

Alexi Aalto, Saara Simola

Kävelyanalyysilaitteiden hyödynnettävyys pohjallisten soveltuvuutta arvioitaessa

Nivelkulmien ja jalkapohjan pintapaineen tutkiminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Apuvälineteknikko

Apuvälinetekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö

22.11.2013

| | |
|---|---|
| Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika | Aleksi Aalto, Saara Simola Kävelyanalyysilaitteiden hyödynnettävyys pohjallisten soveltuvuutta arvioitaessa Nivelkulmien ja jalkapohjan pintapaineen tutkiminen 34 sivua 22.11.2013 |
| Tutkinto | Apuvälineteknikko |
| Koulutusohjelma | Apuvälinetekniikan koulutusohjelma |
| Suuntautumisvaihtoehto | Apuvälinetekniikka |
| Ohjaaja(t) | Koulutuspäällikkö Maria Kruus-Niemelä Lehtori Tomi Nurminen |
| <p>Opinnäytetyömme tarkoituksena oli selvittää Metropolia Ammattikorkeakoulun kävelylaboratorion hyödynnettävyyttä pohjallisten soveltuvuutta tutkiessa. Rajasimme aiheen jalkapohjan pintapaineen tutkimiseen ja nivelkulmien laskemiseen. Jalan pohjan ja kengän/pohjallisen välistä painetta mitattaessa käytimme Medilogic-ohjelmistoa. Nivelkulmat laskimme Templo-ohjelmiston avulla videokuvasta.</p> <p>Työmme aihe lähti omasta mielenkiinnostamme kävelyanalyysia ja pohjallisia kohtaan. Tavoitteenamme oli kehittyä ammatillisesti opinnäytetyöprosessin aikana. Lisäksi tarkoituksenamme oli kehittää koulumme kävelylaboratorion käyttöä. Työmme koostuu kahdesta osiosta. Kirjallisuudesta kerätystä teoriasta, joka sisältää kävelyn ja sen analyysin sekä pohjallistietoa. Tapaustutkimuksessa yritimme havainnollistaa laitteiden ominaisuuksia ja niiden soveltuvuutta pohjallisten tutkimiseen.</p> <p>Tapaustutkimuksemme mittasimme jalkapohjan pintapaineen ja nivelkulmia ilman pohjallisia, ortopedisillä pohjallisilla ja urheilupohjallisilla. Kaikki kolme mittauskertaa suoritettiin mahdollisimman samalla tavalla vertailukelpoisten arvojen saavuttamiseksi.</p> <p>Medilogic-ohjelmisto osoittautui hyödylliseksi pohjallisten soveltuvuutta tutkiessa. Pintapainetta mitattaessa pystytään muuan muassa selvittämään paineen jakautumista jalkaterien osien välillä ja painekeskipisteen kulkua askeleen aikana sekä vertaamaan kävelyn parametreja ohjelmiston viitearvoihin. Nivelkulmien mittaamisella emme näe huomattavaa lisäarvoa pohjallisen soveltuvuuden arvioinnissa. Johtopäätökset perustuvat tapaustutkimukseemme, eivätkä ole yleistettävissä.</p> | |
| Avainsanat | kävelyanalyysi, pohjalliset, Medilogic, Templo |

| | |
|---|--|
| Author(s) Title Number of Pages Date | Aleksi Aalto, Saara Simola The Utilization of Gait Analysis Devices When Investigating Suitability of Insoles 34 pages 22 November 2013 |
| Degree | Bachelor of Health Care |
| Degree Programme | Prosthetics and Orthotics |
| Specialisation option | Prosthetics and Orthotics |
| Instructor(s) | Maria Kruus-Niemelä, Head of Degree Programme Tomi Nurminen, Senior Lecturer |
| <p>The purpose of this thesis was to investigate the gait laboratory in Metropolia University of Applied Sciences, and how it can be utilized when examining the suitability of insoles. Topic was narrowed down to examining the plantar pressure of the foot and calculating joint angles. The pressure between the foot and the insole/shoe was measured using Medilogic software. The joint angles were calculated from video images with Templo software.</p> <p>The topic was chosen based on personal interest towards gait analysis and insoles. During the thesis process the aim was to grow professionally, as well as develop the use of the gait laboratory. The thesis consists of theoretical part and a case study. The theory is gathered from literature and contains information concerning gait, gait analysis and insoles. The purpose of the case study was to illustrate the features of the devices and their applicability for insole examination.</p> <p>In the case study, plantar pressure and joint angles were measured while using orthopedic insoles, sports insoles and without insoles. All three measurements were measured similarly in order to achieve as reliable results as possible.</p> <p>Based on the results it can be determined that Medilogic software is useful when investigating the suitability of insoles. The pressure division between different parts of the foot can be investigated, as well as the gait line. Also, compared gait parameters can be to the software reference values. The joint angle measurements does not offer additional value to the suitability assessment of the insoles. The conclusions are based on the case study and can't be generalized.</p> | |
| Keywords | gait analysis, insoles, Templo, Medilogic |

Sisällys

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Kävelyn vaiheet | 2 |
| 2.1 | Alkukontakti | 2 |
| 2.2 | Kuormitusvaste | 3 |
| 2.3 | Keskitukivaihe | 4 |
| 2.4 | Päätöstukivaihe | 5 |
| 2.5 | Esiheilahdusvaihe | 6 |
| 2.6 | Heilahdusvaihe | 6 |
| 3 | Kävelyanalyysi | 8 |
| 3.1 | Jalkapohjaan kohdistuvan paineen mittaaminen | 9 |
| 3.2 | Nivelkulmien mittaaminen kävelyn aikana | 12 |
| 4 | Pohjalliset | 15 |
| 5 | Tapaustutkimus | 17 |
| 5.1 | Opinnäytetyön eteneminen | 17 |
| 5.2 | Tapaustutkimuksen henkilön valinta ja kuvaus | 18 |
| 5.3 | Tapaustutkimuksen aineiston kerääminen | 19 |
| 5.4 | Tulokset | 20 |
| 5.5 | Analyysi | 27 |
| 6 | Pohdinta | 30 |
| | Lähteet | 33 |

1 Johdanto

Kävelyn tutkiminen ja apuvälineet ovat keskeinen osa apuvälinetekniikan koulutusohjelmassa. Opintojen aikana olemme tutustuneet Metropolia Ammattikorkeakoulun kävelyanalyysilaitteistoon, johon halusimme perehtyä lisää työssämme. Lisäksi halusimme yhdistää työhömmme apuvälineen. Valitsimme yhteisen mielenkiintomme mukaan pohjalliset. Lisäksi pohjalliset ovat yleisiä apuvälineitä ja niitä valmistetaan useimmilla alan työpaikoilla.

Opinnäytetyömme tarkoituksena on tutkia koulun kävelylaboratorion hyödynnettävyyttä pohjallisten soveltuvuutta tutkiessa. Työn tavoitteena on kehittää kävelylaboratorion käyttöä sekä selvittää miten pohjallisten soveltuvuutta voidaan tutkia.

Tutkimuskysymykset:

- Miten kävelylaboratoriota voidaan hyödyntää pohjallisten soveltuvuutta arvioitaessa?
 - Millaisia tuloksia saadaan jalkapohjaan kohdistuvaan paineen mittaamisella?
 - Millaisia tuloksia saadaan nivelkulmia mittaamalla?

Haluamme kehittyä ammatillisesti opinnäytetyöprosessin aikana. Teoria osan kirjoittaminen laajentaa tietoperustaamme. Kehitymme asiakkaan tutkimisessa ja joudumme ottamaan selvää mahdollisista käytänteistä, joita tulisi noudattaa kävelyn analyysilaitteita hyödyntäessä. Lisäksi saamme kokemusta kävelyanalyysin tekemisestä. Opimme myös ratkaisemaan ongelmia ja tekemään päätöksiä. Ammatillisesti tavoitteenamme on saada paremmat edellytykset kävelyanalyysin tekemiseen lisääntyneen tiedon ja taidon avulla ja sitä kautta oppia tekemään parempia pohjallisia. Teorian lisäksi esitämme tapaustutkimuksen havainnoidaksemme kävelylaboratoriota.

Opinnäytetyömme sisältää teoriaosuuden ja tapaustutkimuksen. Työn alussa kerromme yleisesti kävelystä ja sen analysoinnista. Kuvaamme tarkemmin Medilogic- ja Templo-kävelyanalyysiohjelmia, joita käytimme tapaustutkimuksessa. Tuomme esille myös tietoa pohjallisista. Opinnäytetyön tapaustutkimus on teoriaosan jälkeen. Lopuksi esittelemme yhteenvedon työstä.

2 Kävelyn vaiheet

Kävely on ihmisen yleisin liikkumistapa paikasta toiseen. Kävely ei ole seurausta kehon reflekseistä, vaan se on opittu taito. Lapsi oppii kypsän kävelyn noin neljän vuoden iässä, jolloin kävelytekniikka on riittävän kehittynyt. Oikeanlaisella tekniikalla kävely on erittäin taloudellista, sillä painovoima ja inertia eli hitausvoima toimivat pääasiallisina energianlähteinä. Lihastyötä tarvitaan lähinnä liikkeen jarruttamisessa, nivelten stabi-loinnissa ja iskunvaimennuksessa. (Ahonen 2004: 137-138.)

Kävelyn biomekaniikkaa on tutkittu vuosien saatossa erittäin paljon, joten se myös tunnetaan hyvin. Kävelyn analysoinnin helpottamiseksi kävely on jaettu useaan eri osioon, kävelyn vaiheisiin. Askeleen päävaiheet, jotka koostuvat vielä pienemmistä vaiheista ovat tuki- ja heilahdusvaihe. Kävelyn vaiheet muodostavat yhden askeleen. Askelsyklillä puolestaan tarkoitetaan askelparia eli aikaa, jolloin molemmat jalat ottavat yhden askeleen. (Ahonen 2004: 137-141.)

2.1 Alkukontakti

Kävelyn ensimmäinen vaihe on alkukontaktivaihe, jossa jalka ottaa ensimmäisen kosketuksensa alustaan uuden askeleen alussa. Yleensä alkukontakti tapahtuu kanta-päällä, mutta esimerkiksi nilkan dorsaalifleksoreiden heikkouden takia ensimmäinen kosketus alustaan saattaa tulla päkiällä. Alkukontaktin myötä alkaa myös kaksoistuki-vaihe, jolloin molemmat jalat ovat kosketuksessa alustaan. Tällöin kehon paino jakautuu molemmille jaloille, siirtyen askelluksen edetessä etumaiselle jalalle. Ihanteellisessa kävelytekniikassa alkukontaktivaiheessa käsien saksausliike on suuri ja lapaluut liukuvat rintakehällä niiden mukaan. Myös rintakehässä voidaan havaita pientä kiertoa. Lantio kiertyy horisontaalitasolla lisäten askelpituutta, mutta oikein toimiessaan myös joustaa sagittaalitasolla siten, että alkukontaktin ottavan jalan puoleinen lantionpuolisko kiertyy aavistuksen posteorisesti. Vastakkainen puolisko taas toimii toisin päin, käänty-en anteoriseen rotaatiosuuntaan. Lantion jousto ei onnistu, mikäli SI-nivelet tai häpylii-tos ei toimi oikein. (Sandström – Ahonen 2011: 298.)

Jalan osuessa alustaan, alustasta kohdistuu vastavoima jalkaan (Ground Reaction Force). Pakaralihakset ylläpitävät lantion asentoa, jotta se pysyisi frontaalitasolla suorassa. Polven alueella hamstring-lihakset estävät polven yliojennusta ja jarruttavat sääri-luun liukumista eteen. Samaan aikaan iso pakaralihas (gluteus maximus) ja peitekal-von jännittäjälihas (tensor fascia latae) kiristävät suoliluu-sääriluu-sidettä (tractus ilioti-

bialis), mikä tukee polvea. (Sandström – Ahonen 2011: 298.) Normaalissa kävelyssä alkukontakti tapahtuu kantapäällä, jolloin kontakti tulee hieman kantaluun lateraalisivulle. Nilkka on neutraaliasennossa (90 astetta) ja alempi nilkkanivel supinaatiossa. (Ahonen 2004: 143.)

