohjallisten arvioiminen voi tapahtua heti apuvälineen luovutuksen yhteydessä, mutta olisi suositeltavaa arvioida pohjallista muutamien viikkojen kuluttua luovutuksesta.

Tulevaisuudessa voisi tutkia yksilöllisten tukipohjallisten vaikutusta pidemmältä ajalta. Plantaarisen paineen mittaamisen voisi suorittaa heti pohjallisten luovutuksen aikaan ja uudestaan pidemmän ajan kuluttua, jolloin voitaisiin arvioida, miten pohjallinen toimii ja miten pohjallisen materiaali käyttäytyy pidemmän ajan kuluessa. Yksilöllisten tukipohjallisten pitkäaikaisvaikutusten seuraaminen ja siten pohjallisten vaikuttavuuden arvioimisen kehittäminen olisi tulevaisuuden kannalta tärkeää apuvälineterapian kehittämisen kannalta. Lisäksi jalkinevalinnan vaikutusta plantaariseen paineeseen voisi tutkia tulevaisuudessa, sillä tässä opinnäytetyössä molemmissa tehdasvalmisteisissa jalkineissa olevat pohjalliset eivät saaneet aikaan haluttua lopputulosta paineen keventämisen suhteen.

Lähteet

Armstrong, David & Boulton, Andrew & Bus, Sicco 2017. Diabetic Foot Ulcers and Their Recurrence. *The New England journal of medicine* 376 (24). 2367-2375.

Arts, Mark & de Haart, Mirjam & Bus, Sicco & Bakker, Jan & Hacking, Hub & Nollet, Frans 2014. Perceived usability and use of custom-made footwear in diabetic patients at high risk for foot ulceration. *Journal of rehabilitation medicine* 46 (4). 357-62. <<https://medicaljournalssweden.se/jrm/article/view/15680>>. Viitattu 12.8.2023.

Bus, Sicco & Haspels, Rob & Busch-Westbroek Tessa 2011. Evaluation and optimization of therapeutic footwear for neuropathic diabetic foot patients using in-shoe plantar pressure analysis. *Diabetes Care* 34 (7). 1595-1600. <<https://diabetesjournals.org/care/article/34/7/1595/38675/Evaluation-and-Optimization-of-Therapeutic>>. Viitattu 4.5.2023.

Bus, Sicco & Ulbrecht, Jan & Cavanagh, Peter 2004. Pressure relief and load redistribution by custom-made insoles in diabetic patients with neuropathy and foot deformity. *Clinical biomechanics (Bristol)* 19 (6), 629-638. <[https://www.clinbiomech.com/article/S0268-0033\(04\)00045-2/fulltext](https://www.clinbiomech.com/article/S0268-0033(04)00045-2/fulltext)>. Viitattu 4.5.2023.

Collings, Richard & Freeman, Jennifer & Latour, Jos & Paton, Joanne 2021. Footwear and insole design features for offloading the diabetic at risk foot—A systematic review and meta-analyses. *Endocrinology, Diabetes & Metabolism* 4 (1), e00132 <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/edm2.132>>. Viitattu 6.5.2023.

D'Amico, Moreno & Kinel, Edyta & Roncoletta, Piero & Gnaldi, Andrea & Ceppitelli, Celeste & Belli, Federico & Murdolo, Giuseppe & Vermigli Cristiana 2021. Data-driven CAD-CAM vs traditional total contact custom insoles: A novel quantitative-statistical framework for the evaluation of insoles offloading performance in diabetic foot. *PLoS ONE* 16(3): e0247915. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247915>>. Viitattu 8.11.2023.

Dardari, Dured 2020. An overview of Charcot's neuroarthropathy. *Journal of Clinical & Translational Endocrinology*. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214623720300922>>. Viitattu 9.11.2023.

Davies, S. & Gibby, O. & Phillips, C. & Price, P. & Tyrrell, W. 2000. The health status of diabetic patients receiving orthotic therapy. *Quality of Life Research* 9 (2). 233-240. <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008979825851>>. Viitattu 16.2.2023.

