

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Fysioterapiakoulutus

Ville Kuusela  
Matias Rasi

JALKATERÄN ASENNON VAIKUTUKSET KUORMITUSTEKIJÖIHIN JA YH-  
DEN JALKATERÄSKANNERIN YHTÄLÄISYYKSIEN VERTAILU KLIINISIIN  
MITTAUSMENETELMIIN

Opinnäytetyö  
Lokakuu 2021



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Lokakuu 2021**  
**Fysioterapiakoulutus**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)

Ville Kuusela, Matias Rasi

Nimeke

Jalkaterän asennon vaikutukset kuormitustekijöihin ja yhden jalkateräskannerin yhtäläisyyksien vertailu kliinisiin mittausmenetelmiin

Toimeksiantaja

Smart sensor devices for rehabilitation and connected health project. (SENDoc)

Tiivistelmä

Jalkaterä kestää päivittäin monen kilometrien kävelyä ja tästä syntyvää kuormitusta. Jalkaterään vaikuttaa monet erilaiset kuormitustekijät, jotka voivat vaikuttaa jalkaterän asentoon. Nykypäivänä jalkaterän kuormitukseen liittyvien asioiden yksi vaihtoehtoinen hoitomuoto on yksilölliset kengät ja pohjalliset, joilla voi olla vaikutusta jalkaterän asennon muokkaamisessa ja tukemisessa.

Opinnäytetyön lähtökohtana oli selvittää yhtäläisyyksiä SieviScanner-jalkateräskannerin ja valittujen kliinisen tutkimisen keinojen tulosten välillä. Lisäksi opinnäytetyössä tarkasteltiin ja pohdittiin jalkaterän kuormitustekijöiden vaikutusta tuloksiin.

Opinnäytetyötä varten kerättiin kattava tietoperusta jalkaterän biomekaniikasta ja kuormitustekijöistä, joista lukija saa hyvän käsityksen kokonaisuudesta mittauksia varten. Opinnäytetyö toteutettiin määrällisenä tutkimuksena, johon osallistui 22 tutkittavaa. Osallistujilta tutkittiin jalkaterän asentoa SieviScannerilla, jonka jälkeen suoritettiin kliinisen tutkimisen testit: FPI-6, navicular drop, navicular height ja medial longitudinal arch angle.

Tuloksista saatiin selville yhteneväisyyksiä SieviScannerin ja kliinisten testien välillä. Tuloksista nousivat esiin myös kliinisten testien sisäiset eroavaisuudet.

Kieli

suomi

Sivuja 44

Liitteet 5

Liitesivumäärä 7

Asiasanat

jalkaterä, kuormitustekijät, kineettinen ketju, mittausmenetelmät



**THESIS**  
**October 2021**  
**Physiotherapy program**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Author (s)  
Ville Kuusela, Matias Rasi

Title  
Effects of foot position on load factors and comparison of clinical measurement methods and similarities of a single foot scanner.

Commissioned by  
Smart sensor devices for rehabilitation and connected health project. (SENDoc)

Abstract

The foot can withstand kilometers of walking and the resulting load every single day. The foot is affected by many different load factors that can affect the position of the foot. Nowadays issues related to the load on the foot are often handled with individual shoes and insoles, these can have an effect in shaping and supporting the position of the foot.

The starting point of the thesis was to find out the similarities between the SieviScanner foot scanner and the chosen clinical examination methods. In addition the thesis examined and pondered the effect of load factors of the foot on the results.

For the thesis a comprehensive data base on biomechanics, foot function and load factors were collected. The thesis was carried out as a quantitative study, in which 22 subjects participated. Participants were examined for foot position with SieviScanner, followed by clinical examination tests in the following order FPI-6, navicular drop, navicular height and medial longitudinal arch angle.

The results show similarities between the clinical tests and the scanner, however there are also differences in certain tests and differences within the clinical tests also emerged.

Language  
Finnish

Pages 44  
Appendices 5  
Pages of Appendices 7

Keywords  
foot, load factors, kinetic chain, measurement methods

## Sisältö

1 Johdanto.....	1
2 Alaraajan biomekaniikka.....	2
2.1 Kävely.....	2
2.2 Proprioseptiikka.....	4
2.3 Alaraajan kineettinen ketju.....	5
2.4 Jalkaterän pronaatio ja supinaatio .....	7
3 Jalkaterän kuormitukseen vaikuttavat tekijät.....	11
3.1 Painon jakautuminen.....	11
3.2 Jalkaterän asennon yhteys rasiuskiputiloihin.....	12
3.3 Fyysisen kuormituksen vaikutus alaraajoihin. ....	14
3.4 Kengät ja pohjalliset.....	15
4 Mittausprotokolla .....	18
4.1 Kliininen tutkiminen.....	18
4.2 Intra Class Correlation Coefficient (ICC) .....	18
4.3 Mittausmenelmät .....	19
4.4 SieviScanner .....	21
5 Opinnäytetyön prosessi .....	22
5.1 Opinnäytetyön tavoite ja tarkoitus.....	22
5.2 Tutkimusmenetelmä.....	22
5.3 Opinnäytetyön toteutus .....	23
5.4 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus.....	25
5.5 Opinnäytetyön tiedonhaku.....	27
6 Tulokset.....	28
6.1 Testien tulokset .....	28
6.2 Tulosten pohdinta.....	35
7 Pohdinta .....	37
7.1 Opinnäytetyön prosessi .....	37
7.2 Mittaukset.....	39
7.3 Jatkotutkimusehdotukset .....	40
Lähteet .....	41

## Liitteet

- Liite 1 Osallistujille lähetetty infokirje
- Liite 2 Suostusmuslomake
- Liite 3 Nilkan ja jalkaterän anatomia
- Liite 4 FPI-6 pisteytystaulukko
- Liite 5 Jalkaterän luokitustaulukko

## 1 Johdanto

Jalkaterä ja nilkka muodostuu 30 eri lihaksesta ja nivelestä, 26 luusta ja yli 100 nivelsiteestä. Tämä muodostaa siitä rakenteellisesti haastavan kokonaisuuden. (Hamill & Knutzen 2009, 223). Jalkaterä kestää päivittäin monen kilometrien kävelyä ja tästä syntyvää kuormitusta. Jalkaterä vaikuttaa kehon ylempiin niveliin kineettisen ketjun takia. Sillä on myös oma merkityksensä tasapainon ja pystyasennon hallintaan suljetun kineettisen ketjun avulla sekä reagoiden pieniinkin muutoksiin jalkaterän asennossa kontakti pinnalta saatavan tiedon avulla. (Jalkaterveys 2017, 72; Houghlum 2010, 256).

Nykypäivänä jalkaterän kuormitukseen liittyviä asioita hoidetaan monesti yksilöllisillä kengillä ja pohjallisilla. Näillä voi olla vaikutusta jalkaterän asennon muokkaamisessa, tukemisessa ja tarvittaessa estämään tiettyä liikettä. (Jalkaterveys 2017, 118–119; Terveet jalat 2016, 322). Hsiehin, Pengin & Leen (2018) tutkimuksen mukaan pohjallisilla on todettu olevan positiivinen vaikutus jalkaterään. Kuitenkin tieteellisiä tutkimuksia jalkaterän kuormituksesta on hyvinkin vähäisesti verrattuna sen tärkeyteen jokapäiväisen toiminnan kannalta.

Opinnäytetyön toimeksiantaja toimii SENDoc-hanke. Kohderyhmäksi muodostui 21 Karelia-ammattikorkeakoulun fysioterapeuttiopiskelijaa ja yksi henkilökunnan jäsen. Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella jalkaterän kuormitustekijöiden vaikutusta Sieviskannerin ja fysioterapian kliinisten menetelmien antamiin tuloksiin.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, millainen on SieviScannerin ja kliinisten tutkimismenetelmien tulosten välinen yhteneväisyys.

Opinnäytetyömme on tehty kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen menetelmiä käyttäen. Opinnäytetyössä saadut tulokset ovat esillä ja selitetty taulukkoina. Tutkimisessa käytetyt jalkaterän tutkimisen menetelmät ovat foot posture index 6, navicular drop, navicular height, medial longitudinal arch angle ja toimeksiantajalta saatu SieviScanner.

## 2 Alaraajan biomekaniikka

### 2.1 Kävely

Jalkaterä on ainutlaatuinen rakenne, joka toimii koko kehon perustana. Jalkaterä vaikuttaa kehon tasapainoon ja pystyasennon hallintaan suljetun kineettisen ketjun avulla. Jalkaterää pidetään ristiriitaisena rakenteena, sillä sen pitää päivittäin kestää monen kilometrien kävelyn, josta syntyy tuhansia kiloja kuormitusta. Toisaalta pienikin kenkään kuulumaton roska aiheuttaa epämiellyttävyyden tunnetta ja saa myös ihmisen kompensoimaan kävelyään. (Jalkaterveys 2017, 72.)

Jalkaterällä on tärkeä osuus kävelyssä. Jalkaterä osaa mukautua epätasaiseen alustaan riippumatta siitä, minkä muotoinen alusta on. Kävelyssä tukivaiheen lopussa jalkaterä muodostaa tukevan ponnahduslaudat, joka mahdollistaa alaraajojen normaalin kävelyn jatkamisen eteenpäin. Jalkaterä vaimentaa iskuja, joka syntyy ihmisen vaihdellessa kehon painopistettä alaraajojen välillä kävelyn aikana. Kävelyssä nilkan liikkeessä talocruraali (ylempi nilkkanivel) nivel mahdollistaa ainoastaan plantaarifleksion ja dorsifleksion (nilkan ojennus ja koukistus). Nämä ovat kävelyssä olennaiset liikesuunnat, koska ilman niitä kävely olisi mahdotonta. (Neumann 2017, 659.) Lähteiden mukaan kävelyyn tarvittava liikelaajuus olisi vähintään  $10^\circ$  dorsifleksiota ja  $15^\circ$  plantaarifleksiota. (Levangie & Norkin 2011, 447; Hoppenfeld 2013, 223).

Nilkan liikkeessä plantaari- ja dorsifleksio suunnassa, tapahtuu kävelyssä olennaiset vaiheet mistä tulee niin sanottu hyvän kävelyn piirteet. Kävelyssä tulisi olla kantaisku, seisomavaihe, työntövaihe, heilahdusvaihe ja sen tulisi päättyä taas kantaiskuun. (Neumann 2017, 659.)

Kirjallisuudessa normaaliksi todetussa kävelyssä painopisteen kulku menee kantapäähän ulkosyrjästä kohti isovarvasta. Painopisteen vaihtelu tapahtuu tukivaiheen aikana. Kävelyssä alaraajan kautta välittyy kehoon yhtä suuret voimat, kuin keho

tuottaa tukivaiheen aikana alustaan. Pienikin vaihtelu jalkaterän asennossa vaikuttaa painopisteeseen. Esimerkiksi jalkaterän ollessa pronaatiossa, se saa painopisteen kulkemaan huomattavasti mediaaliseen suuntaan jalkaterän sisäsyryjälle. Kävelynopeuden noustessa on havaittu, että painopisteen kulku ja kuormitus siirtyvät enemmän jalkaterän sisäsyryjälle. (Hertling & Kessler 2005, 581.)