2.2 Kuormitusvaste

Alkukontaktista askel siirtyy sulavasti kuormitusvaste-vaiheeseen. Kuormitusvaste on askeleen iskunvaimennusvaihe, jonka tarkoituksena on pienentää alustasta kehoon kohdistuvaa reaktiovoimaa (GRF). Tämä mahdollistuu erilaisten kehon joustomekanismien avulla. Reaktiovoiman osuessa kehoon, nivelten pitäisi olla keskenään linjassa, jolloin alustan reaktiovoima kohdistuisi niihin oikeassa kulmassa. Nivelten ollessa huonossa asennossa, niihin kohdistuu ylimääräistä rasitusta, eikä iskunvaimennusmekanismi toimi oikein. (Sandström – Ahonen 2011: 299-300.) Kuormitusvaste käsittää ajallisesti 0-10% askelsyklistä. Kuormitusvasteen aikana kehon painopiste siirtyy enenevässä määrin etummaiselle jalalle. Kehon paino kohdistuu kantapään kautta alustaan, jonka jälkeen se muuttuu eteenpäin työntäväksi liikkeeksi kantakeinun avulla. (Ahonen 2004: 143.)

Kuormitusvasteen aikana astuvan jalan lonkkanivelessä tapahtuu ensin pientä fleksiota, jota hamstring-lihakset, iso lähentäjä ja iso pakaralihas jarruttavat. Lantio joustaa posteoriseen rotaatiosuuntaan. Samaan aikaan koko alaraaja kääntyy hieman sisäänpäin. (Ahonen 2004: 144.) Lonkan lihaksisto valmistautuu yhden jalan tukivaiheen alkuun loitontajien avulla rajoittaen lonkan adduktiosuuntaista joustoa. Samalla lonkan ulkokiertäjät pitävät polven suorassa linjassa. Reiden takaosan lihakset vetävät kehon painopistettä enemmän astuvan jalan päälle. Painonsiirtoon osallistuu lisäksi suuri lähentäjälihas sekä lonkan koukistajat. (Sandström – Ahonen 2011: 300.)

Polvi painuu kuormitusvasteen aikana 15-20 astetta fleksioon, jolloin nelipäinen reisilihas (quadriceps) estää liiallisen koukistumisen (Ahonen 2004: 144). Alkukontaktivaiheessa perusasennossa oleva nilkka painuu kuormitusvasteen aikana plantaarifleksioon. Ylemmässä nilkkanivelessä tapahtuu nopea plantaarifleksio, mutta alempi nilkkanivel joustaa pronatoimalla. Plantaarifleksiota jarruttavat säären dorsaalifleksorit. Kuormitusvasteen loppuosassa nilkka kääntyy dorsaalifleksioon lähelle perusasentoa, ja samalla jalan pitkittäiskaari laskeutuu. Jalan etuosa myös kääntyy hieman supinaatioon jalan keskiosaan nähden. (Sandström – Ahonen 2011: 300.)

2.3 Keskitukivaihe

Keskitukivaihe käsittää 10-30% askelsyklin pituudesta (Ahonen 2004: 145). Siitä alkaa yhden jalan tukivaihe, jolloin vain toinen jalka on kosketuksissa alustaan. Yhden jalan tukivaiheessa tasapainon säilyttäminen on vaikeampaa, mikä asettaa uudenlaiset haasteet lihaksistolle. Kehon painopiste on pidettävä astuvan jalan päällä koko vaiheen ajan ilman, että se siirtyisi liikaa ulko- tai sisäsyrylle. Keskitukivaihe jaetaan kahteen vaiheeseen, sillä sen aikana tapahtuu niin suurta liikettä. Osioita kutsutaan varhaiseksi ja myöhäiseksi vaiheeksi. Keskitukivaiheen aikana tapahtuu suurta etenevää liikettä, jolloin koko keho liikkuu ylemmän nilkkanivelen yli. Tätä kutsutaan nilkkakeinuksi (ankle rocker). Keskitukivaiheen varhaisessa vaiheessa jalkaterälle tuleva kuormitus jakautuu melko tasaisesti jalan etu- ja takaosan kesken. Samaan aikaan mediaalikaari joustaa alaspäin, mutta painopiste sivuttaissuunnassa pysyy hieman lateraalisena. Myöhäisessä vaiheessa kuormitus on siirtynyt enemmän jalan etuosalle ja alemman nilkkanivelen pronatio alkaa vähentyä. Tästä alkaa niin kutsuttu resupinaation vaihe, jolloin joustopronaation aikana eversiossa ollut kantaluu alkaa kääntyä inversiosuuntaan. Aivan keskitukivaiheen lopussa, juuri ennen kuin kantapää on noussut alustasta, kantaluu on pystysuorassa. (Sandström – Ahonen 2011: 302.)

Keskitukivaiheen alussa lonkkanivelessä tapahtuu ensin lievää joustoadduktiota. Samalla lonkan abduktorit jarruttavat vastakkaisen puolen lantion putoamista. Tukivaiheen aikana lonkkanivel kääntyy kohti ekstensiota ja ylittää lopulta painolinjan (GRF). Tällöin lonkan ekstensoreiden lihastyö loppuu ja liike etenee passiivisesti painovoiman avulla. Alaraaja kääntyy tukivaiheessa reiden adduktorien toimesta hieman ulkorotaatioon. Adduktorit myös avustavat lantion asennon ylläpitämisessä yhdessä abduktoreiden kanssa. Kuormitusvasteessa hieman fleksiossa ollut polvinivel suoristuu nopeasti, jolloin lihastyön määrä vähenee. Nelipäisen reisilihaksen työ loppuu. Pohjelihakset estävät polven yliojentumista ja tukevat sitä muutenkin. Ne myös kääntävät raajaa ulkorotaatioon, mikä edesauttaa alemman nilkkanivelen resupinaatiota. Ylemmässä nilkkanivelessä dorsaalifleksio lisääntyy koko tukivaiheen ajan pohjelihasten jarruttaessa liikettä. Alemmassa nilkkanivelessä raajan ulkorotaatio kääntää joustopronaation supinaatiosuuntaiseksi liikkeeksi ja kantaluu suoristuu. (Ahonen 2004: 145-146.) Resupinaation aikana myös nilkan dorsaalifleksoreista taaempi säärilihaks (tibialis posterior) ja pitkä pohjeluulihaks (peroneus longus) aktivoituvat ja tukevat jalkaterän etu- ja keski-osaa (Sandström – Ahonen 2011: 303).

2.4 Päätöstukivaihe

Päätöstukivaihe alkaa kantapään irrotessa alustasta ja päättyy heilahtavan jalan kantapään osuessa alustaan. Se käsittää sijoittuu 30-50% kohdalle askelsykyistä ja on viimeinen yhdenjalan tukivaihe ennen uutta askelsykyä. (Ahonen 2004: 146.) Päätöstukivaiheen aikana eteenpäin suuntautuva liike on runsasta ja keho valmistautuu painon siirtoon toisen jalan puolelle. Jalan etuosaan kohdistuva paine lisääntyy ja koko päkiän alue pureutuu alustaan. Kehon massakeskipiste kulkee kohti I ja II varpaan väliä, jonka jälkeen tapahtuu ponnistus eteenpäin. Ponnistus tapahtuu vasta päätöstukivaiheen lopussa, jolloin liike suuntautuu eteenpäin, eikä kävelystä tule pomppivaa. Ponnistuksen aikana kehon painopiste myös siirtyy kohti toista jalkaa, joka valmistautuu ensikon-taktivaiheeseen. Tästä syystä painopiste on päätöstukivaiheen lopussa enemmän jalan mediaalisella syrjällä. Samanaikaisesti nilkassa kuitenkin tapahtuu supinaatio, mikä kääntää koko alaraajaa ulkokiertoon. Tämä mahdollistaa lantion hyvän hallinnan ponnistuksen aikana. Vartalon kierto on päätöstukivaiheessa suurta, sillä ponnistavan jalan puoleinen lantionpuolisko on kääntynyt posteorisesti. Vastaavasti heilahtava puoli on kääntynyt anteorisesti. Yhdessä nämä kierrot lisäävät askelpituutta. Ylempänä hartiois-sa tapahtuu sama liike päinvastaisena. (Sandström – Ahonen 2011: 303-304.)

Päätöstukivaiheen alussa kantapää kohoaa alustalta, mutta nilkan plantaarifleksorit vielä tässä vaiheessa pyrkivät vain vastustamaan alustasta välittyvää reaktivoimaa (GRF). Liike jatkuu hyvinkin samanlaisena, mitä se oli keskitekivaiheen lopussa. Kannan kohottua alustasta, pohjelihäs (gastrocnemius), taaempi säärilihäs (tibialis posterior) ja pitkä pohjeluulihäs (peroneus longus) stabihoivat jalan etuosan sekä nilkan. Yhdessä varpaiden ekstension kanssa taaempi säärilihäs aktivoi windlass–efektin, jolloin jalan sisäkaari nousee. Pitkä isovarpaan koukistajalihäs (flexor hallucis longus) jarruttaa varpaan ekstensiota ja samalla avustaa keskitarsoalinivelen supinaatiossa. Päätöstukivaiheen lopussa ponnistus tapahtuu pohjelihäksellä, joka ojentaa nilkan plantaarifleksioon. Lonkkanivelessä tapahtuu passiivista ekstensiota, jolloin ei tarvita aktiivista lihastyötä. Abduktorit ja ulkokiertäjät kohottavat vastakkaisen lantionpuoliskon asentoa pois joustoadduktiosta. (Sandström – Ahonen 2011: 304.) Polvinivel on ojentuneena suoraksi, jolloin kaksipäinen pohjelihäs (gastrocnemius) tukee niveltä ja estää sen yliojennuksen. Päätöstukivaiheen lopussa lihastyön loppuminen sallii polven koukistumisen, jolloin alkaa seuraava kävelyn vaihe. (Ahonen 2004: 146-147.)

2.5 Esiheilahdusvaihe

Esiheilahdus on kahden jalan tukivaihe ja se sijoittuu ajallisesti 50-60% kohdalle kävelysykyllä. Vaihe alkaa siitä, kun toinen jalka aloittaa ensikontaktivaiheensa eli jalka osuu alustaan. Ponnistavan jalan varpaiden irrotessa alustalta esiheilahdusvaihe on päättynyt. Esiheilahdusvaiheen aikana tapahtuu passiivisesti kannan kohotus ja jo päätöstukivaiheen aikana alkanut aktiivinen varvastyöntö viedään loppuun. Tämän mahdollistaa polvinivelen fleksio. Myös reisi aloittaa passiivisen heilahduksen vaiheen aikana samalla, kun lantio, reisi ja sääri jatkavat kiertymistään ulkorotaatioon. Astuvan jalan puolella käynnistyy lantion jousto osana iskunvaimennusta, joten ponnistavan jalan lantionpuolisko putoaa frontaalitasossa hieman alas. Esiheilahdusvaiheen aikana kehon painopiste siirtyy toisen jalan puolelle. (Ahonen 2004: 148.)

Esiheilahdusvaiheessa lonkkanivel on aluksi pitkällä ekstensiossa, mutta vaiheen loppupuolella lonkan koukistajat aktivoituvat ja vetävät reittä eteenpäin. Polvessa tapahtuva koukistus tapahtuu pääasiassa passiivisesti, vaikka kaksoiskantalihas (gastrocnemius) sitä hieman avustaa. Leveä kantalihas (soleus) jatkaa nilkan plantaarifleksiota. Myös varpaiden pitkät koukistajalihakset avustavat nilkan plantaarifleksiota ja pitävät jalkaterän asentoa yllä. (Ahonen 2004: 148.)

2.6 Heilahdusvaihe

Heilahdusvaihe alkaa varpaiden irrotessa alustalta ja päättyy sen uudelleen koskiessa alustaan. Heilahdusvaiheen aikana jalassa on hyvin vähän lihasaktiiviteettia, mutta silti paljon eteenpäin suuntautuvaa liikettä. (Ahonen 2004:149.) Liike mahdollistuu kehon inertian eli hitausvoiman avulla. Heilahtavan raajan massa vastustaa sen liiketilän muutosta. (Sandström – Ahonen 2011: 159.)