DeBerardinis, Jessica & Neilsen, Conner & Lidstone, Daniel E. & Dufek, Janet S. & Trabia, Mohames B. 2020. A comparison of two techniques for center of pressure measurements. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering*. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7338728/>>. Viitattu 18.9.2023.

Diabetesliitto 2021. Mitä tarkoittaa diabetes Suomessa?

<https://www.diabetes.fi/yhteiso/medialle/perustietoa_diabeteksesta_suomessa#95e6623e> Viitattu 16.10.2023.

Diabeetikon jalkaongelmat 2021. Käypä hoito-suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Diabetes Käypä hoito -neuvottelukunnan nimeämä työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2021. <<https://www.kaypahoito.fi/hoi50079>>. Viitattu 9.6.2023.

Fang, F. & Wang, Y.-F. & Gu, M.-Y. & Chen, H. & Wang, D.-M. & Xiao, K. & Yan, S. & Yao, L.-L. & Li, N. & Zhen, Q. & Peng, Y.-D. 2013. Pedobarography – a novel screening tool for diabetic peripheral neuropathy? *European review for medical and pharmacological sciences*. 17(23):3206-12.

<<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24338463/>>. Viitattu 9.11.2023.

Fawzy, Olfat A & Arafa, Asmaa I & El Wakeel, Mervat A & Kareem, Shaimaa H Abdul 2014. Plantar pressure as a risk assessment tool for diabetic foot ulceration in egyptian patients with diabetes. *Dec* 2:7:31-9.

<<https://journals.sagepub.com/doi/10.4137/CMED.S17088>>. Viitattu 9.10.2023.

Hellstrand Tang, Ulla & Zügner, Roland & Lisovskaja, Vera & Karlsson, Jon & Hagberg, Kerstin & Tranberg, Roy 2014. Comparison of plantar pressure in three types of insole given to patients with diabetes at risk of developing foot ulcers – A two-year, randomized trial. *Journal of clinical & translational endocrinology* 1 (4). 121-132.

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214623714000192>>. Viitattu 7.9.2023.

Hicks, Caitlin W. & Selvin, Elizabeth 2019. Epidemiology of Peripheral Neuropathy and Lower Extremity Disease in Diabetes.

<<https://link.springer.com/article/10.1007/s11892-019-1212-8>>. Viitattu 9.11.2023.

Hills, Andrew & Henning, Ewald & McDonald, Michael 2001. Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis.

International journal of obesity. <<https://www.nature.com/articles/0801785>>. Viitattu 8.11.2023.

Järveläinen, Hannu & Lahtela, Jorma & Ebeling, Tapio 2023. Diabeettinen neuropatia alaraajoissa. *Jalkaterveys*. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. 626-630.

Lobmann, R. & Kayser, R. & Kasten, G. & Kasten, U. & Kluge, K. & Neumann, W. & Lehnert, H. 2001. Effects of preventative footwear on foot pressure as determined by pedobarography in diabetic patients: a prospective study. *Diabetic Medicine* 18 (4). 314-319.

Lott, Donovan & Hastings, Mary & Commean, Paul & Smith, Kirk & Mueller, Michael 2007. Effect of footwear and orthotic devices on stress reduction and soft tissue strain of the neuropathic foot. <[https://www.clinbiomech.com/article/S0268-0033\(06\)00208-7/fulltext](https://www.clinbiomech.com/article/S0268-0033(06)00208-7/fulltext)>. Viitattu 16.5.2023.

Lutjeboer, Thijs & van Netten, Jaap & Postema, Klaas & Hijmans, Juha 2020. Effect of awareness of being monitored on wearing of orthopaedic footwear. <<https://medicaljournalssweden.se/jrm/article/view/3742>>. Viitattu 15.5.2023.

Martinez-Santos, Ana & Preece, Stephen & Nester, Cristopher J. 2019. Evaluation of orthotic insoles for people with diabetes who are at-risk of first ulceration. *Journal of Foot and Ankle Research*. Jun 18:12:35. <<https://jfootankleres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13047-019-0344-z>>. Viitattu 7.11.2023.