Vastaanotettaessa kehon kuormaa kävelysyklin alkuvaiheessa nivelissä tapahtuvat seuraavat toiminnot. Ylempi nilkkanivel menee plantaarifleksioon. Alempi nilkkanivel menee pronaatioon ja jalkaterän mediaalikaari madaltuu. Tämä mahdollistaa jalkaterän toimivan iskunvaimentajana ja alaraaja pääsee kiertymään sisäänpäin sen joustavuuden takia. Keskitarsaal nivel avustaa alempaa nilkkaniveltä saavuttamaan tarvittavan pronaation tuottamalla inversio liikettä vastavoimana alustasta tulevalle voimalle. Kävelysyklin loppuvaiheessa ylempi nilkkanivel on dorsifleksiossa mahdollistaen nilkalle tukevan asennon kehon painon ollessa päällä. Tämä vaihtuu varvastyönön kautta nopeaksi plantaarifleksiksi. Alempi nilkkanivel siirtyy pronaatiosta varvastyönön kautta supinaatioon ja jalkaterän mediaalikaari nousee, tämä mahdollistaa alaraajan ulkokierron. Keskitarsaal nivel on eversiossa, jotta jalkaterän etu- ja keskiosa pysyisi kosketuksessa alustan kanssa varvastyöntöön asti. Kaikkien näiden nivelliikkeiden ansiosta jalkaterä pystyy vastaanottamaan kantaiskun ja tuottamaan varvastyönön kävelyssä. (Neumann 2017, 627.)

Kävelysykli on kahden peräkkäisen saman jalan kontaktin välistä aikaa ja siihen sisältyviä vaiheita. Syklin kokonaisajasta noin 60 % on tukivaihetta ja 40 % on heilahdusvaihetta. Tukivaiheessa viimeiset ja ensimmäiset noin 10 % on kaksois-tukivaihetta, jossa molemmat jalat ovat kiinni alustassa. Näitä tapahtuu tukivaiheen aikana kaksi kertaa ja yksilötukivaihetta tapahtuu vain kerran. Yksilötukivaiheessa koko kehon kuorma on yhden jalan varassa, kun vastakkainen alaraaja on heilahdusvaiheessa. Tukivaihe ja heilahdusvaihe voidaan vielä jakaa useampaan vaiheeseen. (Kiviranta & Järvinen 2012, 45–47.)

Suurimmalla osalla ihmisistä normaali kävelysykli alkaa oikean jalan ensikosketuksesta. Kantapää osuu yleensä ensimmäisenä alustaan, josta myös nimitys

kantaisku tulee. Tässä asiassa on myös erilaisia ihmisiä ja joillakin kävelysyklissä alustaan osuu ensimmäisenä päkiä tai jalkaterän ulkoreuna. Kuormitusvaiheessa, joka on seuraava syklin vaiheista, jalkaterä ottaa jarruttaen kehon kuorman edessä olevalle jalalle. Keskitukivaiheessa (kolmas vaihe) kehon paino siirretään tukipisteen yli, tähän vaiheeseen kuuluu myös yksilötukivaihe. Pääötöstukivaiheessa kehon kuorma on alustalla olevalla jalalla ja kuorma alkaa olla päkiällä, jolloin kantapää nousee maasta. Pääötöstukivaihe päättyy, kun heilahdusvaiheessa oleva toinen alaraaja ottaa kontaktin alustan kanssa. Tukivaiheen jälkeen varpaat irtoavat maasta ja heilahdusvaihe alkaa. Heilahdusvaihe jaetaan vielä kolmeen osaan: Alkuheilahdusvaiheessa lonkkanivelestä syntyy koukistus, jotta reisi ja loppujalka pääsee heilahtamaan eteenpäin. Keskiheilahdusvaiheeksi katsotaan vaihe, jolloin heilahdusvaiheessa oleva alaraaja ohittaa tukivaiheessa olevan alaraajan. Keskiheilahdusvaihe päättyy, kun alaraajan liike alkaa hidastua, jonka jälkeen tulee päätösheilahdusvaihe, jossa alaraaja valmistautuu kontaktiin alustan kanssa ja uusi kävelysykli alkaa. (Kiviranta & Järvinen 2012, 46–48.)

## 2.2 Proprioseptiikka

Proprioseptiikalla tarkoitetaan nivelen asennon tunnistamista. Proprioseptiikan avulla tunnistetaan nivelen passiiviset ja aktiiviset liikkeet. Proprioseptorit ovat affarenttejä eli tuovia hermoja, jotka vastaanottavat ja lähettävät saamiamme ärsykeitä. Proprioseptiikka on siis tärkeää oikeanlaisen liikkeen kannalta. Oikeanlainen liike muodostuu ketterydestä, tasapainosta ja koordinaatiosta. Näitä ominaisuuksia säätelee juuri proprioseptorit. Esimerkiksi tasapainossa, juoksemisessa, heittämisessä ja kaikenlaisessa tekemisessä saamme tietoa nivelten liikkeistä. Tasapainoa pidettäessä saamme ilman näköaistiakin tiedon missä asennossa nilkka on. Kaikki yllä mainitut mahdollistuu proprioseptisten hermojen avustuksella. (Houglum 2010, 256.)

Kehon distaaliset (kauimpana keskipistettä sijaitsevat) osat välittävät pääsääntöisesti tietoa liikkeestä. Ylhäältä tuleva tieto liittyy pään liikkeisiin, josta saadaan tietoa tasapainoelinten kautta sekä näön avulla visuaalista tietoa. Kaularangalla



on proprioseptiikan näkökulmasta tärkeä osuus visuaalisessa ja tasapainoelimen toiminnassa, antamalla ensimmäisenä tiedon kehon asennosta. Alhaalta maapinnasta tuleva tieto saadaan nilkan proprioseptoreiden kautta. Nilkan asennosta voidaan saada arvio kehomme painon keskipisteestä. Nilkka aistii kontaktipinnan kautta voiman, jota tuotamme sitä vasten, voiman sijainnin sekä tiedon tasapainon keskipisteestä. Tarvitsemme näitä kaikkia säilyttääksemme tasapainon. (Houglum 2010, 256.) Nilkan proprioseptoreiden tärkeydestä toimintakykymme kannalta kertoo hyvin se, miten herkästi nilkka reagoi tapahtuviin asennon muutoksiin. Arviolta 0,1 asteen muutokset nilkan asennossa pystyttäisiin tunnistamaan. (Jull, Moore, Falla, Lewis, McCarthy, Sterling & Khan 2015, 31).

Lisäksi saamme tietoa sensorisista reseptoreista kuten lihasspindelit, golgin jänne-elin sekä tuntoaistimukset ihosta, nivelissä ja jänteissä. Nämä reseptorit välittävät tietoa niveltemme asennosta. Nivelten reseptorit sijaitsevat nivelkapselin ja ympäröivien nivelsiteiden sidekudoksissa. Ruffinin päätteet suojaavat epästabilleja niveliä tunnistamalla nivelen ääriasentoja. Pacianin keräset reagoivat nivelen liikeradan nopeuden muutoksiin. Molemmat ruffinin päätteet sekä pacianin keräset reagoivat nivelessä tapahtuviin kipu- tai tulehdustiloihin. Tietoa välitetään ylöspäin aina aivoihin asti. Aivot yhdistävät saadun sensorisen tiedon ja valitsee oikeanlaisen motorisen toiminnan tiettyä tehtävää varten. (Jull ym. 2015, 43; Houglum 2010, 258–259.)

### **2.3 Alaraajan kineettinen ketju**

Kineettisen ketjun idea on peräisin rakennusosalta, jota alettiin myöhemmin soveltamaan ihmiskehoon. Idea perustuu siihen, että yhden nivelen liikkeellä on vaikutusta toisen nivelen liikkeisiin. Esimerkiksi jalkaterän ylipronaatio, jonka vaikutuksesta ylemmät rakenteet kiertyvät sisäänpäin. Ylipronaation takia tapahtuu säären sisäkierto, polven valgusasento (polvi sisäänpäin) ja lonkan sisäkierto. Kaikki asennot ja liikkeet vaativat voimien siirron eri nivelten välillä. Kaikki nämä voimien siirrot nivelten välillä ovat toisistaan riippuvaisia. (Neumann 2017, 619; Karandikar & Vargas 2011.)

Tietyn toiminnon suorittamiseen tarvittava segmentaalinen ketju on nimeltään kineettinen ketju, jonka mukaan voimat välittyvät kaikkien ketjussa olevien nivelten kautta. Kineettisen ketjun välillä liikkuvien voimien ollessa toisistaan riippuvaisia se tarkoittaa, että normaalista poikkeava liike tietyssä nivelessä voi aiheuttaa ylikuormitusta ketjun muissa osissa. Tämän takia on tärkeää, että ketjun kaikista nivelistä tulee oikea määrä liikettä ylikuormituksen vähentämiseksi muissa ketjussa sijaitsevilla nivelillä. (Watkins 2010, 346.)

Kineettinen ketju voidaan jakaa kahteen osaan, avoimeen ja suljettuun kineettiseen ketjuun. Avoimessa kineettisessä ketjussa liitokset mahdollistavat liikkeen, jossa distaalinen (kauimpana keskipistettävä sijaitseva) pää voi vapaasti liikkua ja proximaalinen (lähin keskipistettä sijaitseva) osa on fiksoituna. Esimerkkinä voi pitää polven extensiota (ojennus) istuen, jossa jalka ei ole kiinnitetty mihinkään ja on vapaa liikkumaan sekä lantio on fiksoituna penkkiin. Liikkeessä samanaikaisesti tapahtuvaa liikettä tulee sääriluuhun, reisiluu pysyy paikoillaan. Avoimen ketjun liikkeet mahdollistavat spesifisemmän liikkeen lihakseen ja niveleen. Avoimessa ketjussa ei ole muita lihaksia auttamassa liikettä vaan stabiloimassa sitä. (Karandikar & Vargas 2011.)

Suljettu kineettinen ketju on määritelty niin, että halutun lihasryhmään liittyvän ketjun distaaliseen osaan kohdistuu niin suuri vastus, jotta se ei pääse liikkeen aikana liikkumaan. Esimerkiksi kyykkyyntäessä jalat ovat fiksoituneena alustaan, jolloin paino jakauma on keskellä kehoa ja saamme agonistin (päävaikuttaja) ja antagonistin (vastavaikuttaja) tekemään yhteistyötä. (Karandikar & Vargas 2011.)

Houglum (2010) määrittelee kirjassaan suljetun kineettisen ketjun juoksua esimerkkinä käyttäen, jolloin ketjun distaalinen pää (jalat) kohtaa maasta tulevan vastuksen ja muu keho pääsee liikkumaan hetkellisesti fiksoituneen distaalisen pään yli. Suurimpana erona suljetun ja avoimen kineettisen ketjun liikkeiden välillä on siis distaalisen pään mahdollisuus liikkua avoimesti.

Kuvassa 1. esillä eri kuormituksen suuntia, joita tuki- ja liikuntaelimityöhön voi kohdistua. Esimerkiksi yli-pronaatioissa tapahtuvien ylempien rakenteiden sisäkierto

aiheuttaen ylimääräistä kuormitusta tuottaen tuki- ja liikuntaelimestöön kompresiota sekä kiertoa (yhdistetty kuormitus).