Alkuheilahdusvaiheeksi kutsutaan 60-73% aluetta kävelysykyllä. Sen aikana ponnistanut jalka siirtyy varvastyönnöstä samaan linjaan tukiraajan kanssa, joten eteenpäin suuntautuvaa liikettä on paljon. Heilahtavan jalan lantionpuoli on kiertynyt esiheilahdusvaiheessa horisontaalitasossa posteorisesti ja alkuheilahdusvaiheessa se alkaa kiertymään takaisin eteen. Alkuheilahdusvaiheen lopussa lantio on neutraaliasennossa. (Ahonen 2004: 149.) Reidessä tapahtuu heiluriliike lonkkanivelen akselin ympäri, jossa ei tarvita juurikaan lihastyötä. Reisi tulee eteen ”omalla painollaan”. Polvi koukistuu kaksipäisen reisilihaksen lyhyen pään (biceps femoris, caput brevis) toimesta. Nilkka

on suhteellisen rentona, pienessä plantaarifleksiossa. (Sandström – Ahonen 2011: 306-307.)

Alkuheilahdusvaiheen jälkeen alkaa keskiheilahdusvaihe, joka käsittää ajallisesti 73-87% jakson koko askelsyklistä. Keskiheilahdusvaihe päättyy säären linjan ollessa suorana alaspäin. Tässä vaiheessa lonkkanivel pysyy kutakuinkin samassa asennossa koko ajan. Polvinivelessä sen sijaan tapahtuu suoran reisilihaksen (rectus femoris) avulla ekstensioliikettä. Nilkkanivelessä alkaa dorsaalifleksio säären etuosan lihasten (tibialis anterior) aktivoituttua. Keskiheilahdusvaiheessa kehon kiertyminen lisääntyy horisontaalitasolla. Lantio kiertyy neutraaliasennosta heilahtavan jalan puoleen ja hartialinja päinvastaiseen suuntaan. (Sandström – Ahonen 2011: 307.)

Loppuheilahdus on viimeinen askelsyklin vaiheista ja se sijoittuu ajallisesti 87-100% alueelle. Sen aikana lonkkanivel pysyy edelleen samankaltaisessa asennossa ja polven ekstensioliike jatkuu kunnes se saavuttaa täyden ojennuksen. Nelipäinen reisilihas (quadriceps femoris) ojentaa polvea ja takareiden lihakset estävän nivelen yliojennuksen. Lantiossa tapahtunut horisontaalitasoon kiertyminen jatkuu. Heilahtavan jalan puolella tapahtuu myös sagittaalitasossa kiertymistä posteoriseen rotaatiosuuntaan. Vaiheen lopussa iso pakaralihas (gluteus maximus) ja takareiden lihakset painavat jalan tiukasti alustaan. Nilkkanivel pysyy dorsaalifleksiossa säären etuosan lihasten (tibialis anterior) avulla. Loppuheilahdusvaihe päättyy jalan osuessa alustaan. (Sandström – Ahonen 2011: 307-308.)

3 Kävelyanalyysi

Kävelyn arvioinnin tavoitteena on selvittää asiakkaan kävely ja siinä mahdollisesti ilmevät muutokset verrattuna niin sanottuun normaaliin kävelyyn (Saarikoski 2004: 210). Kävelyanalyysin avulla usein pyritään määrittämään poikkeavuudet normaalikävelyn mallista, jolloin voidaan arvioida patologisen kävelyn tyyppiä ja tasoa. Kävelyn arviointi auttaa fysioterapia-, apuväline- ja leikkaustarpeen arvioinnissa ja se mahdollistaa niiden tuloksellisuuden ja vaikuttavuuden arvioinnin. Lääketieteellistä diagnoosia varmistettaessa kävelyanalyysistä voi olla apua. Todennäköisesti analyysin tekeminen motivoi sekä kuntoutettavaa että koko kuntoutustiimiä. (Haapalainen – Hautala – Perttunen – Vilponen 2002: 64-65.)

Kävelyn havainnointi on haastavaa, koska samanaikaisesti tapahtuu monensuuntaisia liikkeitä paljon. Perusedellytys hyvälle havainnolle on kävelyn vaiheiden tunnistaminen. (Sandström – Ahonen 2011: 322.) Kävelyssä tapahtuvien muutosten havainnointi vaatii niin sanotun normaalin kävelyn biomekaniikan hallintaa. Lisäksi tutkivan henkilön pitää tietää eri jalkaterän asentopoikkeamiin liittyvät kompensatiot ja niiden aiheuttamat pehmytkudosmuutokset sekä pystyasennon ja siinä tapahtuvien muutosten taustateoriat. Kyseiset tiedot auttavat erottamaan normaalin ja patologisen toiminnan. (Saarikoski 2004: 211.)

Yksinkertaisimmillaan kävelyanalyysin voi toteuttaa onnistuneesti pienessä tilassa ilman erikoisia välineitä. Kävelyn arvioinnissa on kaksi vaihetta. Ensin tehdään staattinen biomekaaninen tutkimus alaraajat suurimmaksi osaksi kuormittamattomina eli avoimessa kineettisessä ketjussa. Siinä tutkitaan määrällisiä muutoksia alaraajojen nivelten liikelaajuuksissa ja toiminnassa. Dynaamisessa tutkimuksessa hyödynnetään staattisen tutkimuksen tuloksia. Alaraajat kuormitettuna eli suljetussa kineettisessä ketjussa kohdennetaan huomio aikaisemmin havaittuihin muutoksiin ja niiden mahdollisiin ilmenemisiin myös suljetussa kineettisessä ketjussa. (Saarikoski 2004: 210-211.)

Käytännössä kävelyn arviointi alkaa asiakkaan kutsunnasta odotustilasta hoituhuoneeseen. Terapeutti havainnoi asiakkaan tuoilta nousua ja kävelyä, jolloin hän voi saada arvokasta tietoa, koska asiakas kävelee luonnollisesti tietämättä terapeutin tekemistä havainnoista. Staattisen tutkimuksen jälkeen dynaamisen tutkimuksen aikana asiakas-

ta ohjataan kävelemään hänelle sopivaa vauhtia, kädet heiluen ja katse eteenpäin suunnattuna tilassa, joka on vähintään 6m pitkä ja 1,1m leveä, tasainen alue tai vaihtoehtoisesti kävelymatto, joka mahtuu pieneenkin tilaan. Tutkittavaa opastetaan etukäteen pukeutumaan shortseihin ja vartaloa myötäilevään paitaan, mitkä helpottavat asiantuntijan työtä. Terapeutti tekee havainnot edestä, takaa ja sivulta. (Saarikoski 2004: 212-218) Kävelyn vaiheiden analysointi on helpompaa jos tarkkailija kiinnittää katseensa ensin vain jompaankumpaan puoleen, yhteen raajaan tai yhden raajan osaan (Sandström – Ahonen 2011: 322).

Havainnoiden tapahtuva kävelynarviointi on nopea suorittaa eikä ennakkovalmisteluja tarvita. Kokematon terapeutti kykenee näkemään esimerkiksi yksittäisen askelvaiheen puuttumisen tai siinä esiintyvän poikkeavuuden. Kokeneempi terapeutti osaa yhdistellä yksittäisiä havaintoja osaksi kehon suljettua liikeketjua. Havainnoinnin heikkoutena on se, että osa havainnoitavasta tiedosta on laadullista ja subjektiivista, jolloin arviota on vaikea kirjata ja käyttää myöhemmin vertailukohtana. Silmien rajallisen havainnointikapasiteetin takia asiakas voi joutua kävelemään kauan, jotta kaikki muuttujat saadaan arvioitua. Asiakkaan kokemana kipua, väsymys ja sairaudet voivat muuttaa asiakkaan kävelyä jo hetkessä, mikä vähentää havaintojen luotettavuutta. (Saarikoski 2004: 210-212.)

Pelkkä havainnointi ei aina riitä vaan halutaan tarkkaa ja eksaktia tietoa liikkuvan ihmisen biomekaanisista muuttujista. Kliinistä silmää ei voi korvata, mutta tekniikan ja materiaalien kehittyminen on tuonut havainnoinnin avuksi käyttöön soveltuvia laitteita ja menetelmiä. (Haapalainen ym. 2002: 52.) Nykypäivänä kävelyn analysoinnissa käytetään kameroiden lisäksi muun muassa voimalevyantureita, kontaktimattoja, elektrogoniometriaa ja elektromyografiaa (Haapalainen ym. 2002: 57-62; Sandström – Ahonen 2011: 322). Seuraavissa kappaleissa käsitellään opinnäytetyölle keskeisiä kävelynanalyysimenetelmiä.

3.1 Jalkapohjaan kohdistuvan paineen mittaaminen

Nykypäivänä pystytään tutkimaan jalkaterän toimintaa liikkeessä ja mittaamaan jalkapohjaan kohdistuvaa painetta tarkasti. Jalkapohjan kuormituksen jakautumisen selvittäminen antaa tietoa jalan rakenteesta ja toiminnasta. (Haapalainen 2002: 70.) Kuormituksen mittaaminen helpottaa asiantuntijoiden työtä. Analyysin avulla voidaan kehittää diagnoosin tekemistä ja helpottaa apuvälineen valintaa. Apuvälineen soveltuvuus pys-

tytään dokumentoimaan ja osoittamaan paremmin, mikä voi vaikuttaa myös asiakkaan motivaatioon suunnattomasti. (Haapalainen 2002: 70; Manual medilogic 2012: 8; Medilogic insole 2013.)

Jalan pohjaan kohdistuvaan paineen mittaamiseen on kehitelty erilaisia jalkapohjan painejakaumia mittaavia pohjallisia ja levyjä. Yksinkertaisimmillaan jalkapohjan painetarkastelu voidaan suorittaa vahvalla lasilevyllä, jonka päällä tutkittava seisoo tai kävelee. Lasilevyn alle sijoitettavan peilin avulla näkymää voi tarkastella ja tarvittaessa videoida. Lasilevyn avulla ei pystytä erottelemaan paineen suuruutta, mutta se kertoo mitkä jalanpohjan osat ovat kontaktissa alustaan. Pysyvämpää dokumenttia varten voidaan kävellä paperin päällä jalanpohjat värjättyinä. Optiseen tarkasteluun perustuva pedobarografi on asteen kehittyneempi laite, joka kykenee erottelemaan paineen määrää suhteellisesti, mutta ei kvantitatiivisesti. Kyseisessä menetelmässä ohut valo heijastava kalvo laitetaan lasilevyn päälle. Kävelyn aiheuttaman paineen vaikutuksesta kalvo kääntyy, joka aiheuttaa heijastumien tummuuksien muuttumisen paineiden suuruuksien mukaan. Tarkkaa numeerista arvoa voidaan mitata kahdella eri painesensorilaitteistolla. Jalan pohjan ja lattian välistä painetta mitataan lattialle asetettavalla litteällä levyllä (engl. flat-plate system), joka toimii voimalevyn tavoin. Mittaustilanteessa tutkittava kävelee levyn yli keskittäen yhden askeleen levyllä. Pohjallissysteemissä paineanturit sisältävä pohjallinen voi sijaita tutkimuksen tarkastelutavasta riippuen paljaan jalan ja lattian välissä, jalan ja kengän sisäpohjan välissä tai kengän pohjan ja lattian välissä. (Kauranen – Nurkka 2010: 399-400; Kirtley 2006: 99.)

Jalanpohjan kuormitusmittauksia tehdessä on muistettava, että kivut ja sairaudet sekä kävelynopeus vaikuttavat saatuihin tuloksiin (Perry – Burnfield 2010: 467; Whittle 2007: 152). Yleensä ihminen välttelee kivuliaan kohdan kuormittamista. Näin ollen alue, jossa on ollut ennen korkeaa painetta saattaa näyttäytyä matalan paineen alueena kivun esiintymisen jälkeen. Kuitenkaan aina ei käy näin. Jalkaterän ollessa tunnoton, kuten diabeteksen aiheuttamassa neuropatiassa, paine voi olla todella korkea ilman kivun tuntemusta, mikä johtaa haavautumiin ja painaumiin. Kyseisessä tilanteessa korkeat paineet saadaan tallennettua. (Whittle 2007: 152.) Mukavan tuntuiseen kävelyvauhtiin (80m/min) verrattuna hitaassa kävelyssä (57m/min) kannan-, iso- ja pikkuvarpaiden sekä mediaali- ja keskimetatarsaalien maksimipaine laskee huomattavasti. Rivakammin käveltäessä (97m/min) kantaan ja isovarpaaseen kohdistuva paine kasvaa merkittävästi. Paljain varpain käveltäessä kannan ja keskimetatarsaalien paine on korkeampi verrattuna jalkineiden kanssa käveltäessä. (Perry – Burnfield 2010: 467.)