Mueller, Michael & Lott, Donovan & Hastings, Mary & Commean, Paul 2006. Efficacy and Mechanism of Orthotic Devices to Unload Metatarsal Heads in People with Diabetes and a History of Plantar Ulcers. *Physical Therapy* 86 (6), 833-842.

Noor, Saba & Zubair, Mohammad & Ahmad, Jamal 2015. Diabetic foot ulcer - A review on pathophysiology, classification and microbial etiology. *Diabetes & metabolic syndrome clinical research & reviews* 9 (3), 192-199. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871402115000351?via%3Dihub>>. Viitattu 20.5.2023.

Paton, Joanne & Stenhouse, Elizabeth & Bruce, Graham & Jones, Ray 2014. A longitudinal investigation into the functional and physical durability of insoles used for the preventive management of neuropathic diabetic feet. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 104(1), 50-7. <<https://japmaonline.org/view/journals/apms/104/1/0003-0538-104.1.50.xml>>. Viitattu 20.5.2023.

Paton, Joanne & Stenhouse, Elizabeth & Bruce, Graham & Zahra, Daniel & Jones, Ray 2012. A comparison of customised and prefabricated insoles to reduce risk factors for neuropathic diabetic foot ulceration: a participant-blinded randomised controlled trial. *Journal of Foot & Ankle Research* 5 (1), 31. <<https://jfootankleres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1757-1146-5-31>>. Viitattu 13.5.2023.

Price, Carina & Parker, Daniel & Nester, Christopher 2016. Validity and repeatability of three in-shoe pressure measurement systems. *Gait Posture* 2016. May; 46:69-74. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636216000370?via%3Dihub>>. Viitattu 13.3.2023.

Pu, Fang & Ren, Weiyan & Fu, Hongyuan & Zheng, Xuan & Yang, Min & Jan, Yih-Kuen & Fan, Yubo 2018. Plantar blood flow response to accumulated pressure stimulus in diabetic people with different peak plantar pressure: a non-randomized clinical trial. *Medical & Biological Engineering & Computing* 56 (7), 1127-1134. <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11517-018-1836-x>>. Viitattu 15.5.2023.

Razak, Abdul Hadi Abdul & Zayegh, Aladin & Begg, Rezaul & Wahab, Yufridin 2012. Foot Plantar Pressure Measurement System: A Review. *Sensors* 12 (7), 9884-9912. <<https://www.mdpi.com/1424-8220/12/7/9884>>. Viitattu 14.5.2023.

Reiber, Gayle & Smith, Douglas & Wallace, Carolyn & Sullivan, Katrina & Hayes, Shane & Vath, Christy & Maciejewski, Mathew & Yu, Onchee & Heagerty, Patrick & LeMaster, Joseph. 2002. Effect of therapeutic footwear on foot reulceration in patients with diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA, The Journal of the American Medical Association* 287 (19), 2552-2558.
<<https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/194922>>. Viitattu 6.10.2023.

Respecta Oy. <<https://www.respecta.fi/fi/yritys/>>. Viitattu 29.10.2023.

Schaper, Nicolaas & van Netten, Jaap & Apelqvist, Jan & Bus, Sicco & Hinchliffe, Robert & Lipsky, Benjamin 2020. Practical Guidelines on the prevention and management of diabetic foot disease (IWGDF 2019 update). *Diabetes/Metabolism Research and Reviews* 36. <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/dmrr.3266>>. Viitattu 28.10.2023.

Schneider, Wendy & Severn, Melissa. 2017. Prevention of Plantar Ulcers in People With Diabetic Peripheral Neuropathy Using Pressure-Sensing Shoe Insoles. In: *CADTH Issues in Emerging Health Technologies*.
<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK476437/>>. Viitattu 9.11.2023.

Stolt, Minna 2023. Liikasarveistumien synty. *Jalkaterveys*. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. <<https://www.oppiportti.fi/op/jtr00081/do>> Viitattu 8.11.2023.

Tapio, Anna-Leena & Huhtanen, Jaana 2023. Diabetesta sairastavan jalkaterveydestä huolehtimisen periaatteet. *Jalkaterveys*. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. 479.