Kuva 1. Yleisimmät kuormituksen tai voimien suunnat. (mukailtu Neumann 2017)

## 2.4 Jalkaterän pronaatio ja supinaatio

Jalkaterässä tapahtuva pronaatio ja supinaatio ovat välttämättömiä liikkeitä normaalin kävelyn saavuttamiseksi. Liiallisesta pronaatiosta ja supinaatiosta tosin voi seurata komplikaatioita. Seuraavaksi esimerkkiä siitä, miten yli-pronatoitunut jalkaterän asento vaikuttaa alaraajoihin. Yli-pronatoituneessa jalkaterästä voi seurata kineettisen ketjun välityksellä paljon ylimääräistä kuormitusta koko alaraajojen pituudelta. Yli-pronaation takia tibia (sääriluu) ja fibula (pohjeluu) joutuu sisäkiertoon, sillä nämä rakenteet yrittävät kompensoida pronatoitunutta jalkaterää. Sisäänkiertyneiden tibian ja fibulan seuraksena polvinivelessä tapahtuu valgus asentoa eli polvet kääntyvät sisäänpäin ja polvinivelen lateraalireuna (ulko-reuna) joutuu normaalia raskaamman painolastin alle, koska paino ei jakaudu tasaisesti. Valgus asennon seurauksena myös femur (reisiluu) joutuu sisäkiertoon. Nämä kaikki johtavat kineettisen ketjun kautta lantiokoriin asti, jossa tapahtuu anteriorinen tiltti eli lantiokori kääntyy eteenpäin. (Neumann 2017, 619.)

Jalkaterän pronaatioasennossa (kuva 2) nilkkanivelen asento on painautunut sisäsyrylle sekä jalkapohjalla oleva paino ei ole jakautunut tasaisesti. Paino on jalkapohjan mediaali (sisempi puoli) reunalla enemmän. Pronaatioasento voidaan havaita, kun kantapää on eversio (keskiasennosta ulospäin) asennossa ja talus (telaluu) menee fleksioon (koukistuu) ja adduktioon (lähennys) eli telaluu on käytännössä siirtynyt hieman enemmän sisäänpäin. Tästä syystä holvikaari maldtuu ja yleensä liiallista pronaatiota kutsutaankin lättäjalaksi näistä syistä johtuen. (Kauranen 2018.)

Yli-pronaatiosta johtuva pes planus eli lättäjalka on jalkaterä tyyppi, jossa jalkaterään kohdistuvan voiman takia naviculare (veneluu) tippuu ja jalkapohja on tasaisesti alustassa kiinni. Syitä miksi lattajalka syntyy voi olla plantaarifaskian heikkous, ylivenyttyminen, repeytyminen, löystynyt nivelside, halvaantuminen, takimmaisesta sääriluun jänneen heikkous tai trauman seurauksena. (Neumann 2017, 616; Magee 2014, 911.)

Yli-pronaatiosta voi myös seurata jalkapohjan jännekalvon tulehdus (plantar fasciitis). Tämä jännekalvon tulehdus johtuu liiallisesta rasituksesta jalkapohjan alueelle. Jalkapohjan jännekalvon tulehdus voi johtua muun muassa akuutista venähdyksestä ylikuormituksen seurauksena. Mekaanisena syynä jännekalvon tulehdukselle on usein todettu liiallinen jalkaterän pronaatio, josta syntyy mikrorepeämiä jalkapohjan jännekalvon alueelle. (Hertling & Kessler 2005, 600–601.)

Lattajalka luokitellaan kahdeksi tyyppiä, joko se on jäykkä tai joustava. Jäykkä holvikaari on laskeutunut, vaikka siihen ei laitettaisikaan painoa päälle. Päinvasoin joustavassa jalkaterässä holvikaari laskeutuu vasta painoa laitettaessa päälle. Lattajalan luokiteltaessa jäykäksi se on usein syntymäperäinen eli siinä rakenteet ovat virheasennossa tai liittyneitä toisiinsa. Joustava on niin sanottu perinteinen lattajalka, jossa ongelma on rakenteiden heikkoudessa. (Neumann 2017, 617–618.)

Normaalia holvikaaren asentoa pitää yllä monet ligamentit (nivelsiteet). Calcaneonavicular ligamenttia (liite 3) pidetään kuitenkin tärkeimpänä holvikaaren stabilisaattorina (Levangie & Norkin 2011, 456). Calcaneonavicular ligamentti tukee

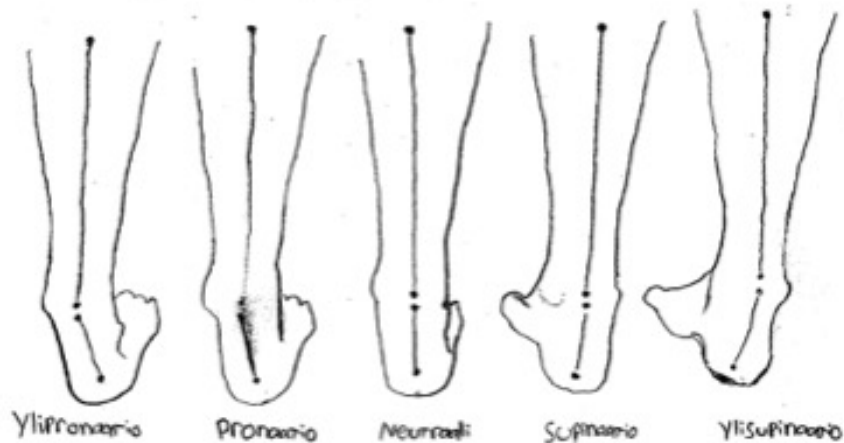
talusta estäen mediaali ja plantaari liikkeen tapahtumisen. Tämän ansiosta ligamentti antaa tuen holvikaaren pysymiseen normaalina. (Nordin & Frankel 2001, 236). Yhtenä tärkeimpänä mediaalisen holvikaaren korkeuden ylläpitäjänä pidetään tibialis posterior lihasta (liite 3). Tibialis posterior kiinnittyy naviculareen ja toimintojensa takia se pitää holvikaarta ylhäällä ja vähentää lättäjalan esiintyvyyttä (Kolhs-Gratzoulis, Angel, Singh, Haddad, Livingstone & Berry 2004).

Pronaatioasento on luonnollinen asento jalkaterässä. Pronaatio antaa jalkaterälle mahdollisuuden toimia ponnauslautana ja iskunvaimentimena kävelyn aikana. Liiallinen pronatio (ylipronaatio) voi kuitenkin tuoda poikkeavaisuuksia kineettisen ketjun kautta. (Neumann 2017, 627.) Pronaatiosta päinvastainen asento on supinaatio.

Supinaatioasennossa (kuva 2) nilkkanivel on painautunut ulkosyrjälle ja paino on näin ollen enemmän jalkapohjan lateraali (ulompi puoli) reunalla. Supinaatioasennon seurauksena kantapäässä havaitaan inversio asentoa. Jalkaterän asennossa tapahtuu joitain muutoksia, riippuen siitä onko siinä painoa päällä vai ei. Ilman painoa jalkaterän päällä, supinaatio asento mahdollistuu kantapään inversion lisäksi sen plantaarifleksioista ja adduktiosta. Painoa laitettaessa jalan päälle liikkeen mahdollistaa taluksen dorsifleksio ja abduktio (loitonuus). (Kauranen 2018; Levangie & Norkin 2011.)

Yli-supinaatiosta johtuva pes cavus eli kaarijalka on jalkaterätyypiltään korkea. Kaarijalkaa pidetään enemmän syntymäperäisenä ongelmana kuin muiden syiden aiheuttamana, kuten lihaksen tasapaino-ongelmat tai neurologiset ongelmat, jotka voivat vaikuttaa kaarijalan syntyyn. (Magee 2014, 910–911.)

Yli-supinoituneen jalkaterän seurauksena tibia ja fibula kääntyy ulkokiertoon, kompensoimaan jalkaterän liiallista supinaatiota. Tibian ja fibulan ulkokierrosta seuraa polvinivelen varus asento (polvi ulospäin), jolloin polvinivel kääntyy ulospäin ja polven mediaalireuna joutuu kehon painolastin alle. Varus virheasennon takia femur (reisiluu) kääntyy ulkokiertoon. Femurin ulkokierron takia myös lantiokori joutuu posterioriseen tiltiin eli lantiokori kääntyy taaksepäin. (Neumann 2017, 620–622.)



Kuva 2. Jalkaterän asentoja. (mukailtu Kauranen 2018)

Lihaksen tasapaino-ongelmissa syy löytyy agonisti-antagonisti-lihasryhmistä. Lihasen ollessa epätasapainossa toisiinsa nähden, toinen lihasryhmä ottaa heikon lihaksen työn käyttöön. Tässä tapauksessa anterior tibialiksen (liite 3) heikkouden vuoksi, työ on enemmän peroneal longus sekä peroneal brevis (liite 3) lihaksella, joka aiheuttaa plantaarifleksion viidenteen metatarsaaliin (varpaaseen). Tunnetummin kyseistä ongelmaa kutsutaan claw toes (vasaravarpaat) nimellä eli ensimmäisessä metatarsaalissa tapahtuu ekstensio liike varpaan distaaliosassa ja proximaaalisessa puolestaan fleksio. Tämä voidaan liittää kaarijalkaan. (Magee 2014, 905.)

Kaarijalka voi olla usein neurologisista syistä johtuva, perifeerisessä (ääreishermosto) neuropatiassa. Perifeerisessä neuropatiassa se vaikuttaa esimerkiksi jalan jänteisiin, vähentäen refleksien, motorista tai sensorista toimintaa. Nämä voivat myös puuttua kokonaan. Tämä voi aiheuttaa kaarijalan tai vasaravarpaiden synnyn. (Pareyson & Marchesi 2009, 654–667; Irobi, Dierick, Jordanova, Claeys, De Jonghe & Timmerman 2006, 131–146.)

### 3 Jalkaterän kuormitukseen vaikuttavat tekijät

#### 3.1 Painon jakautuminen

Kehon ollessa täysin suorana ikään kuin jäykkänä kokonaisuutena, painon keskipiste jakautuu arviolta toisen ristinikaman kohdalle anteriorisesti (etupuolelle) ristiluusta. Painon keskipiste vaihtelee kuitenkin henkilöillä anatomian mukaisesti. Painon jakautumisen määrä vaihtelee myös liikuteltaessa kehoamme eli vaihtaessa asentoa. Miten paljon painon keskipiste jakautuu, riippuu siitä missä asennossa kehomme on. Esimerkiksi nojattaessa eteenpäin pään, käsien ja lantion asennon muuttuessa painon keskipiste muuttuu kahden alkuperäisen keskipisteen väliin. Eli nojattaessa eteenpäin painon keskipiste sijaitsisi fyysisesti varalon ulkopuolella. (Levangie & Norkin 2011, 16–17.)

Pohjeluuhun kohdistuu seisoma-asennossa ihmisen kehon painosta noin 10 %:n kuormitus. Suurin osa kehon painosta kohdistuu sääriluuhun. Sääriluu laajenee jonkin verran kohti distaali päätä eli telaluuta kohden. Telaluu välittää kehonpainamme eteenpäin kolmeen eri suuntaan, posteriorisesti kantapäätä kohti, anteriorisesti ja mediaalisesti kohti holvikaarta sekä anteriorisesti ja lateraalisesti kohti ulkosyrjää. Tämä mahdollistaa sen, että paino jakautuu tasaisemmin nilkan ja jalkaterän alueella painoa siirrettäessä. Jalkaterän takaosa vastaanottaa kaksinkertaisen määrän kuormaa verrattuna jalkaterän etuosaan. Suurimmat kuormat mitä jalkaterän etuosaan kohdistuu tulevat toisen ja kolmannen metatarsaaliluiden distaalipäihin. (Neumann 2017, 596–598.)

Staattisessa seisoma-asennossa tai kävelyssä painon jakautumiseen voi vaikuttaa jalkaterän tyyppi ja rakenne. Edellä mainitut tekijät voivat vaikuttaa siihen, mihin kuormitusta tulee. Jalkaterän tyyppillä tarkoitetaan jalkaterän asentoa, missä asennossa jalkaterä on suhteessa keskilinjaukseen. Kävelyssä jalan ollessa lätätäjalka mallinen, kuormitusta esiintyy enemmän jalan sisäreunalla ja isovarpaassa. Korkeassa holvikaassa kuormitusta esiintyy jalan ulkoreunalla sekä kantapäässä. Neutraalissa asennossa oleva jalka kuormittuu tasaisemmin. (Buldt, Allan, Landorf & Menz 2018; Levangie ym. 2011, 470.)