Medilogic-pohjalliset mittaavat jalan pohjaan kohdistuvaa painetta kengän sisällä. Mittaukseen tarvitaan kaksi pohjallista, joita on saatavana koossa 19/20-49/50 sekä yksilöllisesti teetettynä. Pohjallisissa on niiden koosta ja muodosta riippuen korkeintaan 240 SSR sensoria, jotka mittaavat jalkapohjiin kohdistuvan paineen jakautumista. Pohjallisista lähtevät johdot yhdistetään kevyeseen langattomaan lähettimeen, joka asetetaan tutkimushenkilön selkään vyön avulla. Lähetin lähettää tiedot radioaaltoin modeemille, joka kytketään kiinni tietokoneeseen. Ohjelmiston maksimimittausvirhe on +/- 5% FSO. Laite pitää kalibroida kerran viidessä vuodessa tai 5000 askeleen jälkeen. Pohjallisia on syytä käsitellä varoen. Pistemäinen paine ja taittaminen saattavat vahingoittaa pohjallisia. (Medilogic insole 2013; Manual medilogic 2012: 7-66.)

Jalan pohjaan kohdistuvan paineen mittauksen aloittaessa on valittava sopivan kokoiset pohjalliset asiakkaan kenkiin. Liian suuret tai pienet pohjalliset aiheuttavat epärealistisia tuloksia. Asiakkaan annetaan totutella mittaustilanteeseen hetki ennen ensimmäistä nauhoitusta, jotta kävely olisi mahdollisimman normaalia. Pohjallismittauksessa tulisi tavoitella 13–15 askeleen keskeytymätöntä sarjaa. Tällöin esimerkiksi sattunainen sipsutus ei ylikorostu mittauksessa, jolloin mittausta ei tarvitse hylätä myöhemmässä arvioinnissa. Medilogic:n maksimaalinen tallennusaika on 60 sekuntia (Manual medilogic 2012: 13-61.) Langattoman tiedonsiirron avulla ohjelma näyttää painekuvat jo mittauksen aikana tietokoneenruudulla (Medilogic insole 2013). Mittauksia ei tarvitse analysoida heti vaan ne voidaan tallentaa asiakkaan kansioon ja kovalevyille, jolloin niitä voi arvioida myöhemmin sekä vertailla keskenään. Tarvittaessa yksilölliset grafiikat on helppo tulostaa. (Manual medilogic 2012: 9)

Mittauksen jälkeen tallennusta voi katsoa nopeutettuna, normaalivauhtisena sekä hidastettuna. Tallennusta voi myös rajata. Mittaustuloksia voi tarkastella viidestä eri näkymästä. Isobar-näkymä esittää samansuuruisen painearvon saaneet kohdat samavärisinä. Sensori-näkymä esittää yksittäiseen sensoriin kohdistuneen paineen määrän numeraalisesti ja värein. 3D-näkymää voi katsoa kolmesta eri kuvakulmasta. Näkymä osoittaa sensoriin kohdistuvan paineen pystysuorassa ulottuvuudessa eli x-akselilla. Kaikissa näkymissä värit korreloivat näkymän alapuolella sijaitsevan väriasteikon arvoja. Maksimipaine tulisi säätää väriasteikon yläpuolelta, jotta eripainoisten henkilöiden maksimipaine näkyisi tummanpunaisena näkymissä. Muutos ei vaihda tallennettuja paineen arvoja vain optimoi näkymän värit johdonmukaisiksi. (Manual medilogic 2012: 24-28.)

Medilogic-pohjallisohjelmiston päänäytöllä sijaitsee toimintoja, joista havainnoi nopeasti eri kaavoin laskettuja painearvoja.

- Maximun Pressure Evaluation: Jokaisen sensorin mittaama maksimipaine mittauksen aikana.
- Average Evaluation: Jokaiseen sensoriin kohdistuvan paineen keskiarvo koko mittauksen ajalta.
- Momentun Evaluation (IMP): Ottaa huomioon sensoriin kohdistuvan paineen ja sen ajallisen keston. Näyttää alueet, joihin ei kohdistu painepiikkejä, mutta kuormittuu ajallisesti paljon keskimääräisellä paineella.
- Gait Line Evaluation: Esittää jokaisen askeleen paineakeskipisteen etenemisen kävelyn aikana.
- Cyclogram Evaluation: Esittää koko vartalon paineakeskipisteen etenemisen kävelyn aikana. Näyttäytyy yleensä perhos-kuviona, jolloin kävely on symmetristä. (Manual medilogic 2012: 22.)

Ohjelmiston valikosta voi valita kävelyn parametrit tarjoavan toiminnon. Taulukossa on laskettu muun muassa arvoja paineen jakautumisesta jalkaterän eri osien välillä ja kävelyn symmetrisyydestä sekä verrattu kyseisiä arvoja viitearvoihin. Viitearvot perustuvat 164 henkilön 800:n testikävelyyn. Vihreä väri kertoo asiakkaan olevan lähellä viitearvoja, keltainen tarkoittaa pientä heittoa ja punainen väri kuvastaa merkittävää poikkeamaa viiteravoista. Lisäksi ohjelmistolla voi vertailla kahta mittausta rinnakkain (Manual medilogic 2012: 23-46.)

3.2 Nivelkulmien mittaaminen kävelyn aikana

Liikeanalyysilaitteistoja käytetään, kun halutaan tarkkaa kvantitatiivista tietoa kehon ja sen osien välisistä liikkeistä tasapainomittauksissa, kävelyanalysoinneissa, nivelkulmamittauksissa, perusliikkumisissa sekä liikunta- ja urheilusuoritusten analysoinnissa. Laitteistoja käytetään pääasiassa tutkimustoiminnassa sillä mittausaineistojen digitalisointi ja analysointi ovat aikaa vieviä prosesseja. (Kauranen – Nurkka 2010: 372-373.) Opinnäytetyössämme keskitymme nivelkulmien mittaamiseen videoinnin avulla, mikä on edullinen, helppo ja nopea tapa tehdä mittauksia (Levine – Richards – Whittle 2012: 92).

Videokuvantaminen korjaa paljain silmin tehtävän kävelyanalyysiin kaksi puutetta. Videointi mahdollistaa pysyvän tallenteen saannin dvd:lle, muistikortille tai suoraan tieto-

koneelle sekä auttaa havainnoimaan nopeasti tapahtuvia liikkeitä. Lisäksi kuvaaminen vähentää analyysiin tarvittavien kävelyiden määrää, mahdollistaa tallenteen näyttämisen tutkittavalle, jolloin henkilö itse näkee oman kävelynsä sekä tekee kävelyn analyysin opettamisen helpommaksi. Videon avulla tutkiminen ei ole objektiivinen tapa tutkia, koska se ei tarjoa sellaisenaan numeraalista tietoa. Kuitenkin se antaa pysyvän tallenteen, mikä voi olla arvokas sekä tutkijoille että tutkittavalle esimerkiksi havainnollistamalla tapahtuneen kehityksen. (Levine ym. 2012: 85.)

Monet kävelyanalyysilaboratoriot tallentavat videotiedoston suoraan tietokoneelle, jossa voi olla liikeanalyysiohjelma tai kinemaattinen kävelynanalyysiohjelma riippuen käytettävien videokameroiden määrästä. Tarjolla on kaupallisia ohjelmia, joiden avulla tietokoneen ruudulta voi laskea nivelkulmia. Mittaustulokset ovat kuitenkin herkkiä virheille, koska nivelkulmaa tulisi katsoa täsmälleen oikeasta kulmasta. Tästä huolimatta joidakin sagittaali- ja frontaalitason nivelkulmia voi laskea. (Levine ym. 2012: 86.)

Kinemaattinen tutkimus voidaan suorittaa joko kaksi tai kolmeulotteisesti. Kolmiulotteinen mittaaminen vaatii vähintään kaksi kameraa. Paremmiin varustelluissa kävelylaboratorioissa on yleensä vähintään 6-10 kameraa. Yksinkertaisin kineettinen tutkimus voidaan suorittaa yhdellä kameralla ilman kalibrointia. (Kauranen – Nurkka 2010: 392; Levine ym. 2012: 91.)

Yleensä muutamaa kameraa käytettäessä kamerat asetetaan sivulle kuvaamaan sagittaalitason liikkeitä ja eteen tallentamaan frontaalitason tapahtumia. Kameroiden asentamista katseen korkeudelle tulisi välttää eikä tutkittava saisi nähdä monitoria kävelyn aikana, jotta häiriötekijöitä olisi mahdollisimman vähän etenkin lapsille. (Levine ym. 2012: 86.) Kamera tulee sijoittaa mitattavan niveltason korkeudelle sekä mahdollisimman kauas kuvattavasta mittauskohteesta linssin kaarevuudesta johtuvan mittausvääristymän eliminoimiseksi (Kauranen – Nurkka 2010:372; Levine ym. 2012: 91). Kuvasta nivelkulmia mitattaessa kolmeulotteinen kuva on muutettu kaksiulotteiseksi, joten kaikki nivelkulmat, joita ei ole mitattu oikeasta tasosta tulisi jättää huomioimatta (Levine ym. 2012: 91).

Analyysin tekoa helpottaa tutkittavan henkilön anatomisten merkkien korostaminen, vaikka käytettäisiinkin pelkkää videokuvaan perustuvaa analyysiä. Nivelet ja muut analyysin kannalta oleelliset kohdat kannattaa esimerkiksi piirtää iholle tussilla tai meikkynällä. (Levine 2012: 86; Kauranen – Nurkka 2010: 375.) Yleisempi tapa on käyttää

heijastavia markkereita, joita on erilaisia ja -kokoisia. Markkereita laittaessa kannattaa enemmän kiinnittää heijastinpisteitä liikaa kuin liian vähän. Markkereita piirtäessä tai kiinnittäessä pitää olla täsmällinen, koska anatomisista maamerkeistä poikkeavat ja heiluvat merkit vääristävät oleellisesti mittaustuloksia. (Kauranen – Nurkka 2010: 376.)

Liikeanalysointimittausten suurimpana ongelmana on vakioituneiden mittaus- ja analysointimenetelmien puuttuminen. Tästä johtuen liikkeistä ja analysoinneista puuttuvat viitearvot, joihin tuloksia voisi verrata. Nivelkulmien ja niiden muutoksien määrittelyssä tulosten vaihtelevuutta lisää markkerien paikkojen erilaiset asetelutavat. Lisäksi liikkeet, esimerkiksi juoksu tai kävely, voidaan suorittaa hyvin vaihtelevilla nopeuksilla, mikä aiheuttaa suurta variaatioita samankaltaisten mitattavien liikkeiden välillä. (Kauranen – Nurkka 2010: 379.)

TEMPLO-ohjelmiston avulla liikeanalyysivideoita voi tallentaa ja analysoida. TEMPLOlla on mahdollista luoda yksilöllisiä mittausmenetelmiä erilaisiin urheilulajeihin ja mittaustilanteisiin, mikä parantaa laitteiston soveltuvuutta käyttäjälle. Lisäksi ohjelmistoon voi liittää eri ohjelmia ja lisälaitteita, kuten voimalevyn ja Medilogic-ohjelmiston, kuten Metropolia Ammattikorkeakoulun kävelylaboratoriossa on tehty. (TEMPLO General motion analysis 2013.)

TEMPLO Motion analysis –ohjelmiston tietokantaan tallentuvat kaikki asiakastiedot sekä mittausten tallenteet. Asiakastietojen tarkistaminen sekä olemassa olevien mittausten katseleminen on helppoa. Uuden asiakkaan lisääminen vie vain hetken ennen kuin voi aloittaa videoinnin. Ohjelmistolla videointi on helppoa sillä riippumatta kameroiden määrästä ja paikoista ohjelmisto automaattisesti synkronoi tallenteet ja tallentaa ne. (TEMPLO General motion analysis 2013.) Videotallenteiden pituutta on mahdollista muokata jälkikäteen. Analysointinäkylässä voi käyttää työkaluja, joiden avulla on mahdollista mitata etäisyyksiä, laskea nivelkulmia ja seurata ennalta valittuja seurantapisteitä markkereiden avulla. Lisäksi analysointinäkylässä voi toistaa kahta videota päällekkäin osittain läpinäkyvinä, toistaa useampaa videota samaan aikaan ja lisätä reaaliaikaisen voimavektorin videoon. (Kaikkonen – Katajisto – Saarinen – Uhoonen 2013.) Analyysien tekemisessä voi käyttää valmista raporttipohjaa, johon voi liittää tärkeitä kuvia tai tilanteita sekä kirjoittaa kommentteja. TEMPLO Motion analysis –ohjelmistolla voi polttaa CD-playerin tutkimuksesta, jonka avulla mittauksia voi katsoa ja analysoida jälkikäteen kävelyanalyysilaboratorion ulkopuolella. (TEMPLO General motion analysis 2013.)