Tietoarkisto 2019. <<https://www.fsd.tuni.fi/fi/>>. Viitattu 2.9.2023.

Tsung, Bonnie & Zhang, Ming & Mak, Arthur & Wong, Margaret. 2004. Effectiveness of insoles on plantar pressure redistribution. *Journal of rehabilitation research and development* 41 (6A), 767-774.
<<https://www.rehab.research.va.gov/jour/04/41/6/tsung.html>>. Viitattu 7.11.2023.

T&T Medilogic 2018. Manual medilogic pressure measurement 2018-03.
<https://medilogic.com/wp-content/uploads/2018/05/medilogic_Manual.pdf> Viitattu 15.10.2023

Valtakunnalliset lääkinnällisen kuntoutuksen apuvälineiden luovutusperusteet 2023. Opas apuvälinetyötä tekeville ammattilaisille ja ohjeita asiakkaille. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2023: 13. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö.
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164725/STM_2023_13_J.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Viitattu 9.10.2023.

Waaijman, R. & Arts, M. & Haspels, R. & Busch-Westbroek, T. & Nollet, F. & Bus, S. 2012. Pressure-reduction and preservation in custom-made footwear of patients with diabetes and a history of plantar ulceration. *Diabetic Medicine* 29 (12), 1542-1549.
<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1464-5491.2012.03700.x>>. Viitattu 2.10.2023.

Waaïjman, Roelof & de Haart, Mirjam & Arts, Mark L.J. & Wever, Daniel & Verlouw, Anke J.W.E. & Nollet, Frans & Bus, Sicco A. 2014. Risk Factors for Plantar Foot Ulcer Recurrence in Neuropathic Diabetic Patients. *Diabetes Care* 37 (6) April 2014. <<https://diabetesjournals.org/care/article/37/6/1697/29712/Risk-Factors-for-Plantar-Foot-Ulcer-Recurrence-in>>. Viitattu 4.10.2023.

Waldecker, Ute 2012. Pedographic classification and ulcer detection in the diabetic foot. *Foot and Ankle Surgery* 18 (1), 42-49. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1268773111000397?via%3Dihub>>. Viitattu 20.5.2023.

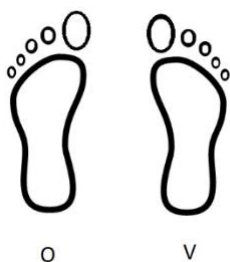
Zwaferink, Jennefer B. J. & Custers, Wim & Paardekooper, Irma & Berendsen, Heleen A. & Bus, Sicco A. 2020. Optimizing footwear for the diabetic foot: Data-driven custom-made footwear concepts and their effect on pressure relief to prevent diabetic foot ulceration. <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0224010>>. Viitattu 6.11.2023.

Tutkimuslomake

1. Esitiedot:

Ikä				
Sukupuoli				
Pituus				
Paino				
Kävelynopeus mittauksissa				
Kengät (rasti ruutuun)	Erityisjalkineet		Tehdasvalmisteiset;	
			Hoitokenkä	Tavallinen jalkine
Pohjallisten luovutuksesta kulunut aika (rasti ruutuun)	1-3kk	4-6kk	7-9kk	10-12kk

2. Ilmaantuneet haavaumat (merkitse kuvaan):



3. Pohjallisten kunto:

Löydös	Kommentteja
Materiaali kulunut, rikki tai painunut (merkitse alla olevaan kuvaan, kuvassa pohjalliset ylhäältä katsoen)	









kulunut	
rikki	
painunut	

Tutkimuslomake 1.mittaus

ID: ___

4. Jalkojen kunto (rasti ruutuun/ympyröi/kirjoita):







OIKEA JALKA			
Kategoria	Tutkimuskohde	Löydös	Kommentteja
Iho	Vauriot (merkitse alla olevaan kuvaan)		

 <p>O</p>	kovettuma/känsä	
	halkeama	
	Hiertymät, hankaumat	
	syylä	
	hematooma	

Tutkimuslomake**1.mittaus**

ID: ___

VASEN JALKA			
Kategoria	Tutkimuskohde	Löydös	Kommentteja
Iho	Vauriot (merkitse alla olevaan kuvaan)		