### 3.2 Jalkaterän asennon yhteys rasituskiputiloihin

Jalkaterä on pieni, mutta monimutkainen rakenne suhteutettuna muuhun kehoon (liite 3). Se on jatkuvasti rasituksen alla esimerkiksi kävellessä. Tämän takia se on herkkä vammoille sekä yleisimmät kiputilat johtuvat sen rakenteellisista ja toiminnallisista muutoksista. (Terveyskirjasto 2021; Hamill & Knutzen 2009, 223.)

Jalkaterän pronaatioasennossa kineettisen ketjun mukaan ylemmissä osissa kuiten sääressä ja lonkassa tapahtuu sisäkierto. Supinaatio asennon seurauksena havaitaan aina reisiluuhun asti kineettisen ketjun välityksellä ulkokiertoa kompensoimaan supinaatio asentoa. (Levangie & Norkin 2012; Neumann 2017, 619; Karandikar ym. 2011.)

Levingerin, Murleyn, Bartonin, Cotchettin, McSweeneyn & Menzin (2010) tutkimuksessa lättäjälalla näyttäisi olevan vaikutusta kineettiseen ketjuun. Lättäjalan takia kantaluu ja telaluu osoittautuisi olevan enemmän sisäkierrossa verrattuna neutraalissa olevaan jalkaterään. Sisäkierron takia se näyttäisi vaikuttavan anatomiallisella yhteydellä myös sääriluuhun. Telaluu muodostaa ketjun jalkaterän takaosan, kantaluu ja telaluun kanssa mahdollistaen myös sisäkierron sääriluuhun. Kineettisen yhteyden takia lättäjalka saattaa lisätä rasitusvamman riskiä.

Myös reisiluun sisäkierrolla näyttäisi olevan vaikutusta kuormitustekijöihin, tässä tapauksessa patella-jänteen (polvilumpion alapuolella sijaitseva jänne) kuormitukseen. Tutkimuksessa käytettiin elottoman alaraajaa hyödyksi. Neutraaliin ja sisäkierrossa olevaan reisiluuhun syntyvää isometristä kuormitusta vertailtiin neljässä eri polven fleksio asteessa (30°, 60°, 90° ja 120°). Reisiluun ollessa neutraalissa asennossa ei tullut esille juurikaan mitään merkittäviä muutoksia. Puolestaan reisiluun sisäkierrossa 30 ja 60 asteen fleksiossa syntyi huomattavimmat eroavaisuudet kasvattaen patella-jänteen jännitystä ja kuormitusta. (Lee, Anzel, Bennett, Pang & Kim 1994.)



Tutkimuksessa, jossa haluttiin selvittää korkean holvikaaren vaikutusta jalkapohjan kuormituksen jakautumiseen, löydettiin yhteys alaraajojen rasitusvammoilla ja korkealla holvikaarella. Tutkimuksen mukaan yhteys löytyy siitä, että korkealla holvikaarella on pienempi kontaktipinta, joka on myös huomattavasti jäykempi ja täten ei pysty vastaanottamaan iskuja samalla tavalla kuin neutraali asentoinen jalkaterä. (Wozniacka, Oleksy, Jankowicz-Szymanska, Mika, Kielnar & Stolarczyk 2019.)

Korkean holvikaaren vaikutusta jalkaterän kuormituksen jakautumiseen tukee Xiongin, Goonetilleken, Witanan, Weerasinghen & Aun (2009) tutkimus, jossa oli 48 osallistujaa. Osallistujilla ei ollut edeltäviä alaraajojen traumoja. Osallistujilta mitattiin jalkaterän asentoa staattisessa seisoma-asennossa kuudella eri kliinisen tutkimisen menetelmällä. Tulosten mukaan jalkaterät luokiteltiin kolmeen eri kategoriaan: normaali holvikaari, korkea holvikaari ja matala holvikaari. Matalassa holvikaareissa on luonnollisesti pidempi kaari verrattuna normaalin ja korkeaan holvikaareen. Tuloksista ilmeni, ettei jalkaterän etuosassa tapahtunut merkittäviä muutoksia liittyen painon jakautumiseen. Muutokset osoittautuivat kuitenkin olevan enemmän jalkaterän mediaali ja takimmaisen osan välillä. Korkeassa holvikaareissa paino jakautui 17 % enemmän jalkaterän takimmaiseen osaan ja 11 % vähemmän mediaali osaan kuin matalassa holvikaareissa. Eli korkeassa holvikaareissa painon jakautuminen ja huippupaine oli korkeampi kantapäähän seudulla kuin keskikohdassa verrattuna matalaan holvikaareen. Matalassa holvikaareissa enemmän mediaali kohdassa kuin takimmaisessa osassa verrattuna korkeaan holvikaareen.

Buldtin, Forghanyn, Landorfin, Murleyn, Levingerin & Menzin (2018) tutkimuksessa oli 92 osallistujaa, jotka luokiteltiin neutraaliin jalkaterä ryhmään, pes planus (pronatoitunut) ryhmään tai pes cavus (supinoitunut) ryhmään ja heidän painonsa jakautumista vertailtiin kävelyn aikana. Yksi tutkimuksen merkittävimmistä löydöksistä liittyi pronatoituneen jalkaterän kävelysyklin päätöstukivaiheeseen, jossa huomattiin näkyvän vähäistä sivuttaissuuntaista voimaa verrattuna neutraaliin jalkaterään. Vähentyneen sivuttaissuunnan voiman takia pronatoitunut jalka pysyy päätöstukivaiheen aikana huomattavasti staattisempana. Jalan pysyessä jatkuvasti staattisena se lisää kuormittumisen riskiä enemmän.

### 3.3 Fyysisen kuormituksen vaikutus alaraajoihin.

Fyysisellä kuormituksella on vaikutusta alaraajojen kiputiloihin. Seisomatyössä ja raskaiden tavaroiden kantamisessa syntyy kuormitusta alaraajoihin. Kuormitus voi esiintyä kiputiloina, turvotuksena tai verenkierröllisenä häiriönä. (Messing, Tissot & Stock 2008.)

Kanadalaisen tutkimuksen mukaan suurin osa töissä tulevasta kuormituksesta, joka johtaa nilkan tai jalkaterän kiputiloihin on peräisin seisomatyöstä, jossa ei ole vaihtoehtoa istumiselle. Pienin riski nilkan ja jalkaterän kiputiloihin oli töissä, jossa saa säännöllisesti vaihdella istumisen ja seisomisen välillä. Liiallinen istuminen ilman vaihtoehtoa tehdä töitä seisten lisäsi riskiä jalkojen turvonneisuudelle ja verenkierröllisille häiriöille. (Messing ym. 2008; Harithasan, Baharudin & Paungmal 2017.)

Harithasanin ym. (2017) tutkimuksessa kannettiin painoa oikeassa kädessä ja verrattiin sen tuottamaa kuormitusta jaloille. Kuormitusta esiintyi molemmissa jalkaterissä, mutta luonnollisesti enemmän oikealla puolella. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että esimerkiksi töissä, jotka vaativat raskaiden tavaroiden kantamista, painoa tulee jalkateriin enemmän. Jos painoa on enemmän toisen käden varassa kuin molempien todetaan kuormituksen olevan isompi painon puoleisella jalkaterällä.

Saksalaisessa tutkimuksessa oli tutkittu kehon painon ja jalkaterään kohdistuvan kuorman jakautumista. Tutkimukseen oli osallistunut 416 henkilöä ja kehon painot vaihtelivat 50 kg ja 155 kg välillä. Vakavasti ylipainoisilla jalkaterän mediaalikaaren kuorma oli jopa kolminkertainen verrattuna normaali painoisiin henkilöihin. Tästä johtuen vakavasti ylipainoisilla oli huomattavasti enemmän poikkeavuuksia mediaalikaaren rakenteissa ja jalkapohjaan kohdistuvan kuorman jakautumisella, josta seurasi tasapainon heikentymiä ja kaatumisen riskin huomattavaa nousua. (Ohlendorf, Kerth, Osiander & Holzgreve 2020.)

Hillsin, Hennigin, Mcdonaldin & Bar-Orin (2001) tutkimuksessa tutkittiin ylipainon, sukupuolen ja pituuden vaikutuksia jalkaterän kuormaan. Tutkimuksessa ei löydetty huomattavaa merkitystä sukupuolella tai pituudella. Kehon painon näkökulmasta se puoltaa Ohlendorfin ym. (2020) tutkimusta, jossa kuorma jalkaterälle sairaalloisen ylipainoisilla oli kolminkertaistunut.

### 3.4 Kengät ja pohjalliset

Jalkaterän ongelmat voivat usein jäädä selkä- ja polvikipujen varjoon. Asiakkaalta ei välttämättä edes tutkita jalkateriä ja nilkkoja, jotka ovat koko kehon perustana. Pienikin kompensatio jalkaterien asennossa voi johtaa selkään asti yltävään kipuun. Tutkimusten mukaan yksi yleisimmistä kompensation syistä on kengät, naisilla tämä on yleisempää kuin miehillä. Tämä johtuu kenkävalinnoista mitä teemme. Esimerkiksi naisilla yleiset korkokengät ovat jalkaterän toiminnan kannalta erittäin huono valinta. Kenkien käyttö, joissa on korotettu kanta lisää riskiä nilkan nyrjähdysiin ja alaselkäkipuihin lyhentyneen akillesjänteen ja varpaille lisääntyneen painolastin kautta. (Jalkaterveys 2017; Hill, Gill, Menz & Taylor 2008.) Jalkaterien tutkiminen on siis tärkeässä asemassa, vaikka kyseinen kiputila tai ongelma ei ole jalkaterissä tai nilkassa.

Kengillä voi olla vaikutusta jalkaterän asennon muokkaamisessa. Jalkaterän keski- ja takaosaan vaikuttaa kengät, joissa kanta on korkeampi tai pohja paksumpi. Jalka voi joutua supinaatioon kantakosketuksen tapahtuessa, koska kosketuspinta on pieni, paino jakautuu ulkoterälle enemmän. Kengän kannan ollessa normaalia korkeampi, toimii kenkä ikään kuin ponnahduslautana. Jalkapohjan ja maan välille jää isompi väli, mikä tarkoittaa ulkoterältä keskijalalle tapahtuvassa siirtymisessä sitä, että liikevoima on isompi korkeakantaisen kengän takia. Jalkaterä voi seurauksena mennä liialliseen pronatioon. Korkeakantainen kenkä tai liian edessä oleva painopiste voi myös korostaa dorsifleksio suuntaan tulevaa liikettä, polven fleksiota, lantiokorin anteorista tilityä ja seurauksena tästä voi esiintyä lannerangan lordoosia. (Jalkaterveys 2017, 118–119.)