4 Pohjalliset

Työkäisistä suomalaisista kolmasosa kokee jalkakipuja päivittäin. Kipu vääristää kehon normaaleja liikeratoja, kun ihminen pyrkii varomaan kipua tuottamia asentoja. Muuttuneen liikeketjun takia nivelten asennot ja lihasten toiminnot muuttuvat. Pitkittyessään tästä voi aiheutua lihaskireyksistä johtuvia virheasentoja, kuten yleistä kantaluun yli-pronaatiota. Naisilla päkiäkivut ovat tyypillisimpiä jalkavaivoja, joiden syynä ovat usein huonot jalkineet. Yleisiä vaivoja työkäisillä ovat myös lattajalka, erilaiset kantakivut sekä nilkan ja säären kivut. (Saarikoski – Stolt – Liukkonen 2010: 265-266.)

Pohjallisiksi luetaan kaikki kengän sisään asetettavat jalkaterän apuvälineet (Ahonen – Kantola – Liukkonen 2004: 400). Niitä on tarjolla monenlaisia ja niiden toiminnalliset tavoitteet vaihtelevat erittäin paljon. Pohjallisten tavoitteena ei ole aina muuttaa jalan toimintaa, vaan niillä voidaan myös tasata jalan kuormitusta tai ne voivat toimia vain iskunvaimentimena. (Haapalainen ym. 1998: 395.) Esimerkiksi huopapohjalliset lämmittävät ja pitävät jalat kuivina, kun taas tukipohjalliset voivat korjata jalkaterän rakenteellisia poikkeamia. Pohjalliset voidaan jakaa niiden tavoitteiden, valmistustavan ja käytettyjen materiaalien mukaan. (Ahonen ym. 2004: 400.)

Pohjalliset jaetaan **materiaalityypin** mukaan pehmeisiin, keskikoviin ja koviin pohjallisiin (Haapalainen ym. 1998: 399). Kovuutta kuvataan shore-luvulla, joka kertoo materiaalin pehmeuden. Pehmeät jalkaortoosit ovat shore-luvultaan alle 45, puolikovat 45-70 ja kovat yli 70. (Ahonen ym. 2004: 403-404.) Pehmeitä pohjallisia voidaan käyttää iskunvaimentimena esimerkiksi kovapohjaisissa turvakengissä tai jos työskennellään kovilla alustoilla. Pehmeitä pohjallisia käytetään myös usein diabetes-asiakkailta ja jalan rasvapatjan ohentumisessa. Jalan asennon korjaamiseen niistä ei kuitenkaan pehmeytensä ansiosta ole. Puolikovat pohjalliset ovat yleisimmin käytettyjä tukipohjallisia. Ne ovat riittävän jäykkiä korjaamaan jalkaterän asentoa ja samalla myös miellyttäviä käyttää. Kovia pohjallisia käytetään, kun vaaditaan suurta ja tehokasta biomekaanista korjausta. Nykypäivänä materiaalina käytetään usein hiilikuitua tai kovia muoveja. (Owings – Botek 2013: 299; Ahonen ym. 2004: 403-404.)

Valmistustavan perusteella pohjalliset jaetaan tehdasvalmisteisiin, kiila-, puolivalmisteisiin pohjallisiin. Näiden lisäksi muita kategorioita ovat pohjalliset, joiden muotti on otettu

valmistusmateriaaliin suoraan jalasta, vaahtolaatikkomitanotolla ja ”kipsikenkä”-mitanotolla. **Toiminnallisen tavoitteen mukainen jako** kertoo mitä pohjallisella haetaan. Pohjalliset jaetaan tavoitteiden mukaan iskua vaimentaviin, keventäviin, ohjaaviin, biomekaanisesti muuttaviin, osittain immobilisoiviin ja täysin immobilisoiviin pohjallisiin. (Haapalainen ym. 1998: 395.) **Jalkaterapian alueella ortopediset tukipohjalliset** jaetaan vielä pikapohjallisiin, elementtipohjallisiin sekä kipsimallin perusteella valmistettuihin tukipohjallisiin (Ahonen ym. 2004: 404).

Apuvälinetekniikassa pohjalliset jaetaan usein vielä accomodatiivisiin- ja korrektiivisiin tukipohjallisiin, sekä korotuspohjallisiin. Accomodatiiviset tukipohjalliset pyrkivät tasaamaan painetta ja jalan kuormitusta. Ne valmistetaan pehmeistä materiaaleista ja soveltuvat hyvin esimerkiksi reumatikoille ja diabeetikoille. Korrektiiviset tukipohjalliset ohjaavat jalkaterän toimintaa ja tukevat sen asentoa. Korrektiivisiä tukipohjallisia käytetään korjaamaan jalkaterän virheasentoja ja ne ovat materiaaleiltaan accomodatiivisia tukipohjallisia jäykempiä. Korotuspohjallisia käytetään alaraajojen pituuseron korjaamisessa. (Suomen Ortotiikka & Protetiikka n.d.)

5 Tapaustutkimus

5.1 Opinnäytetyön eteneminen

Opinnäytetyömme lähti liikkeelle yhteisestä mielenkiinnosta tukipohjallisiin ja kävelyn-analyysiin. Opiskeluidemme aikana olemme tutustuneet Metropolia Ammattikorkeakoulun kävelylaboratorioon, jota halusimme hyödyntää opinnäytetyössämme. Toivoimme työn kehittävän ammatillista osaamistamme sekä auttavan tulevassa työelämässämme. Aloitimme aiheen pohdinnan jo toisena opiskeluvuotenumme keväällä 2012. Vaikka aihealue oli rajattu molempia kiinnostavan ja riittävän tarkasti rajatun idean löytäminen osoittautui melkein mahdottomaksi.

Tammikuun 2013 järjestettävää ideaseminaaria ennen keksimme useita vaihtoehtoja opinnäytetyön aiheeksi, mutta mikään ei noussut yli muiden. Esitimme yhden ideoistamme. Kokemamme epävarmuuden tunne työn onnistumista kohtaan sekä opettajilta ja oppilailta saadun palautteen perusteella muokkasimme aihetta seuraavan kuukauden aikana. Aihe pysyi edelleen pohjallisissa ja kävelyn analyysissä, mutta tutkimuksen näkökulma ja tutkimuskysymykset muotoutuivat kokonaan uudellaisiksi.

Opinnäytetyön tarkoituksen ja tavoitteiden täsmentymisen jälkeen keskityimme opinnäytetyöseminaarissa vaadittavien tekijöiden selvittämiseen; teoriaan, opinnäytetyön etenemisen aikataulutukseen, tapaustutkimukseen ja tutkittavan henkilön etsimiseen sekä mittauksilanteen luomiseen. Saimme koottua tiedot huhtikuussa pidettyyn seminaariin, tosin vajavaisella teoriaosalla.

Tapaustutkimus lähti toden teolla liikkeelle huhtikuun alussa, jolloin keräsimme esitiedot tutkimushenkilöstä, otimme pohjallimitat, jota ennen suoritimme jalkojen tutkimisen. Jalkojen tutkimuksen suoritimme itse suunnittelemalla kaavakkeella, jossa hyödynsimme Staattinen biomekaaninen tutkimus -kaavaketta, Marttalan ja Kangasniemen tekemää opinnäytetyötä (2010) sekä jalkaterapian lehtorin Pekka Anttilan tiedonantoa (2013). Viikkoa myöhemmin teimme ensimmäiset mittaukset kävelylaboratoriossa ilman pohjallisia ja luovutimme valmistamamme ortopediset pohjalliset. Ortopediset pohjalliset valmistettiin sen hetkellä tietotaidollamme. Teimme vaahtolaatikkomittojen avulla puolikovasta materiaalista korrektiiviset pohjalliset. Toukokuun puolessa välissä

suoritimme toiset mittaukset tukipohjallisten kanssa. Viimeiset mittaukset urheilupohjalisten kanssa suoritettiin syyskuussa.

Syksyn aikana analysoimme kävelylaboratoriosta keräämämme tiedot ja täydensimme puuttuvia teoria osioita. Kirjoitimme tutkimustulokset sekä pohdinnan. Lopuksi kirjoitimme johdannon ja tiivistelmät sekä tarkistimme työn ulkoasun ja viitemerkinnät.

5.2 Tapaustutkimuksen henkilön valinta ja kuvaus

Tutkimuskysymysten kannalta ei ole oleellista, minkä takia tutkimushenkilöllä on pohjalliset, koska opinnäytetyön ideana on selvittää pystytäänkö koulun kävelyanalyysi laitteilla havainnoimaan jalkapohjaan kohdistuvan paineen ja nivelkulmien eroja. Halusimme kuitenkin tapaustutkimuksen henkilön kuvastavan mahdollisesti työelämässä eteen tulevaa pohjallisasiakaskuntaa.

Koulun pohjalliskurssilla sekä työharjoitteluissa on noussut esiin pes planus -jalat eli lattajalkojen tukeminen pohjallisilla. Lisäksi työharjoitteluissamme on ollut paljon diabetes- ja reuma-asiakkaita, joiden perusjalkaongelmia olisi mielenkiintoista liittää opinnäytetyöhömmme. Pohdimme kuitenkin mahdollista riskiä sairauden kulun ja tutkittavan hyvinvoinnin muutoksista, jotka saattaisivat muuttaa kävelyä ja siten vaikeuttaa tutkimustuloksien analysointia tai jopa estää mittaukset kokonaan. Riskin välttämiseksi päätimme valita tutkimushenkilöksemme perusterveen työikäisen henkilön, jolla on lattajalat.

Aikuisiän lattajalassa on matala tai olematon sisäkaari. Kantaluu kallistuu ulospäin, koska lihakset ja nivelsiteet ovat venyneet. Takaapäin katsottuna nilkat pullottavat sisäänpäin ja jalkaterän etuosa kääntyy ulospäin. Jalkapohjan kontaktipinta maahan on lisääntynyt. Kävelyn aikana jalkaterän toimintapoikkeama näkyy linttaan astumisena. Yleensä kipuja esiintyy sisäkaareissa, nilkoissa ja kantaluussa. Lisäksi lattajalka aiheuttaa jalkaterän etuosan vaivoja. (Saarikoski – Stolt – Liukkonen 2010: 296-297) Lattajalat voidaan jakaa toiminnallisiin ja jäykkiin (Frowen – O’Donnel – Lorimer – Burrow 2010: 67). Varpaille nousutestin avulla voidaan luokitella kumpaan ryhmään lattajalat kuuluvat. Toiminnallisen jalan sisäkaari kohoaa ja kantaluu suoristuu varpaille noustessa. Jäykän lattajalan sisäkaari ja kantaluun asento eivät muutu varpaille noustessa. Toiminnalliseen lattajalkaan tulisi valmistaa asentoa korjaavat tukipohjalliset, joiden tavoitteena on vähentää kantaluun kallistumista, edistää nilkkanivelen ympärillä olevien nivelsiteiden pysymistä oikeassa asennossa sekä auttaa nivelen oikean asennon tun-

nistamista. Jäykistyneeseen lattajalkaan tulisi valmistaa jalkaterää mukailevat, keven-
tävät ja pehmustavat pohjalliset. (Saarikoski ym. 2010: 292-297.)

Tutkimushenkilömme on perusterve 28-vuotias nainen, joka työskentelee opiskelun
ohessa. Sekä opiskelu että työ sisältää seisomista. Tutkimushenkilön pitkittäisholvikaa-
ret ovat laskeutuneet. Rasituksen aikana kipua esiintyy oikean jalan päkiässä, mo-
lemmissa pitkittäisholvikaarissa sekä polvien takana. Henkilöllä ei ole alaraajoihin
kohdistuneita traumoja. Hän on käyttänyt aikaisemminkin tukipohjallisia. Opinnäyte-
työmme alkututkimuksessamme arvioimme tutkimushenkilöllämme olevan toiminnalli-
set lattajalat.