 <p>V</p>	kovettuma/känsä	
	halkeama	
	hiertymä, hankauma	
	syylä	
	hematooma	

Kysely pohjallisten käytöstä

Pohjallisten käyttö

ID: _____

Mittauskerta: _____

KYSELY POHJALLISTEN KÄYTÖSTÄ

1. Kuinka monet jalkineet teillä on tällä hetkellä käytössä? (mukaan lukien tohvelit)	
2. Kuinka moniin näistä jalkineista tukipohjalliset sopivat?	
3. Käytättekö tukipohjallisia liikkuessanne (liikuntaharrastukset, työmatkaliikkuminen, asiointi)?	Rastikaa sopiva vaihtoehto
Aina (100%)	
Suurimman osan ajasta (80%)	
Huomattavan osan ajasta (60%)	
Jonkin osan ajasta (40%)	
Pienen osan ajasta (20%)	
En lainkaan (0%)	
4. Käytättekö tukipohjallisia kotona ollessanne?	
Aina (100%)	
Suurimman osan ajasta. (80%)	
Huomattavan osan ajasta (60%)	
Jonkin osan ajasta (40%)	
Pienen osan ajasta (20%)	
En lainkaan (0%)	

Kenkien arviointi**ID:****Minkälaiset kengät?** (Ympyröi oikea vaihtoehto)

Yksilöllisesti valmistetut erityisjalkineet

Tehdasvalmisteiset

erityisjalkineet

Hoitokengät

Tavalliset kengät/tehdasvalmisteiset

Onko pohja jäykkä/voiko sitä taivuttaa?

Kyllä

Ei

Millainen on koron malli?

Kiilakorko

Erillinen korko

Koron korkeus päkiän ja kannan välisen paksuuden erotus?

Onko kanta pyöristetty vai suora?

Pyöristetty

Suora

Käynnin määrä? _____

Saatekirje

Saatekirje opinnäytetyön mittaustilaisuuteen osallistuvalla

Arvoisa Respecta Oy:n asiakas,

Olemme jalkaterapeuttiopiskelijoita Metropolia Ammattikorkeakoulusta ja teemme opinnäytetyötä, jonka alustava otsikko on: *Yksilöllisesti muotoiltujen pohjallisten muutokset plantaariseen paineeseen diabeetikoilla*. Opinnäytetyötämme varten keräämme aineistoa Respecta Oy:n tukipohjallisasiakkailta.

Alla on tietoa opinnäytetyöprojektistä ja siitä, mitä sinun tulee ottaa huomioon osallistuessasi mittaustilaisuuteen.

Taustatietoa opinnäytetyölle

Opinnäytetyömme tavoitteena on selvittää, millaisia muutoksia yksilöllisesti valmistetut pohjalliset saavat aikaan plantaariseen eli jalkapohjan paineeseen ja miten plantaarisen paineen mittausta voidaan hyödyntää pohjallisten toimivuuden arvioinnissa ja seurannassa. Mittaukset suoritetaan Medilogic- painepohjallisten ja -levyjen avulla.

Mitä mittaustilaisuuden aikana tapahtuu

Mittaaminen toteutetaan Metropolia Ammattikorkeakoulun liikelaboratoriossa, Myllypuron kampuksella (Myllypurontie 1, 00920 Helsinki). Sisäänkäynti tapahtuu C- tai D rakennusten ulko-ovista. Kartta on sivulla kaksi.

- 1) Ennen mittausta, sinulta tullaan pyytämään osallistumiseen vaadittava suostumuslomake allekirjoitettuna.
- 2) Mittaustilaisuus alkaa tutkimuslomakkeen taustatietojen sekä opinnäytetyötä varten laaditun kenkien ja pohjallisten käyttökyselyn täyttämällä. Lomakkeiden täytön jälkeen suoritetaan avojaloin tehtävät plantaaripainemittaukset. Tämän jälkeen suoritetaan painepohjallisilla tehtävät mittaukset tutkittavan omat kengät jalassa sekä tukipohjallisilla että ilman.
- 3) Otathan mukaan viimeisimmät sinulle teetetyt tukipohjalliset sekä kengät, joihin kyseiset pohjalliset on teetetty.