Jalkaterään voi vaikuttaa kenkien lesti eli leveys. Lesti voi olla kovera tai kapea. Koverassa lestissä kenkä on kapeampi distaaliosassa ja kapeassa lestissä taas kengän keskiosassa. Jalkaterän tullen alas alustalle sen rakenteet antavat hieman periksi mikä johtaa siihen, että leveys kasvaa. Kapea kenkä ei luonnollisesti mahdollista tätä leviämistä, jolloin kävely vaikeutuu, koska kosketus alustaan on kapeammalla pinta-alalla. Kapeakärkisten kenkien takia voi syntyä hallux valgus virheasentoa (isovarvas kääntynyt sisäänpäin). Kengän kärjen kapeuden takia isovarpaalla ei ole tilaa liikkua luonnollisesti ja se työntyy sisäänpäin. Lisäksi erilaiset kovettumat tai kiputilat ovat myös mahdollisia. Kengän ollessa liian pieni varpaat eivät pääse ojentumaan, vaan jäävät hieman koukkuun, josta terminä käytetään ”vasaravarpaita”. Yksittäistä hyvää kenkää ei ole olemassaakaan. Hyvä kenkä on sellainen, joka täyttää juuri tietyn henkilön spesifiset tarpeet. (Houglum 2010, 785; Jalkaterveys 2017, 120–121.) Myös pohjallisilla näyttäisi olevan vaikutusta jalkaterän asentoon ja toimintaan.

Pohjallisia on monenlaisia ja niitä voidaan käyttää nykypäivänä monenlaisiin eri ongelmiin. (Terveet jalat 2016, 322). Tukipohjalliset jaetaan kolmeen eri kategoriaan, jotka ovat pehmeät, puolikovat ja kovat pohjalliset. Lisäksi pohjallisia voi olla eri malleja. Perinteinen tukipohjallinen, kiilapohjallinen (pohjallinen, jonka pohjaan asetettu kiila), valmispohjalliset (pikapohjalliset) ja yksilölliset pohjalliset (jalkateriin muotoiltava pohjallinen), joiden välillä on joitakin eroja. Pohjallisten tehtävänä pääsääntöisesti riippuen ongelmasta on vaimentaa iskua, oikeanlaisen linjauksen saaminen, rasituksen vähentäminen ja tarvittaessa liikkeen estäminen tai rajoittaminen. (Ahonen 1998, 395; Saarikoski, Stolt, Väyrynen & Lepistö 2016, 322–323.)

Eri tutkimusten mukaan pohjallisilla todetaan olevan vaikutusta ihmisen liikkeen oikeaoppiseen malliin. Niiden on todettu vähentävän kiputiloja sekä parantavan kineettistä ketjua eli nivelten yhteistyötä. (Zhang, Yu, Liang, Zhu, Xiaopeng, Xi-ong, Pan & Sun 2018; Nakajima, Kakihana, Nakagawa, Mitomi, Hikita, Suzuki, Akai, Iwaya, Nakamura & Fukui 2008; Hsieh, Peng & Lee 2018.)

Lateraali ja mediaali kiilalla näyttäisi tutkimusten mukaan olevan merkitystä kiineettisen ketjun kautta liittyen polven kulmaan. Zhangin ym. (2018) tutkimuksessa tutkittiin kiilojen hyötyä polven nivelrikosta kärsiville ihmisille. Mediaali kiilalla saataisiin aikaan noin 6 % lisää adduktiomomenttia polveen. Adduktiomomentti painaa polvea varus asentoon. Varus asennossa kuormitus mediaali puolella polvea on suurempi ja voi lisätä polven nivelrikon riskiä (Jalkaterveys 2017, 547.) Lateraalipuolen kiilalla pystyttäisiin tutkimusten mukaan vähentämään kyseistä adduktiomomenttia polveen myös noin 6–7 % ja mediaali kiilaan verrattuna vähentämään varus asentoa. Liikkeen oikea oppinen malli todetaan paranevan lateraali kiilan avulla pohjallisessa. Lateraali kiila mahdollistaa luonnollisemman kävelyn. Kuitenkaan kiputilan lievittymiseen ei pystytty todistamaan, että onko se kiilan avulla vai placebo eli lume-efekti kivunlievittymiseen. (Zhang ym. 2018; Nakajima ym. 2008; Hsieh ym. 2018.)

Yksilöllisten pohjallisten käyttäminen tutkimusten mukaan vaikuttaa positiivisesti kiputiloihin ja sivuttaissuunnan tasapainon hallintaa. Tutkimuksessa (Tarrade, Doucet, Saint-Lo, Llari & Behr 2019) oli 34 seisomatyöntekijää, jotka kärsivät jalkakivuista. Ennen pohjallisten käyttöä osallistujilta kyseltiin kivusta ja pohjallisten mukavuudesta. Mittauksia tehtiin staattisesta tasapainosta sekä staattisesta ja dynaamisesta paineesta jalkapohjalle sensoriikan avulla, joka laitettiin osallistujoiden käyttämiin turvakenkiin. Heille tehtiin yksilölliset pohjalliset podologin (jalkaterapeutti) toimesta käyttämällä 3D- tulostettuja pohjallisia. Interventio kesti kolme viikkoa, jonka aikana tutkimukseen osallistujat käyttivät pohjallisia päivittäin työssä käyttämissään turvankengissään. Tulokset osoittivat jalkojen kiputilojen helpottuneen ja mukavuuden tunteen sekä tasapainon hallinnan parantuneen pohjallisten johdosta. Jalkapohjaan tuleva huippu paine laski kantapään kohdalla ja nousi jalkapohjan keskiosassa. Yksilöllisten pohjallisten muodon ansiosta huippu paine jakaantuu paremmin jalkapohjassa, jonka avulla tuntemus ja tuki holvikaareissa paranee siirrettäessä painoa. (Tarrade ym. 2019.)

Orlondon & Kingin (2004) tutkimuksessa vertailtiin linjasto työntekijöiden tunteuksia lihas väsymyksestä ja kivuista kolmella erilaisella pinnalla seisoen. Pinnan olivat puulattia, pehmeä matto ja pohjalliset. Jokaisella pinnalla oltiin yhden

kahdeksan tuntisen työpäivän ajan. Tutkimuksesta tuli myös esille, että pehmeämmillä pinnoilla koettu epämukavuuden tunne oli pienempi kuin mitä puulattialla. Pehmeä pinta koettiin mukavaksi sekä vähentävän jalkojen kuin myös yleistä väsymystä.

## **4 Mittausprotokolla**

### **4.1 Kliininen tutkiminen**

Kliininen tutkiminen tai päättely perustuu aina tietoon ja aisteihin. Hyvän anatomian ja fysiologian tuntemus on osa kliinisen tutkimisen perustaa eli tieto toimii pohjana kliiniselle päättelylle tai tutkimiselle. Teoria- ja tutkimustieto, ammattitaito sekä henkilökohtainen tieto ja osaaminen ovat osa kliinistä osaamista. Lisäksi myös aistit ovat merkittävänä osana kliinistä tutkimista. Opinnäytetyössä merkittävimmät aistit liittyen testien suorittamiseen oli tunto ja näkö aisti. Tunnolla eli kosketuksella havaitaan jalkaterästä luisia maamerkkejä ja puolestaan näön avulla voidaan havainnoida jalkaterän asentoa silmämääräisesti. Tutkijalla voi olla kliiniseen tutkimisen helpottavia apuvälineitä kuten mittanauha tai goniometri. Tutkimustekniikan oppiminen vaatii paljon toistoja ja aikaa. Tutkimustilanne voi olla haastava. Haastavuutta voidaan helpottaa rauhallisella tutkimustilalla ja häiriötekijät minimoiden. Tarvittava hyöty saadaan kliinisestä tutkimisesta esille, kun se suoritetaan huolellisesti ja perusteellisesti. Kliinisen tutkimisen tekijä tekee myös tarvittavat johtopäätökset selville saaduista asioista. (Hihhs-Jones 2008, 5; Saha 2009, 44; Saha 2013,47-55.)

### **4.2 Intra Class Correlation Coefficient (ICC)**

Luotettavuutta tarkasteltiin ICC:n (Intra Class Correlation Coefficient) mukaan, jossa arvot menevät 0–1 välillä. Alle 0,5 tulos lasketaan huonoksi, 0,5–0,75 on

keskinkertainen, 0,75–0,9 hyvä ja siitä ylöspäin erinomainen luotettavuus. Käytetyt menetelmät ovat olleet luotettavuudeltaan hyviä tai jopa erinomaisia. (Koo & Li 2016.)

### 4.3 Mittausmenelmät

**Foot posture index (FPI-6)** on jalkaterän kliiniseen tutkimiseen käytettävä työkalu. Siinä havainnoidaan kuutta eri jalkaterän rakennetta. FPI-6 pisteytystaulukko on näkyvillä liitteessä 4. Tarkoituksena on selvittää jalkaterän asentoa, onko se neutraalissa, pronaatiossa vai supinaatiossa. Tuloksen ollessa yli -4 puhutaan ylisupinaatiosta, -1 - -4 supinaatio asennosta. Tuloksen ollessa 0–5 kyseessä on neutraali jalkaterän asento, puolestaan +5–9 tuloksessa puhutaan pronaatiosta ja +10–12 ylipronaatiosta. Maksimaalinen pistemäärä on +- 12. Tutkittaessa henkilön jalkaterää on tärkeää, että henkilöllä on itselleen normaali seisoma-asento. Katse on suunnattuna eteenpäin (kiintopiste), jotta tasapaino säilyisi paremmin. Lisäksi tutkittavan tulisi olla katsomatta tai liikkumatta tutkimisen aikana, jottei se vaikuttaisi jalkaterän asentoon ja sitä kautta tuloksiin. (Redmond 2005; Morrison & Ferrari 2009.) Tutkimusten mukaan kyseinen menetelmä on luotettava ja kelvollinen jalkaterän asentoa tutkiessa. (Zuil-Escobar, Martínez-Cepa, Martín-Urrialde & Gómez-Conesa 2018; McLaughlin, Vaughan, Shanahan, Martin & Linger 2016; Oleksy, Mika, Lukomska-Gorny & Marchewka 2010; Langley, Cramp & Morrison 2016).

Langleyn ym. (2016) mukaan FPI-6 testin luotettavuus perustuu sen monitasoiisiin toimenpiteisiin. Siihen kuuluu useampi erilainen toimenpide, jolla katsotaan jalkaterän asentoa. Sen takia kyseinen testi on erittäin luotettava arvioidessa staattista jalkaterän asentoa. FPI-6 testi on saanut Morrison & Ferrari (2009) tutkimuksen mukaan ICC arvoksi 0.93, joka on erinomaisen luotettavuuden viitearvoissa. Tämä puoltaa muita FPI-6 testipatteristosta tehtyjä tutkimuksia sen luotettavuudesta.

**Navicular drop** testi kertoo kuinka paljon veneluu (naviculare) laskeutuu alaspäin seisoma-asennossa painon ollessa alaraajoilla, verrattuna siihen missä veneluu on ilman painoa alaraajoilla. Ensin terapeutti mittaa korkeuden veneluun uloimmasta kohdasta lattiaan ilman, että asiakkaalla ei ole painoa alaraajojen päällä ja alempi nilkkanivel on neutraali asennossa. Tämän jälkeen asiakasta pyydetään seisomaan hänelle luontaisessa seisoma asennossa, josta veneluun korkeimman kohdan ja lattian korkeus mitataan uudestaan alemman nilkkanivelen ollessa neutraali asennossa. Viitearvojen mukaan alle 5 mm tippuminen veneluussa viittaa jalkaterän supinaatio asentoon, 5 mm–9 mm kertoo neutraalista asennosta ja yli 10 mm laskeutuminen veneluussa on epänormaalia keskijalan liikkuvuutta ja kertoo jalkaterän pronaatiosta sekä mahdollisesti jalkaterän mediaali kaaren madaltumisesta. (Cote, Brunet, Gansneder & Shultz 2005, 41–46.; Langley, Cramp & Morrison 2016.)