5.3 Tapaustutkimuksen aineiston kerääminen

Pyrimme luomaan kolme mahdollisimman samankaltaista mittaustilannetta tapaustut-
kimuksessamme. Mittaukset suoritettiin 12.4.2013, 15.5.2013 ja 10.9.2013. Mittausten
välit ovat pitkät pohjallisten vaatiman totuttelun sekä työharjoittelun ja koulun kesälo-
man takia. Ensimmäiset mittaukset suoritettiin kenkien omilla sisäpohjilla saadaksem-
me vertailuarvot. Toisessa mittauksessa jalassa olivat ortopediset pohjalliset ja kol-
mannessa käytettiin urheilupohjallisia.

Suunnittelimme tutkimustilanteen vastaamaan mahdollisimman tarkasti tutkimuskysy-
myksiämme. Halusimme mitata alaraajojen nivelkulmia sekä jalkapohjaan kohdistuvat
pintapaineet kävelyn aikana. Suoritimme mittaukset Metropolia Ammattikorkeakoulun
kävelylaboratoriossa olevilla laitteilla. Nivelkulmien mittaaminen mahdollistui Templo-
ohjelmistolla ja Medilogic:n avulla pystyi tutkimaan jalkapohjaan kohdistuvat pintapai-
neet. Medilogic olisi mahdollista liittää yhteen Templon kanssa, jolloin pintapaineen ja
nivelkulman mittaukset olisi mahdollista suorittaa samaan aikaan. Emme kuitenkaan
mitanneet molempia mittauksia samaan aikaan, koska Templosta lähtevät johdot olisi-
vat olleet markkereiden tiellä. Lisäksi Templon mittausaika oli vain viisi sekuntia. Ha-
lusimme hyödyntää Medilogic:n pidempää mittausaikaa, jotta esimerkiksi horjahduksen
tai epätasaisen askeleen vaikutus tuloksiin ei olisi niin suuri. Mittaukset suoritettiin kä-
velymatolla, jotta saimme kävelyvauhdin sekä videokameroiden paikat vakioitua.

Ennen mittauksia tutkimushenkilö oli ohjattu pukeutumaan shortseihin sekä ottamaan
sellaiset kengät mukaan, joita hän normaalisti käyttää. Kengät olivat nahkaiset tennarit,
joiden vartta jouduttiin kääntämään hieman alemmas saadaksemme asetettua markke-
rit lateraalimalleolien päälle. Määritimme markkerien paikat lähteistä löytyvien ohjeiden

mukaan (Evans - Leung - Mak 1998; Marker placement and data collection 2012; Mittausprotokolla/Kävely n.d.). Teimme kaikki mittaukset samoilla kengillä. Ennen toista ja kolmatta mittausta tutkimushenkilö oli totuttanut kyseisillä mittauskerroilla käytettävään pohjallisiin kolmen viikon ajan.

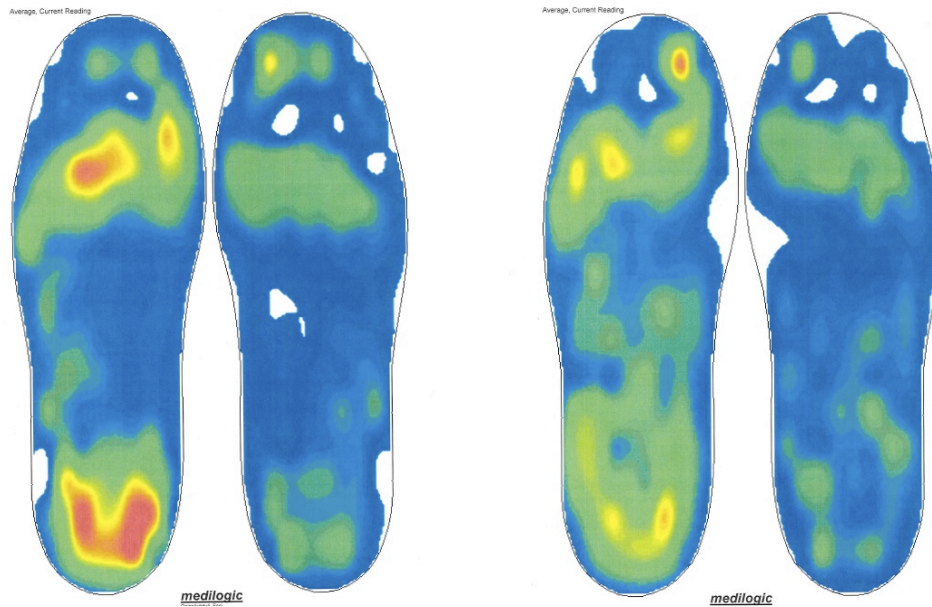


Kuvio 1. Markkereiden asettelu.

Itse mittaustilanteessa suoritimme ensin kävelyn videoinnin nivelkulmien mittaamiseksi, mitä varten asetimme markkerit. Sen jälkeen siirryimme pintapaineen mittaamiseen. Ensimmäisellä pintapaineen mittauskerralla valitsimme kenkiin parhaiten sopivat pohjallisanturit (koko 39-40). Henkilö sai itse määrittää kävelyvauhdin, joka oli 4,1 km/h. Jokaisessa mittauksessa kävelynopeus ja -matka sekä pohjallisantureiden koko pysyivät vakiona. Kävelymatka oli 20 metriä tasaisella vauhdilla kävelymatolla. Mittaustilanteessa ohjasimme tutkimushenkilöä kävelemään kävelymatolla mahdollisimman normaalisti. Ennen mittauksen nauhoitusta annoimme asiakkaalle aikaa totuttautua kävelymatolla kävelyyn. Otimme jokaisesta mittaustilanteesta kaksi nauhoitusta. Mikäli olisimme huomanneet kävelyä analysoidessa hetkittäistä epänormaaliutta, olisimme voineet valita toisen tallenteen.

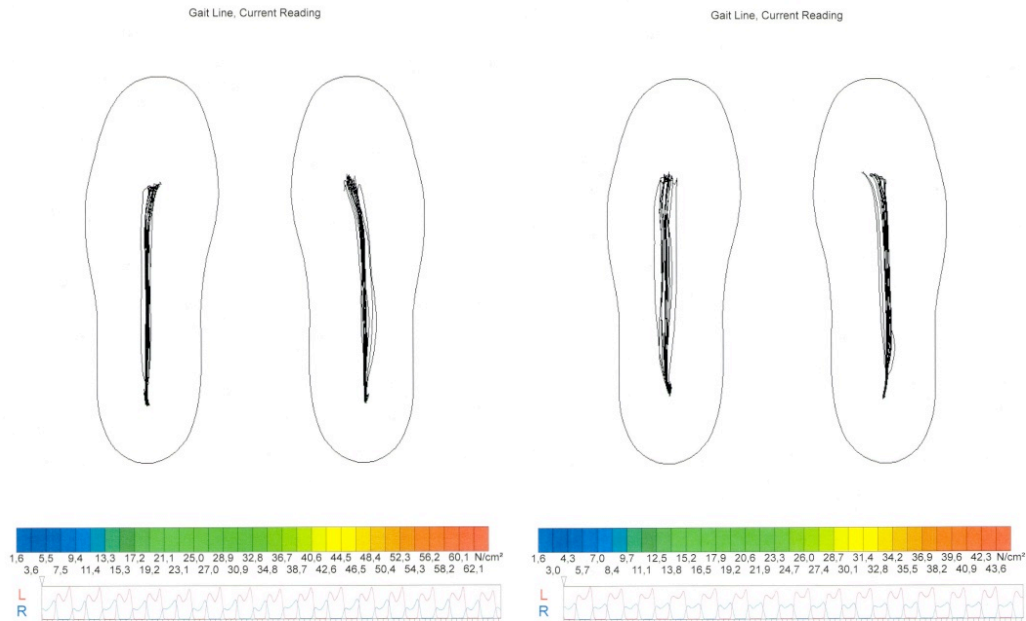
5.4 Tulokset

Medilogic-ohjelmistolla mitattavien jalan pintapaineiden avulla voidaan havaita eroja paineen jakautumisessa. Tutkimuksessamme vertasimme laitteistolla mitattuja tuloksia kävellessä ilman pohjallisia ja pohjallisten kanssa. Mittausten tuloksia tarkastellessamme keskityimme lähinnä pintapaineiden keskiarvoihin kävelyn aikana, askelluksen painekeskustien kulkuun ja kävelyn parametreihin.



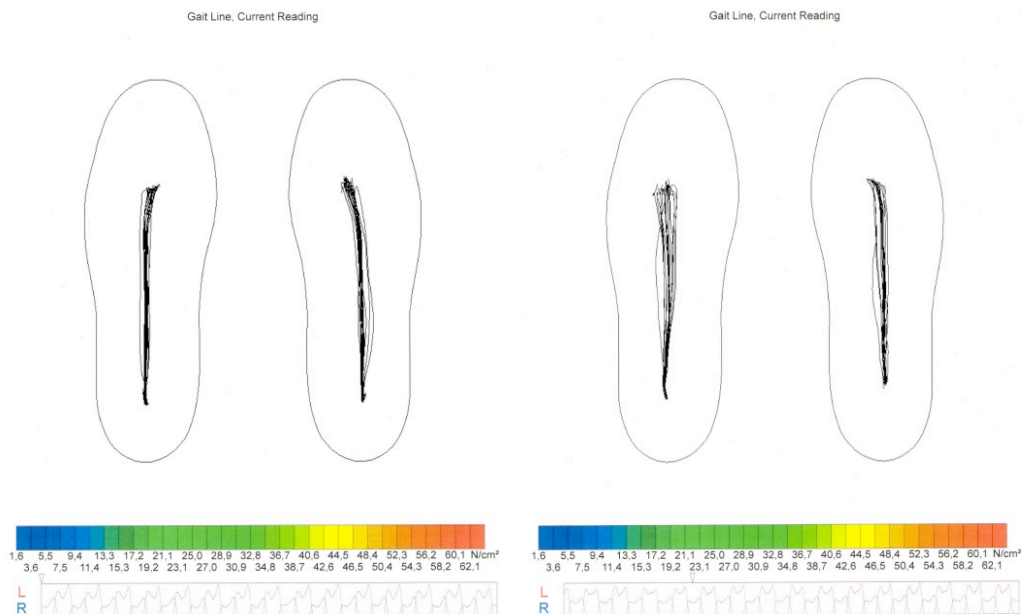
Kuvio 3. Pintapaineakeskiarvot ilman pohjallisia (vas.) ja ortopedisilla pohjallisilla (oik.).

Tarkastelimme paineakeskipisteen kulkua jakamalla kuvion kolmeen osaan, kantaiskuun, tukivaiheeseen ja varvastyöntöön. Jaottelu helpottaa kuvion analysointia. Paineakeskipisteen kulkua askeleen aikana urheilupohjallisilla ja ilman pohjallisia mitattaessa suurin ero näkyi vasemmassa jalassa. Urheilupohjallisella vasemman jalan tukivaiheessa ja varvastyönnössä oli huomattavasti enemmän hajontaa. Molemmissa jaloissa varvastyönnön aikana kuvio oli hajonnut enemmän urheilupohjallisella käveltäessä. Vasemmassa jalassa varvastyönnön aikana kuvio ei kääntynyt mediaalisesti, vaan suuntautui suuremmin eteen kuin ilman pohjallisia käveltäessä. Kantaiskun aikana molemmissa jaloissa varsinainen kantaisku oli tiivis, mutta urheilupohjallisissa kuvio suuntautui tämän jälkeen selvästi lateraalisesti. Oikean jalan tukivaiheen paineakeskipiste kulki hieman lateraalisemmin, mutta muuten kuvio oli hyvinkin samankaltainen molemmissa mittauksissa. (Kuvio 4.)



Kuvio 4. Painekekipisteen kulku ilman pohjallisia (vas.) ja urheilupohjallisilla (oik.).