- 4) Huomioithan, että mittauspäivään osallistuminen ei ole mahdollista, mikäli sinulla on akuutti haavauma jalkaterässä tai olet kykenemätön kävelemään keskeytyksettä noin 10 metrin matkan useampaan kertaan.
- 5) Mittaukseen liikelaboratoriossa on syytä varata aikaa 60 minuutin verran.

Opinnäytetyön mittausmenetelmät ovat noninvasiivisia. Painemittauksissa hyödynnettävät pohjalliset eivät aiheuta kipua tai vauriota mitattavalle alueelle. Näin ollen mitattavaan ei kohdistu ilmeisiä riskejä tai haittoja. Yksityisyydensuoja ja osallistujan anonyymius tullaan ottamaan huomioon opinnäytetyön jokaisessa vaiheessa. Osallistujien henkilötietoja ei kerätä ja käyttäjäkokemuksia ei voida yhdistää yksittäiseen osallistujaan.

Mittaus vaatii tutkittavan läsnäoloa vain yhtenä päivänä. Opinnäytetyöhön osallistuminen on täysin vapaaehtoinen, eikä siitä makseta palkkiota osallistujille.

Mittausajankohta sovitaan tutkittavan kanssa yhdessä puhelimitse ja mittausajankohdat ovat:

Ma 6.3.2023 klo 10.00-15.00

To 16.3.2023 klo 9.00-12.00

Pe 24.3.2023 klo 12.00-16.00

Ma 27.3.2023 klo 9.00-15.00

Muistathan, että voit halutessasi keskeyttää osallistumisen milloin tahansa syytä kertomatta. Aineiston käyttöluvan peruuttaminen tulee tapahtua viimeistään kahden viikon sisällä aineiston keräämisen jälkeen.

Lisäkysymysten ilmentyessä vastaamme mielellämme sähköpostitse:

Jalkaterapeuttiopiskelijat: milla.vaananen@metropolia.fi ja lisbeth.marttala-takari@metropolia.fi sekä elina.koskinen2@metropolia.fi

Opinnäytetyötä ohjaa lehtori Matti Kantola (matti.kantola@metropolia.fi).

Osallistumisenne on arvokasta, jotta saisimme opinnäytetyöhömmme mahdollisimman laajan tutkimusjoukon. Mittaustulokset antavat meille arvokasta tietoa jalkapohjan paineiden muutoksesta osana tukipohjallisten arviointia sekä seurantaa ja näin auttavat kehittämään tukipohjallisten valmistusprosessia jatkossa.