Zuil-Escobarin ym. (2018) tutkimuksessa, johon oli osallistunut 20 yliopisto- opiskelijaa saatiin navicular dropin toistettavuudelle ja luotettavuudelle erinoimaiset tulokset. Tutkimuksen mukaan ND testi sai ICC arvoiksi 0.914. Langley ym. (2016) tutkimuksessa navicular drop testi sai heikomman luotettavuus tuloksen, sillä tutkimuksessa nostettiin esille veneluun ja subtalaari nivelen palpoinnin monimutkaisuus, jonka takia tutkimuksessa painotettiin, ettei tätä yksittäistä testiä ei voitaisi pitää kovinkaan luotettavana tutkittaessa jalkaterän asentoa.

**Medial longitudinal arch angle (MLAA)** testissä jalkaterän mediaali kaaren kulmaa lasketaan, jotta saataisiin tieto onko jalkaterän kaari madaltunut, normaali vai liian korkea. Kaari saadaan laskettua goniometrin avulla, kun jalkaan merkaataan pisteet mediaali malleolin (sisäpuolella sijaitseva kehräsluu), veneluun kyhmyyn ja ensimmäisen metatarsaalin päähän. Asiakkaan ollessa seisoma-asennossa, paino jalkojen päällä, goniometrin keskiosa laitetaan veneluun kyhmyyn päälle ja ”viisarien” keskiosat laitetaan osoittamaan mediaali malleolin pisteeseen ja ensimmäisen metatarsaalin pisteeseen. Goniometri antaa suoraan asteluvun. Viitearvojen mukaan jalkaterä, jossa asteluvuksi saadaan yli 162° luokitellaan ylisupinoituneeksi, 153–162° supinoituneeksi, 131–152° neutraaliksi, 121–130° pronaatioksi ja alle 121° tulokseksi saava jalka on ylipronatoitunut. (Langley ym. 2016; Nilsson, Friis, Michaelsen, Jakobsen & Nielsen 2012.)

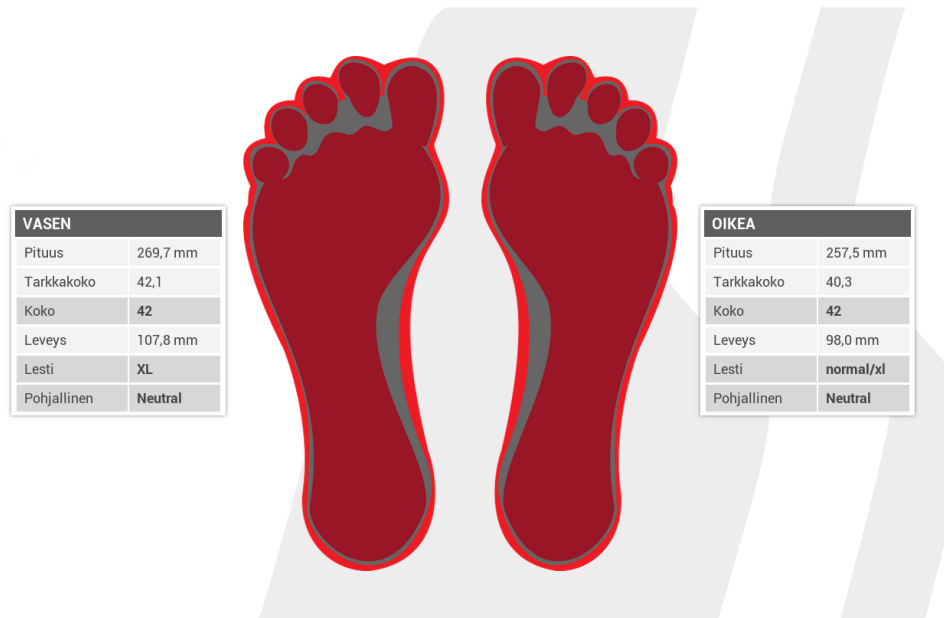


Langley'n ym. (2016) tutkimuksessa juuri MLAA oli kaikista luotettavin yksitasoinen testi eli tarkastellaan vain yhtä asiaa. Muut tutkimuksessa käytetyt yksitasoiset testit olivat navicular drop ja rear foot angle, joista kumpikaan ei saanut samankaltaisia luotettavuuden arvoja kuin MLAA. MLAA-testin luotettavuutta tukee myös Clelandin & Koppenhaverin (2011) tutkimus, jossa MLAA-testi sai ICC arvoksi 0.81. Viitearvojen mukaan testi saa hyvän luotettavuuden. Tutkimuksessa oli 63 osallistujaa.

**Navicular height** testissä mitataan veneluun korkeutta alemman nilkkanivelen ollessa neutraalissa asennossa. Veneluusta merkiksi otetaan sen ulommaisista kyhmyistä. Kyhmystä mitataan etäisyys maahan, josta saadaan tieto veneluun korkeudesta. Viitearvojen mukaan alle 2.7 cm korkeus viittaa ylipronatioon, 2.7–3.5 cm korkeus pronatioon, 3.6–5.5 cm pidetään neutraalina korkeutena, 5.6–6.4 cm viittaa supinoituneeseen jalkaterään ja yli 6.4 cm korkeus ylisupinoituneeseen. (Nilsson ym. 2012.) Netterin mukaan NH testi sai ICC arvoksi 0.73 tutkimuksessa, jossa oli 30 osallistujaa. Arvo on keskimääräinen viitearvojen mukaan, mutta on silti lähellä hyvän luotettavuuden luokitusta. (Cleland & Koppenhaver 2011, 362.)

#### 4.4 SieviScanner

SieviScanner on jalkateräskanneri, joka mittaa jalkaterän asentoa käyttämällä hyödyksi laser skannaus teknologiaa. Mittauksessa skanneri ottaa huomioon jalan koon, holvikaaren asennon ja anatomian, jonka avulla skanneri antaa pohjallisen suosituksen jalkaterälle (kuva 3). Pohjallisia, joita skanneri suosittelee, on kolme erilaista: neutraali, joka on tarkoitettu matalalle tai neutraalille holvikaarelle, korkealle holvikaarelle tarkoitettu high arch pohjallinen ja erittäin korkealle holvikaarelle tarkoitettu extra high pohjallinen. (Sievi 2020.)



Kuva 3. SieviScannerin esimerkki tulos.

## 5 Opinnäytetyön prosessi

### 5.1 Opinnäytetyön tavoite ja tarkoitus

Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella jalkaterän kuormitustekijöiden vaikutusta SieviScannerin ja fysioterapian klinisten menetelmien antamiin tuloksiin.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, millainen yhteneväisyys on SieviScannerin ja klinisten tutkimismenetelmien tulosten välillä.

### 5.2 Tutkimusmenetelmä

Käytämme tutkimuksessamme kvantitatiivista eli määrällistä menetelmää. Määrällisessä tutkimusmenetelmässä pyritään selittämään saatuja tuloksia sanoiksi

ja avaamaan niitä esimerkiksi yhtäläisyyksien tai eroavaisuuksien kautta. Tutkimus on suunniteltu niin, että vakioidaan opinnäytetyössä tehtävät testit samantaisiksi jokaiselle osallistujalle. Opinnäytetyössä käytetään hyväksi teoria tietoa käytettyihin tutkimisen menetelmiin. Testeistä pyritään löytämään yhtäläisyyksiä tai eroavaisuuksia, joita selvennetään eli tarkoituksena on määrällisessä tutkimuksessa kuvailla ja vertailla asioita tai ominaisuuksia ja lopuksi selventää tutkimuksessa esiin nousseet asiat helposti ymmärrettäväksi lukijoille. Tutkimustyyppinä toimii vertaileva tutkimus, koska opinnäytetyössä vertaillaan systemaattisen havainnoinnin eli kliinisen tutkimisen avulla saatuja numeraalisia lukuja keskenään ja pyritään ymmärtämään niitä paremmin. Systemaattinen havainnointi onkin yksi soveltuvimmista muodoista määrällisessä tutkimuksessa. (Vilkkä 2007,14–29.)

Määrällisessä menetelmässä tietoa voidaan kerätä osallistujilta fyysisesti mittaamalla. Saatekirjeen lähettäminen on tärkeää, jotta osallistuja on tietoinen tutkimuksen luonteesta. Saatekirjeessä pitää tulla esille tutkimuksen tekijät ja tutkimuksen aikana tapahtuvat toimenpiteet ja menetelmät. Tutkimuksessa saatujen tiedon käyttö ja niiden luottamuksellisuus pitää myös tulla esille saatekirjeessä. (Vilkkä 2014, 81; Heikkilä 1998, 62.)

Tavoitteena on löytää tutkimuksen kautta tietoa, jotka vastaisivat tutkimuksessa oleviin ongelmiin. (Heikkilä 2005, 15). Mielestämme määrällisellä menetelmällä saamme parhaan mahdollisen tuloksen tutkimuksestamme yllä mainituista syistä.

### **5.3 Opinnäytetyön toteutus**

Opinnäytetyön aihe valikoitui tammikuussa 2020 ja tammikuun lopulla aloimme keräämään tietoa tietoperustaan. Tietoperustaan kerättiin päivittäin lisää tietoa ja toukokuussa saimme tietoperustan tarvittavalle tasolle, jotta pääsimme suorittamaan mittaukset. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017, 83-91)

Mittaukset suoritettiin kahtena eri päivänä toukokuun puolivälissä 2020 kymmenelle testattavalle. Elokuun aikana tuli mahdollisuus tehdä lisämittauksia vielä

kahdelletoista uudelle testattavalle. Molemmat olimme harjoittelussa, joten idea tuli toimeksiantajalta, että kävisimme ohjaamassa testipatteriston suorittamisen oikealla tavalla ja järjestyksellä Karelia-ammattikorkeakoulun Fysiotikan harjoittelijalle. Harjoittelijaa ohjeistettiin pyytämään allekirjoitukset suostumuslomakkeisiin ja kirjaamaan tulokset ylös selkeästi, jotta voimme hyödyntää niitä opinnäytetyössä. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017, 83-91)

Lopullinen testattavien määrä oli siis 22 ja suorittajia oli kolme. Fysiotikan harjoittelija suoritti testit syyskuun aikana. Syyskuussa meillä oli tarvittavat tutkimukset tehtynä. Marraskuussa saatiin tulokset taulukoihin, jonka jälkeen alkoi pohdinta ja tulosten vertailu keskenään. Koko opinnäytetyön toteutuksen aikana pidettiin yhteyttä säännöllisesti opinnäytetyön ohjaajaan. Ohjaajalta saatiin aina hyviä vinkkejä opinnäytetyöhömmä liittyen. Opinnäytetyön toteutus suoritettiin fysioterapeuttiopiskelijoille. Valitsemamme henkilöt ovat saaneet infokirjeen (liite 1) liittyen tutkimukseemme ja paikan päällä tutkimustilanteessa heille annetaan suostumuslomake (liite 2) tutkimukseen, jonka he allekirjoittavat vapaaehtoisesti. Tutkimustilanteen tarkoituksena on mitata jalkaterän asentoa. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017, 87)

Tutkimustilanteessa SieviScanner tehdään ensimmäisenä. Skanneri antaa tiedon laserteknologian avulla jalkaterän tyypistä.