Painekekipisteen kulku ortopedisilla pohjallisilla askeleen aikana poikkesi jonkin verran ilman pohjallisia kävelystä. Vasemmassa jalassa kantaiskun jälkeen kuvio suuntautui urheilupohjallisilla lateraalisesti, jonka jälkeen se hajosi enemmän kuin ilman pohjallisia käveltäessä. Kuvio kulki tukivaiheen aikana enemmän mediaalikaaren kautta. Varvastyönössä vasemman jalan kuvio oli huomattavasti harvempi, eikä se kääntynyt lopussa mediaalisesti. Oikeassa jalassa kuviot olivat muuten samankaltaisia, mutta varvastyönön aikana urheilupohjallisen kuvio ei kääntynyt yhtä paljon mediaalisesti kuin ilman pohjallisia käveltäessä. (Kuvio 5.)



Kuvio 5. Painekekipisteen kulku ilmanpohjallisia (vas.) ja ortopedisilla pohjallisilla (oik.).

Kävelyn parametreissa näkyi joitakin muutoksia urheilupohjallisilla kävellessä. Vasemmassa jalassa eroja näkyi huomattavasti oikeaa jalkaa enemmän. Kannan ja jalan keskiosan painelukemat olivat yleisesti pienempiä urheilupohjallisella vasemmassa jalassa. Myös kokonaispaine oli pienempi. Oikeassa jalassa muutokset olivat pienempiä, mutta molemmissa jaloissa tukivaiheen kesto piteni ja kävely muuttui symmetrisemmäksi urheilupohjallisilla. (Kuvio 6; kuvio 7.) Kävelyn parametreissa ortopedisilla pohjallisilla molemmissa jaloissa kannan ja etujalkaterän kuormitus oli pienentynyt, mutta keskijalkaterän paine kasvanut. Samalla jalkojen kuormituksen symmetria ortopedisilla pohjallisilla on selvästi parantunut. (Kuvio 6; kuvio 8.)



Kuvio 6. Kävelyn parametrit ilman pohjallista.

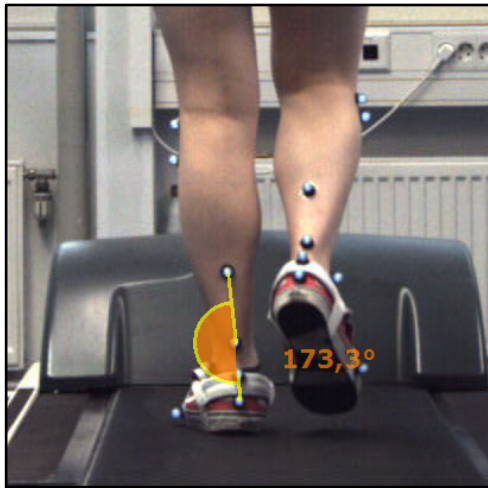


Kuvio 7. Kävelyn parametrit urheilupohjallisella.

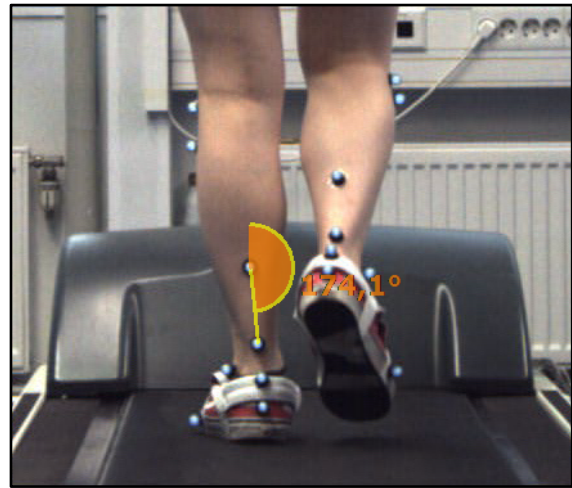


Kuvio 8. Kävelyn parametrit ortopedisilla pohjallisilla.

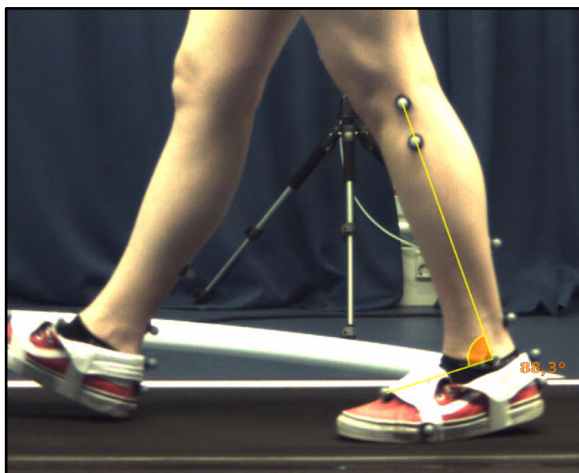
Templo-kävelyanalyysilaitteistolla vertasimme ortopedisten pohjallisten ja urheilupohjallisten tuloksia ilman pohjallisia mitattuihin nivelkulmiin. Mittasimme säären suhdetta kantaluuhun ja maahan keskitukivaiheen aikana. Määritimme myös nilkan asennon kannan irrotessa alustasta. (kuvio 9-11.) Nivelkulmien mittauksista saadut tulokset eivät ole luotettavia, koska videoita analysoidessa huomasimme markkereiden poikkeavan anatomisista maamerkeistä.



Kuvio 9. Säären suhde kantaluuhun



Kuvio 10. Säären suhde maahan



Kuvio 11. Nilkan nivelkulman mittaus

Säären suhde kantaluuhun ei juuri muuttunut mittauksissa urheilupohjallisella, mutta ortopedisella pohjallisella kantaluu suoristui kahdeksan astetta oikeassa jalassa. Vasemmassa jalassa ei tapahtunut merkittävää muutosta. Säären suhde maahan suoristui hieman ortopedisella pohjallisella kävellessä molemmissa jaloissa. Urheilupohjallisella oikeassa jalassa säären suhteessa maahan tapahtui suurenemistä. Vasemmassa jalassa ei tapahtunut muutosta. Ortopedisella pohjallisella nilkan nivelkulma suureni eli plantaarifleksio kasvoi oikeassa jalassa. Vasemmassa jalassa muutos oli päinvastai-

nen. Urheilupohjallisella oikeassa jalassa ei juurikaan tapahtunut muutosta nilkan nivelkulmassa. Vasemmassa jalassa nivelkulma pieneni eli nilkka dorsifleksoitui. (Kuvio 8.)

| Nivelkulmat | Säären suhde kantaluuhun (°) | | Säären suhde maahan (°) | | Nilkkakulma kannan irrotesa (°) | |
|--|------------------------------|-------|-------------------------|-------|---------------------------------|-------|
| | oikea | vasen | oikea | vasen | oikea | vasen |
| Ilman pohjallisia | 166,9 | 173 | 173,4 | 171,7 | 86,1 | 90 |
| Ortopedisilla pohjallisilla | 174,9 | 173,3 | 174,6 | 174,1 | 89,1 | 88,3 |
| muutos verrattuna ilman pohjallista mittaukseen: | 8 | 0,3 | 1,2 | 2,4 | 3 | -1,7 |
| Urheilupohjallisilla | 167,7 | 172,8 | 176,3 | 171,1 | 86,7 | 86,2 |
| muutos verrattuna ilman pohjallista mittaukseen: | 0,8 | -0,2 | 2,9 | -0,9 | 0,6 | -3,8 |

Kuvio 8. Nivelkulmien muutokset mitattuna Templo-laitteistolla.

5.5 Analyysi

Kävelyanalyysimittauksia tehdessä ilmeni sekä myönteisiä asioita että puutteita laitteistojen hyödynnettävyydestä pohjallisten soveltuvuuksia arvioitaessa. Medilogic-laitteisto, jolla mitataan jalkapohjaan kohdistuvaa painetta, osoittautui kohtuullisen helpoksi käyttää. Vaikka Templo-ohjelman käyttö oli sujuvaa, nivelkulmien mittaamiseen vaikuttavien seikkojen selvittäminen ja toteuttaminen oli haastavampaa. Molempien analyysilaitteistojen suurimmat ongelmat aiheutuivat mittaustilannetta suunniteltaessa ja mittauksen jälkeen, jolloin aloitimme analyysin teon.

Medilogic:n etuna ovat vähäiset esivalmistelut ennen mittausta. Jo mittauksen aikana voi tarkastella painekuvia, jotka ohjelmisto esittää selkeästi. Paineen esittäminen värien avulla havainnollistaa erinomaisesti pintapaineen erot. Tämä on tärkeää mikäli esimerkiksi pintapainetta tulisi keventää tietyltä alueelta. Painelevyyden verrattuna pohjallismenetelmällä on useita hyötyjä. Medilogic mittaa molemmat jalat samanaikaisesti ja mitattavia askeleita tulee useita, jolloin askeleiden keskiarvoja pystytään hyödyntämään. Lisäksi askelta ei tarvitse sovittaa paineen mittaustasolle, jolloin askel on normaalimpi. Ohjelmistoa voidaan hyödyntää kävelylaboratorion ulkopuolella esimerkiksi erilaisissa maastoissa ja harrastuksissa.

Mitattavaa henkilöä saattaa häiritä pintapainetta mittaavista pohjallisista lähtevät johdot, jotka kiinnittyvät vyötäröllä sijaitsevaan lähettimeen. Medilogic-ohjelmistoon kuuluu erikokoisia pohjallisia, mutta harvoin ne sopivat täydellisesti kenkään. Pohjallisen mahdollinen liikkuminen kengän sisällä ja sen vaikutus tuloksiin tulisi pitää mielessä. Medilogic:sta on mahdollista saada valtava määrä tietoa, joten tutkimustuloksia analysoidessa pitäisi kiinnittää huomiota mitkä arvot ovat oleellisia tutkimuksen kannalta ja mitä arvot kertovat. Esimerkiksi askeleen painekeskipisteen kulku ei kuvaa massakeskipisteen kulkua, kuten saattaisi helposti ajatella. Medilogic:n mittausten analysointia hankaloittaa, ettei mittaustiedostoa voi siirtää toiselle koneelle tarkasteltavaksi.

Nivelkulmien laskeminen Templo-ohjelmiston avulla on helppoa, kunhan tutkija on saanut suoritettua videoinnit oikein ja tietää mitä haluaa mitata. Ohjelma laskee automaattisesti nivelkulmat itse määriteltujen pisteiden välille. Nivelkulmien mittauksista saa havainnolliset kuvat, jotka voi liittää muun muassa kävelyanalyysiraporttiin. Analyysin tekoa helpottaa ladattava CD-player, jonka avulla levyille tallennettuja mittauksia voi tarkastella kävelylaboratorion ulkopuolella.

Pohjallisten soveltuvuutta mitattaessa halusimme mitata kantaluun suhdetta sääriluu-hun ja maahan. Tämä ei kuitenkaan onnistunut luotettavasti, koska kantaluun asennon määrittäminen kengät jalassa ei ole mahdollista. Laitoimme markkerit kenkään kiinni, mutta kantaluun asennon vaihtelua ei pysty havainnoimaan kengän sisällä, joten kantaluun asennon vaihteluita ei pystytty mittaamaan käyttämillämme menetelmillä. Lisäksi markkereitten paikoilleen asettaminen sekä kameroiden sijoittelu tuotti hankaluuksia. Templo-ohjelmiston avulla on mahdollista saada runsaasti tietoa. Tutkimuksen rajaus on tärkeää, ettei oleellinen tieto katoa massaan.

Medilogic-ohjelmisto soveltui hyvin pohjallisten soveltuvuuden arvioimiseen. Jalkapohjaan kohdittavaa painetta mitataan suoraan jalkapohjan ja pohjallisen välistä eikä esimerkiksi kengän ja maan välistä. Tarkkaa tietoa sai kohtuullisen helposti ja nopeasti. Tulokset ovat havainnollistettu värein, jolloin aloittelevankin analyysin tekijän on helppompaa saada niistä selkoa verrattuna pelkkiin numeraalisiin esityksiin. Nivelkulmien mittaaminen osoittautui erittäin haasteelliseksi. Alkuperäisenä tarkoituksena oli keskittyä tarkastelemaan kantaluun suhdetta sääreeseen ja maahan. Kyseiset mittaukset eivät onnistuneet, koska kantaluun asentoa ei pysty määrittämään kenkiä käytettäessä. Tapaustutkimuksemme teimme muita mittauksia. Pohjallisten soveltuvuutta tarkastellessa nilkan ja kantaluun asennon mittaus olisi tärkein, jota ei pystytty toteuttamaan

videoinnin ja markkereiden avulla. Pohjallisten soveltuvuutta arvioitaessa nivelkulmien mittaaminen ei anna oleellista lisätietoa.