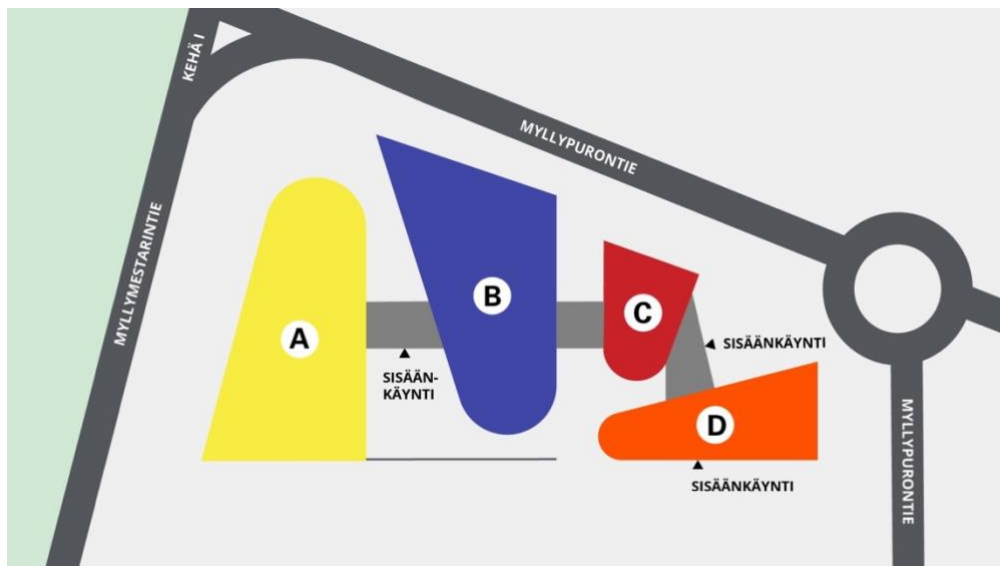
Yhteistyöstä kiittäen

Milla Väänänen, Lisbeth Marttala-Takari ja Elina Koskinen

Saapuminen Metropolian liikelaboratorioon

Mittaaminen toteutetaan Metropolia Ammattikorkeakoulun liikelaboratoriossa (Myllypurontie 1, 00920 Helsinki). Sisäänkäynti tapahtuu C- tai D-rakennusten ulkovoista.

Paikalle pääsee parhaiten metrolla (Myllypuron pysäkki). Jos tulet omalla autolla, maksuttomia pysäköintipaikkoja on jonkin verran kadunvarsilla (mm. Yläkiventiellä ja Alakiventiellä) ja lähialueen liikuntahallien (Liikuntamyly ja Pallomyly) yhteydessä.



Suostumus tutkimukseen osallistumisesta

Opinnäytetyön nimi: Yksilöllisten tukipohjallisten vaikutus diabeetikkojen jalkapohjan paineeseen

Opinnäytetyön tekijät: Lisbeth Marttala-Takari, Milla Väänänen ja Elina Koskinen

Ohjaajat: Matti Kantola

Aikataulu: Opinnäytetyön on määrä valmistua 2023 joulukuun loppuun mennessä.

Osallistuja lukee ja täyttää alla olevan osion.

Merkkaa kaikki kohdat.

Minulle on selvitetty yllä mainitun mittauksen tarkoitus ja mittauksessa käytettävät mittausmenetelmät. Olen tietoinen siitä, että mittaukseen osallistuminen on vapaaehtoista.

Olen myös tietoinen siitä, että mittaukseen osallistuminen ei aiheuta minulle minkäänlaisia kustannuksia, henkilöllisyyteni jää vain mittaaajien tietoon.

Suostun siihen, että minua havainnoidaan ja antamani tietoja käytetään kyseisen opinnäytetyön tarpeisiin.

Olen saanut mahdollisuuden tutustua minulle annettuun saatekirjeeseen ja kysymyksiini on vastattu tyydyttävästi.

Olen ymmärtänyt, että mittaus on vapaaehtoinen ja voin halutessani keskeyttää opinnäytetyöhön osallistumisen milloin tahansa ilman perustelua.

Suostun osallistumaan yllä mainittuun mittaukseen.

Osallistujan nimi (kirjoita ISOIN KIRJAIMIN)

Kaikki antamasi tieto tullaan käsittelemään tietosuojalakea kunnioittaen mittaukseen osallistujalle jaetussa tiedotteessa kerrotun mittauksen sisällön mukaisesti. Aineiston käyttöluvan peruuttaminen tulee tapahtua viimeistään kahden viikon sisällä aineiston keräämisen jälkeen. Metropolia AMK käsittelee luvallasi annettuja tietoja EU:n tietosuoja-asetuksen (General Data Protection Regulation) 6 artiklan 1a kohdan ja 9 artiklan 2a kohdan mukaisesti. Tällä tarkoitetaan, että osallistuja on antanut suostumuksensa henkilötietojensa käsittelyyn ja allekirjoittamalla tämän lomakkeen sekä merkitsemällä yksittäiset ruudut, on ymmärtänyt mitä varten tietoja kerätään ja antaa luvan mittauksen jatkamiselle. Muistathan, että voit halutessasi keskeyttää opinnäytetyöhön osallistumisen milloin tahansa ilman perustelua. Mikäli haluat keskeyttää mittauksen osaltasi, olethan yhteydessä suoraan opinnäytetyön tekijöihin.

*Lomake täytetään kahtena kappaleena: 1 kappale osallistujalle ja 1 kappale mittaajalle.