Tämän jälkeen siirrymme kliinisen tutkimisen menetelmiin. Tutkimustilanne jaettiin kahdelle päivälle, koska aikataulut jouduttiin sopimaan tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden kanssa ja luonnollisesti kaikki eivät tiettyyn ajankohtaan päässeet. Tämä antoi myös tarvittavan ajan tutkimustilanteeseen ja valmisteluihin. Tämän lisäksi covid-19 pandemian takia pyrittiin pitämään ihmiskontaktien määrä pienenä päivän aikana. Molemmat tekivät vuoropäivinä tutkimukset ja mitaukset oppimisen vuoksi. Henkilö, joka ei tutkimustilanteeseen osallistu, kirjaa tulokset koneelle. FPI-6 testipatteristoa opettelemme tekemään niin, että tiedämme mitä tiettyssä vaiheessa pitää tehdä/tutkia ja saamme tehtyä sen luotettavasti sekä nopeasti. Tutkimustilanne ja ympäristö pidetään kaikille tutkittaville samana ja tilanne etenee kaavamaisesti.

Tutkiminen tapahtui Karelia-ammattikorkeakoulun testiluokan tiloissa. Tilaan otetaan yksi testattava kerralla ja aikataulut sovitaan niin, että käytävällä odottamassa ei ole kuin yksi kerrallaan. Toinen testaaajista toimii kirjaajana ja pitää tarpeeksi pitkän turvavälin tutkittavaan. Testaajat käyttävät kertakäyttöisiä suojahanskoja. Huolehdimme, että paikalla on desinfiointi välineet ja tutkimusvälineiden desinfiointi tapahtuu ennen jälkeen jokaista tutkittavaa. Käsien pesu ja desinfiointi tapahtuu myös ennen ja jälkeen jokaista tutkittavaa.

Tulostetaan jokaiselle suostumuslomake, joka luetaan ja allekirjoitetaan ennen tilanteeseen tulemistä käytävällä odotellessa. Testattava kutsutaan testitilaan ja hän menee suoraan desinfiomaan kädet. Tämän jälkeen kysytään lyhyet esitiedot: ikä, sukupuoli, pituus ja mitataan paino. Esitietojen jälkeen ensimmäisenä tehdään jalkaterien skannaus SieviScannerilla, kun skannaus on tehty toinen testaaaja suorittaa kliiniset tutkimukset järjestyksessä: FPI-6, navicular drop ja MLAA. Testattavan niin halutessa, voidaan kertoa lyhyesti tuloksista. Tämän jälkeen desinfioidaan kädet uudestaan, jonka jälkeen tutkittava poistuu tilasta ja testaajat desinfiovat kaikki tutkimusvälineet ja vaihtavat kertakäyttöhansikkaat. Jokaiselle tilanteelle varattiin aikaa 30min, johon kuuluu myös välineistön ja tilan tarvittava desinfiointi.

#### **5.4 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus**

Opinnäytetyössä ei vähätellä muiden töitä tai saavutuksia, vaikka ei olisikaan täysin samaa mieltä toisen tutkimuksen tuloksista. Myös omia tutkimustuloksia tulee pohtia kriittisesti, jotta ei julkaista väärää tietoa. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2019.)

Opinnäytetyössä kunnioitetaan tekijänoikeuksia ja kaikkiin käytettyihin lähteisiin viitataan asianmukaisesti. Opinnäytetyössä pidetään huoli eettisestä näkökulmasta pitämällä tiedot, joita keräämme henkilöiltä anonyymeinä ja ainoastaan meidän käytössämme. Tietojen säilytyksestä ei ole määritelty tarkkoja säilytysaikoja. Tietoja pidämme niin kauan kuin niiden tarpeellisuuden tutkimustamme varten pystymme perustelemaan. Tietojen tarpeellisuuden loputtua paperille kerätyt

tulokset ja tiedot silputaan ja sähköiset tulokset ja tiedot kirjoitetaan yli. Suostumuksen tietojen keräämiseen olemme varmistaneet suostumuslomakkeella (Liite 2) ja mittaukseen liittyviin asioihin infokirjeellä (Liite 1). (Tietosuojavaltuutetun toimisto 2021.)

Osallistujat voivat kieltäytyä tutkimuksen jatkamisesta missä tahansa tutkimuksen vaiheessa ja tutkimus aina perustuu vapaaehtoisuuteen. Osallistujilla on myös oikeus saada tietoa tutkimuksen kulusta, sekä vaiheista ja miten heidän tietojaan käsitellään. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2019.)

Korona tilanteen takia, tutkimistilanteessa pidetään huoli hyvästä hygieniasta ja turvaväleistä tartuntariskin minimoimiseksi.

Opinnäytetyö perustuu tutkittuun tietoon monesta eri luotettavasta lähteestä. Lähteiden luotettavuutta olemme rajanneet tarkastelemalla julkaisun ajankohtaa ja otantaa sekä tekstin kontekstia verrattuna aiheeseemme. Lähteinä olemme käyttäneet niin tietokantoja kuin kirjoja, niin suomen- kuin englanninkielisiä. Englanninkielisiä kirjoja on pyritty kääntämään mahdollisimman tarkasti, jos ongelmia on ollut, käytetty kielen kääntäjää sanojen tarkastamiseen. Tietoa on pyritty perustelemaan juuri lähteisiin viittaamalla. Olemme opinnäytetyössämme pyrkineet siihen, että tutkimukset ja kirjat, joita olemme käyttäneet, olisivat suhteellisen uusia. Vilkan mukaan juuri lähdekriittisyys tarkoittaakin tarkastelemalla lähteen ajankohtaa, sisältöä ja kokoa esimerkiksi tutkimukseen osallistujien määrää. Näiden perusteella pystytään vaikuttamaan tutkitun tiedon luotettavuuteen. (Vilka 2007, 34–35.)

Kliinisiin mittauksiin käytettävät menetelmät ovat lähteiden mukaan olleet luotettavia ja näin ollen olleet perusteltua valita juuri ne meidän opinnäytetyöhömme tutkittaessa jalkaterän asentoa. Pehdyimme mittausmenetelmien suoritusohjeisiin ja harjoittelimme niitä toistemme jalkaterillä.

## 5.5 Opinnäytetyön tiedonhaku

Opinnäytetyöhömmme haimme tietoa Karelian kirjastopalvelun Finnan sivuilta löytyivistä eri tietokannoista: Pedro, CINAHL, PubMed, EBSCO ja Cochrane. Tiedonhaun rajasimme nilkan ja jalkaterän alueelle tutkimusaiheemme perusteella. Ennen tutkimusten käyttöönottoa luimme niiden tiivistelmän ja arvioimme, olisiko niissä hyödyllistä tietoa juuri meidän opinnäytetyötämme varten. Tietokannoista saatavat tutkimukset selattiin läpi, jotta saadaan selville julkaisuvuosi ja otanta tiedon luotettavuuden näkökulmasta. Tietokantojen hakukentissä olemme käyttäneet hakusanoina: foot, posture, ankle, stability, proprioception, insole, workload, pronation, supination, misalignment, kinetic chain, dysfunction, stress, medial arch, longitudinal arch, effects, lower extremity, shoes, differences. Olemme käyttäneet näitä sanoja hakukentissä ja vaihtaneet sanojen paikkaa, sekä näiden sanojen eri yhdistelmiä. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017, 94-97)

Opinnäytetyöhömmme olemme myös hakeneet tietoa Karelia ammattikorkeakoulun kirjaston kirjoista, joita olemme lainanneet käyttöömmme. Kirjoja olemme valinneet hakemalla kirjastopalvelu Finnan kautta. Kirjoja haettaessa käytimme samoja hakusanoja, kuin tietokannoissa. Tiedonhaun rajasimme nilkan ja jalkaterän alueelle tutkimusaiheemme perusteella. Ennen kirjojen käyttöönottoa katsottiin lyhyesti läpi kirjojen sisältöä ja julkaisuvuotta nähdäksemme, onko kirjoissa juuri meidän opinnäytetyöhömmme hyödyllistä tietoa. Näillä menetelmillä löysimme opinnäytetyöhömmme hyviä lähteitä, josta tietoa ottaa. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017, 94-97)

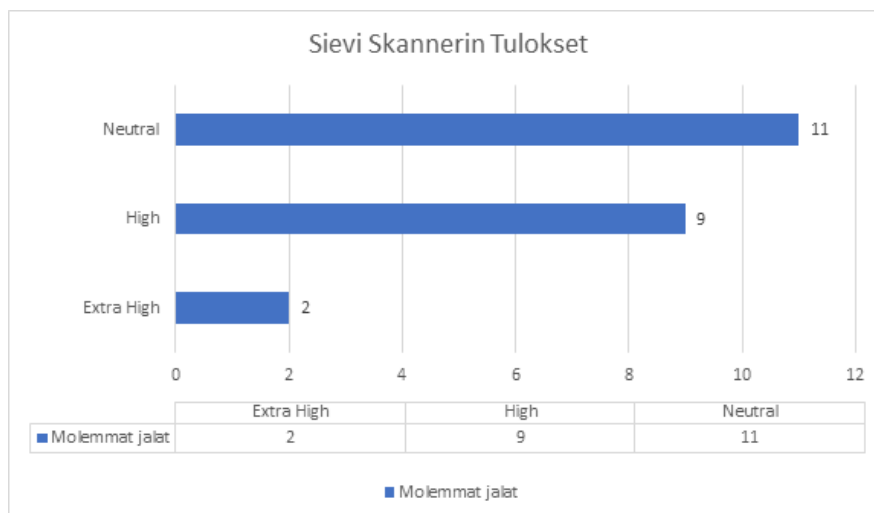
## 6 Tulokset

### 6.1 Testien tulokset

Tutkimuksen lähtökohtana oli selvittää SieviScannerin ja kliinisten mittausten välisestä yhtäläisyydestä. Samankaltaista tutkimuksia ei löytynyt. Tutkittu tieto perustui lähinnä jalkaterän kliinisten tutkimusten luotettavuuteen. Jalkateräskanneista löytyi todella vähän opinnäytetyöhön oleellista tutkittua tietoa. Tulosten perusteella löydettiin yhtäläisyyksiä SieviScannerin ja kliinisten tutkimusten välillä liittyen jalkaterän asentoon. Tuloksia ei kuitenkaan voida pitää täysin luotettavina osallistujamäärän vähäisyyden sekä useamman testien suorittajan takia.

Tutkimukseen osallistui 22 henkilöä, kahdeksan naista ja 14 miestä. Keski-ikä henkilöillä oli 25 vuotta, nuorin osallistujista oli 20 ja vanhin 62. Pituuden keskiarvo 175 cm, arvot olivat välillä 160cm - 189cm. Painon keskiarvo 73 kg, arvot olivat välillä 59kg - 95kg. SieviScannerin antaman jalankoon keskiarvo oli 40. Alla olevassa osiossa kerromme testien mukaan neutraalista poikkeavista tuloksista.

SieviScanner antoi molemmille jaloille saman luokituksen. Extra high luokituksia oli kaksi, high luokituksia oli yhdeksän ja neutraaleja 11. Neutraaleja laitteen mukaan oli 11 kappaletta, koska laite luokitteli pronaatiossa olevat jalkaterät myös neutraaleiksi (kuvio 1).