6 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää miten kävelyanalyysilaitteistoa pystytään hyödyntämään pohjallisten soveltuvuuden mittaamiseen. Opinnäytetyön alussa rajasimme tapaustutkimuksemme tarkastelukohteeksi Templo- ja Medilogic-kävelyanalyysilaitteistot. Opimme laitteistojen toiminnan lisäksi paljon kävelystä ja kävelyanalyysin teosta. Kävelyanalyysin tekemisen vaikeus yllätti meidät. Vastaan tuleviin kysymyksiin ei löytynyt yksiselitteisiä vastauksia ja työmme aikana tekemämme päätökset vaikuttivat tutkimustuloksiin ja niiden hyödynnettävyyteen.

Templo-laitteistolla tehdyissä nivelkulmien mittauksissa markkereiden sijoittelu on erittäin tärkeää, sillä pienet erot saattavat vaikuttaa huomattavasti saatuihin mittauksiloksiin. Markkereiden oikeiden paikkojen löytäminen vaatii hyviä palpaatiotaitoja ja kokemusta markkereiden käytöstä. Huomasimme omissa mittauksissamme, että joidenkin anatomisten kohteiden löytäminen oli haastavaa. Vaikka markkereiden kohdat löytyisivätkin tarkasti ja niiden kiinnittäminen onnistuisi, tulisi muistaa etteivät ne ole koskaan tarkasti halutussa luisessa pisteessä. Tutkimushenkilön pehmytkudos liikkuu jatkuvasti luun päällä ja aiheuttaa vääristymää tuloksiin. Tekemissämme mittauksissa tutkimushenkilöllä oli lisäksi kengät jalassaan, mikä aiheutti lisähaasteita markkereiden sijoittelulle. Virhemarginaalin arvioiminen mittauksissa onkin vaikeaa. Käytimme mittauksissamme ylimääräisiä markkereita, sillä ensimmäisten mittausten aikana tutkimuksen pääpaino ei vielä ollut täysin selvillä. Halusimme jättää useampia vaihtoehtoja nivelkulmien mittaukselle. Pohjallisen aiheuttamat muutokset nivelkulmiin ovat todennäköisesti melko pieniä. Voidaankin miettiä kuinka paljon nivelkulmien mittaamisella ylipäätään saadaan luotettavaa tietoa pohjallisen aiheuttamista muutoksista jos virhemarginaali on suuri.

Mitatessamme nivelkulmia kameroiden sijoittelu oli tärkeää luotettavien tulosten saamisen kannalta. Pyrimme minimoimaan mahdolliset muuttujat sijoittelemalla kamerat täsmälleen samalla tavalla jokaiseen eri mittaustilanteeseen. Saamiamme nivelkulmia ei voida verrata viitearvoihin, sillä yksittäisen nivelkulman tarkka mittaaminen vaatii kameran sijoittamisen juuri samalle kohdalle kuin mitattava nivel. Mittauksistamme saatuja tuloksia voidaan kuitenkin verrata toisiinsa, sillä niistä saadaan selville mihin suun-

taan muutosta on tapahtunut. Mitään muita johtopäätöksiä saatujen lukujen perusteella ei voida tehdä.

Nivelkulmien mittauksesta tärkein saatava tieto olisi ollut kantaluun asennon vaihtelut. Sitä emme kuitenkaan pystyneet mittaamaan markkereiden avulla luotettavasti, sillä tutkimushenkilön kenkä peitti koko kantaluun ja osan akillesjänteestä. Kantaluun mittaamisesta saataisiin tärkeää tietoa erityisesti tapauksissa, joissa pohjallisella pyritään ohjaamaan kantaluun asentoa. Vaikka nivelkulmat onnistuttaisiin mittaamaan tarkasti, ei niistä saatava hyöty esimerkiksi apuvälineteknikolle ole ilmeinen. Ammattilainen näkee muutokset usein jo silmämääräisesti, eivätkä saadut mittaustulokset välttämättä tuo siihen mitään lisäarvoa. Voidaankin miettiä, mitä muuta hyötyä ammattihenkilö saa numeerisista tuloksista kuin välineen esittää tieteellisesti merkittäviä tuloksia. Jos ajatusta mietitään pohjallisen valmistamisen kannalta, voidaan hieman kärjistäenkin kysyä, miten ammattilainen siirtää mittauksista saadun tiedon pohjallisparin valmistukseen.

Medilogic-laitteistolla tehdyissä jalkaterän kuormituksen mittauksissa suurimpia haasteitamme oli löytää yhteys havaitun muutoksen ja sen syyn välillä. Medilogic tuottaa valtavan määrän tietoa pelkästään jalkaterän kuormituksesta ja ohjelmiston täydellinen hallitseminen vaatiikin paljon kokemusta laitteiston käytöstä ja ymmärrystä jalkaterän toiminnasta. On haasteellista löytää esimerkiksi tietty tekijä pohjallisesta, joka aiheuttaa muutoksen painekuvassa.

Painekeskkipisteen kulkua askeleen aikana esittävä kuvio vaatii myös osaamista tutkijalta luotettavan analyysin saamiseksi. Kuvion analysoimisessa pitää ottaa huomioon useita kuvioon vaikuttavia asioita. Kiilaukset vaikuttavat kuvioon eri tavoin. Jos esimerkiksi pohjallisen mediaalikaaren tuki on voimakas, saattaa se siirtää kuvion kulkua mediaalisesti askeleen keskitukivaiheen kohdalla. Myös pohjallisen materiaali on otettava huomioon. On haastavaa erotella johtuuko esimerkiksi askelluksen epävakaas pohjallisen pehmeystä vai itse rakenteesta. Pintapaineen muutoksia tarkasteltaessa haasteena on määrittää kuinka suuri paineen muutos on merkittävää. Myös painealueen koko ja sijainti, jolla painepiikki näkyy voi vaikuttaa siihen, kuinka suuri paineen muutos on huomioitava analyysissa.

Molemmilla analyysilaitteistoilla saadaan valtava määrä erilaista tietoa. Jotta tutkija saisi parhaan mahdollisen lopputuloksen, on tutkimus rajattava erittäin tarkkaan. Ellei-

vät tutkimuskysymykset ole selviä, olennaista tietoa on hankala erottaa epäoleellisesta. Ennen mittauksia onkin tehtävä selväksi mitä asioita halutaan selvittää.

Opinnäytetyöprosessimme muovautui sitä mukaa, kun perehdyimme aiheeseen enemmän. Näin jälkikäteen olisimme tehneet joitain asioita toisin. Teoriaosa olisi ollut hyvä kirjoittaa ennen mittauksien suunnittelua. Teorian tunteminen olisi antanut vanhemman pohjan tutkimuksen jatkolle. Olisimme myös tehneet mediaalikiilauksen valmistamaamme tukipohjalliseen. Opinnäytetyöprosessin aikana ammattitaitomme kehittyi paljon ja tärkeää kokemusta kävelyanalyysilaitteistosta karttui. Opinnäytetyön jälkeen voimme sanoa olevamme valmiimpia työelämään.

Opinnäytetyömme aikana heräsi ajatuksia mahdollisista jatkotutkimuksista. Olisi mielenkiintoista selvittää miten muut Metropolia Ammattikorkeakoulun kävelylaboratorion laitteet soveltuisivat pohjallisten tarkasteluun. Koska kantaluun asennon tutkiminen ei onnistunut tekemillämme mittauksilla olisikin hyvä selvittää miten kantaluun asennon muutoksia voitaisiin mitata pohjallisen kanssa. Lisäksi olisi mielenkiintoista tarkastella erilaisten pohjallisten toiminnallisuutta kävelylaboratorio-olosuhteissa.

Lähteet

Ahonen, Jarmo 2004. Kävely. Teoksessa Liukkonen, Irmeli – Saarikoski, Riitta (toim.): Jalat ja terveys. Helsinki: Duodecim.

Ahonen, Jarmo – Kantola, Matti – Liukkonen, Irmeli 2004. Ortoositerapian periaatteet. Teoksessa Liukkonen, Irmeli – Saarikoski, Riitta (toim.): Jalat ja terveys. Helsinki: Duodecim.

Anttila, Pekka 2013. Koulutusvastaava, lehtori. Metropolia Ammattikorkeakoulu, jalkaterapia. Helsinki. Suullinen tiedonanto 5.4.2013.

Evans, J.H. – Leung, A.K.L. – Mak, A.F.T 1998. Biomechanical gait evaluation of the immediate effect of orthotic treatment for flexible flat foot. *Prosthetics and Orthotics International*, 22. 25-34. Saatavilla myös sähköisesti osoitteessa: <http://oandplibrary.com/poi/pdf/1998_01_025.pdf>. Luettu 16.9.2013.

Frowen, Paul – O'Donnel, Maureen – Lorimer, Donald – Burrow, Gordon 2010. *Neale's Disorders Of The Foot Clinical Companion*. Edinburgh; New York: Churchill Livingstone.

Haapalainen, Jouni 2002. Biomekaaninen tutkimus. Teoksessa Ahonen, Jarmo (toim.): Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Lahti: VK-Kustannus Oy.

Haapalainen, Jouni – Hautala, Arto – Perttunen, Jarmo – Vilponen, Minna 2002. Biomekaaninen tutkimus. Teoksessa Ahonen, Jarmo (toim.): Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Lahti: VK-Kustannus Oy.

Kaikkonen, Antti – Katajisto, Taro – Saarinen, Minna – Uhoonen, Anu 2013. Templon ohjeet. Power Point –esitys. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysala.

Kangasniemi, Tanja – Marttala, Pipsa 2010. "Hoppa i låda" : Selvitys asiantuntijoiden perusteellisen tutkimuksen tavoista ennen tukipohjallismitanottoa. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysala. Apuvälinetekniikan koulutusohjelma.

Kauranen, Kari – Nurkka, Niina 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.

Kirtley, Chris 2006. *Clinical Gait Analysis*. Edinburgh: Elsevier.

Levine, David – Richards, Jim – Whittle, Michael W. 2012. *Whittle's Gait Analysis*. 5. painos. Edinburgh: Churchill Livingstone / Elsevier.

Manual medilogic 2012. Käyttöohjeet. T&T medilogic Medizintechnik GmbH 2013. Verkkodokumentti. <http://www.medilogic.com/uploads/media/medilogic_manual.pdf>. Luettu 18.4.2013.

Marker Placement and data collection: Practical session 1 2012. Luentomateriaali. Tukholma. Esmac, basic gait course.

Medilogic insole 2013. T&T medilogic Medizintechnik GmbH 2013. Verkkodokumentti. < <http://www.medilogic.com/en/products-human/footpressure-measurement/medilogic-insole/>>. Luettu 18.4.2013.

Mittausprotokolla/Kävely nd. Ohje. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Hyvinvointi- ja toimintakyky yksikkö. Liikeanalyysi.

Owings, Tammy M. – Botek, Georgeanne 2013. Design of Insoles. Teoksessa Goonetilleke, Ravindra S. (toim.): The Science of Footwear. Boca Raton, Fla.: Taylor & Francis.

Perry, Jaquelin – Burnfield, Judith M. 2010. Gait analysis: normal and pathological function. Thorofare, NJ: SLACK Incorporated.

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

Saarikoski, Riitta – Stolt, Minna – Liukkonen Irmeli 2010. Terveet jalat. 3. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim

Sandtröm, Marita – Ahonen Jarmo 2011. Liikkuva Ihminen –aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Lahti: VK-Kustannus Oy.

Staatinen biomekaaninen tutkimus 2008. Lomake. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Hyvinvointi ja toimintakyky. Jalkaterapian koulutusohjelma.

TEMPLO General motion analysis 2013. Contemplas. Verkkodokumentti. Päivitetty 1.7.2013. < http://www.contemplas.com/motion_analysis_software.aspx>. Luettu 21.10.2013

Tukipohjalliset. Suomen Ortotiikka & Protetiikka. Verkkosivu. <<http://www.fi-op.fi/fi/Tuotteista/Tukipohjalliset.html>> Luettu 4.11.2013.

Wittle, Mikael W. 2007. Gait analysis: an introduction. Edinburgh: Butterworth-Heinemann.