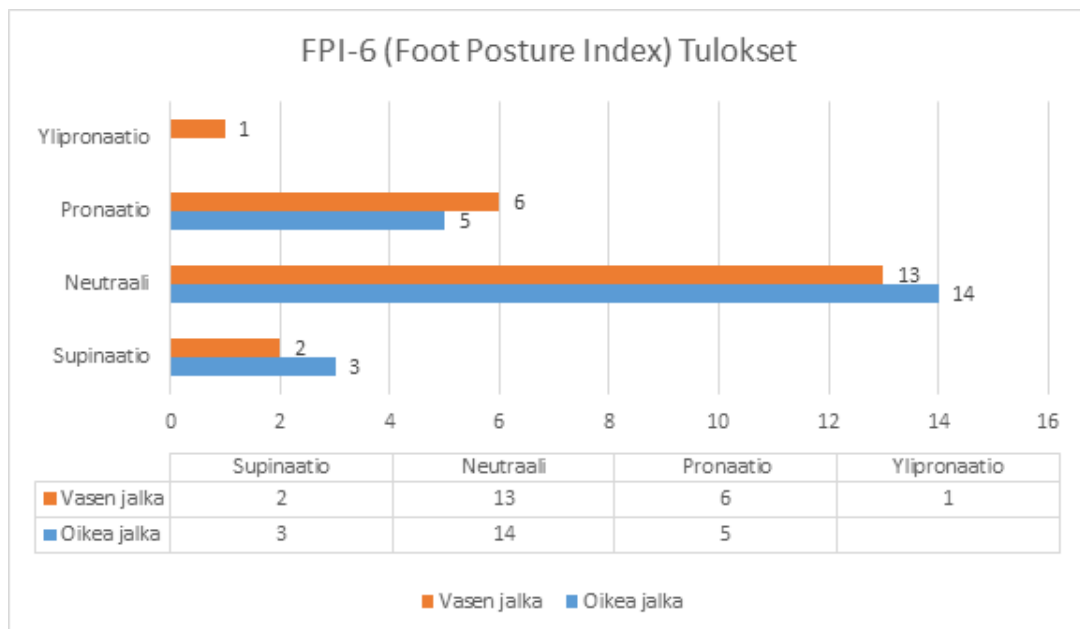


Kuvio 1. Osallistujien (n= 23) jalkaterän luokitukset SieviScannerista.



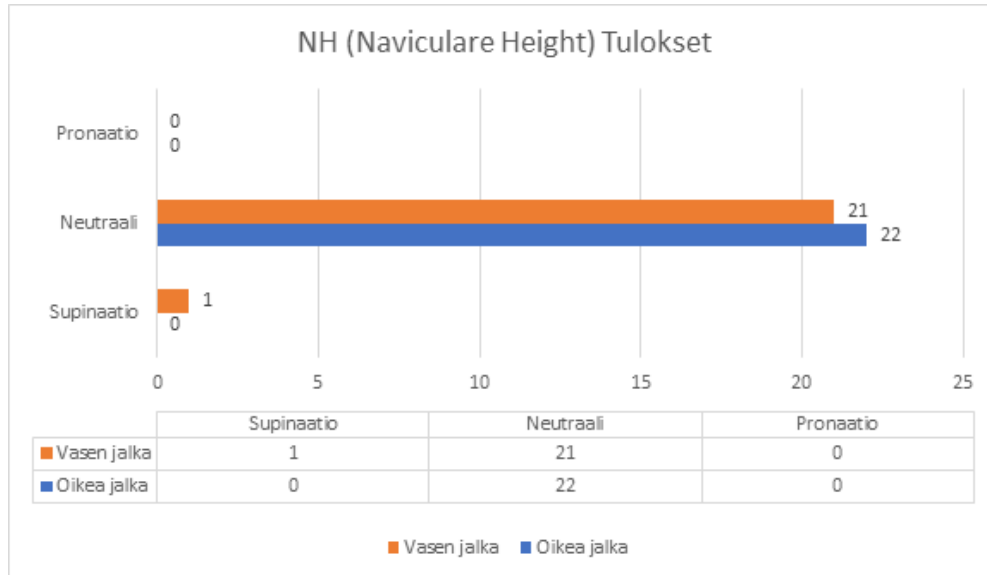
**FPI-6 testi** (liite 4). Tulokset olivat samanlaisia oikeaa ja vasenta puolta verrattaessa. Kolmella tutkittavalla oli toinen jalkaterä enemmän pronaatiossa. Vain yhdellä tutkittavalla toinen jalkaterä luokiteltiin ylipronatoituneeksi, kun toinen jalka oli pronatoitunut. Yhdellä tutkittavalla oli molemmat jalkaterät supinaatiossa ja kolmella tutkittavalla oli toinen jalkateristä supinaatiossa. Muita merkittäviä puo-  
lieroja ei kyseisessä testissä havaittu.

FPI-6 testi antoi SieviScanneriin verrattuna paljon vähemmän korkeita holvikaari luokituksia. Neutraaleja oli hieman enemmän FPI-6 testissä, mutta kun ottaa huomioon, että SieviScanner laski neutraaleiksi myös pronaatiossa olevat jalat, niistä syntyy huomattavaa eroa pronaatio luokituksen määrissä (kuvio 2).



Kuvio 2. Osallistujien (n = 22) jalkaterä luokitukset FPI-6 testipatteriston mukaan.

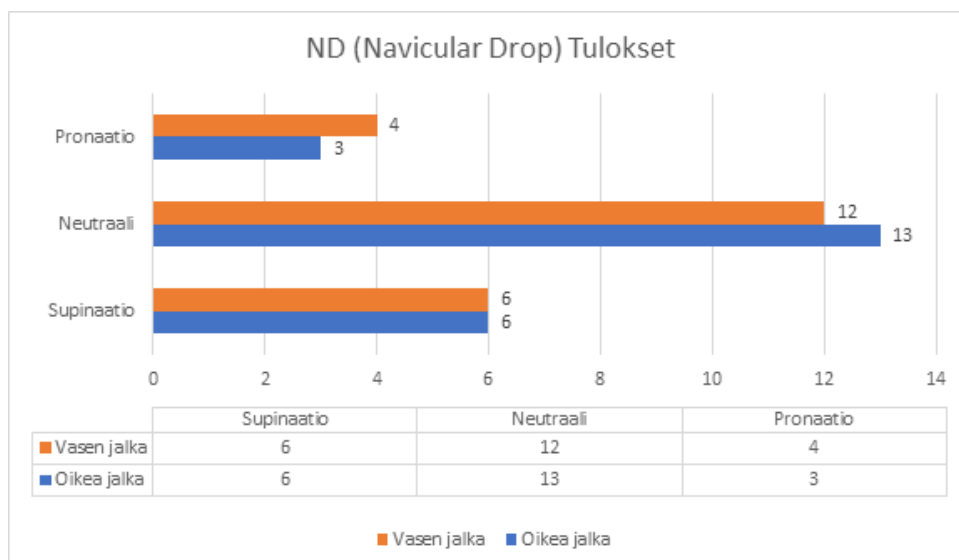
**Navicular height** testissä tulokset erosivat muista testeistä huomattavasti. Testi antoi yhteensä 22 oikean jalan neutraalia luokitusta ja 21 vasemman jalan neutraalia luokitusta. Vain yhdessä tapauksessa, toinen jalkaterä oli supinaatiossa testin mukaan. Tämä supinaatio luokitus oli myös aivan viitearvojen rajoilla. Supinaation raja viitearvojen mukaan alkaa 5,5 cm ja tutkittavan toinen jalkaterä sai arvoksi 5,6 cm (kuvio 3).



Kuvio 3. Osallistujien (n = 22) jalkaterä luokitukset NH testistä.

Navicular drop testissä kolmella tutkittavalla toinen jalkateristä oli pronaatiossa ja yhdellä oli toinen jalkaterä supinaatiossa. Kahdella tutkittavalla oli molemmat jalkaterät pronatoituneet. Kolmella tutkittavalla toinen jalkaterä supinaatiossa. Neljällä oli molemmat jalkaterät supinaatiossa.

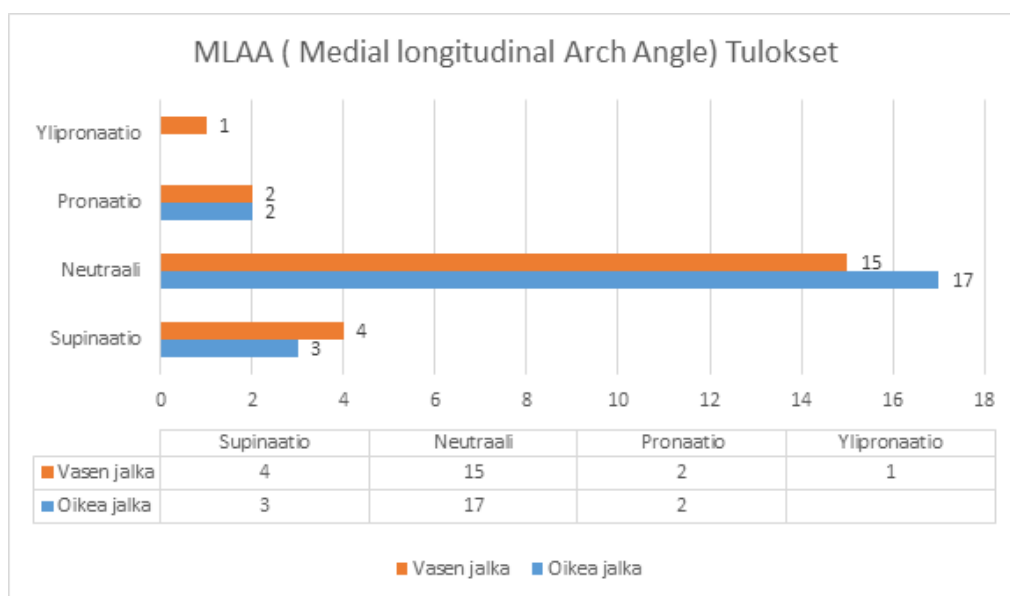
Navicular drop testi oli suoritetuista kliinisistä testeistä lähimpänä SieviScannerin antamia korkeita holvikaari luokituksia, joita silti on melkein puolet enemmän kuin ND testistä saadut tulokset. SieviScanner antoi yhteensä 11 korkeata holvikaarta ja ND puolestaan kuusi (kuvio 4).



Kuvio 4. Osallistujien (n = 22) jalkaterä luokitukset ND testistä.

**MLAA-testissä** kahdella tutkittavalla oli toinen jalka pronaatiossa. Yhdellä oli yli-pronatoitunut toinen jalkaterä. Vain yhdellä oli molemmat jalkaterät pronatoituneet testin mukaan. Yhdellä tutkittavalla oli toinen jalkaterä supinaatiossa ja kolmella oli molemmat jalkaterät supinoituneet testin mukaan.

MLAA-testin tulokset eroavat hyvinkin paljon sieviscannerin antamista luokituksista. MLAA antoi huomattavasti vähemmän korkeita holvikaari luokituksia, kun taas neutraali sekä pronatio luokituksia on huomattavasti enemmän (kuvio 5).



Kuvio 5. Osallistujien (n = 22) jalkaterä luokitukset MLAA testistä.

Seuraavassa kappaleessa tarkastellaan esimerkkituloksia yksilöittäin. Liitteessä 5 näkyvillä kliinisten mittausten luokitusarvot.

Ensimmäisellä esimerkkihenkilöllä oli tulosten mukaan puolieroja. SieviScannerin mukaan high eli korkeaholvikaari luokitus. Henkilön oikean jalkaterän kliinisten mittausten tulokset tukevat SieviScannerin antamaa tulosta. Samalla henkilöllä vasemman alaraajan tulokset eivät tue skannerin antamaa jalkaterän high luokitusta. Jalkaterän kliinisten mittausten osalta tulokset osoittaisivat enemmän neutraalin jalkaterän luokituksen suuntaan (taulukko 1.)

Esimerkkihenkilö 1.	SieviScanner	FPI-6	NH	ND	MLAA
Oikea	High	-2	5,5 cm	0,2 cm	155°
Vasen	High	0	4,8 cm	0,7 cm	157°

Taulukko 1. Esimerkkihenkilön mittaustulokset.

Toisella esimerkkihenkilöllä löytyy tuloksista yhtäläisyyksiä. SieviScanner on antanut jalkaterän luokituksiksi neutraalin. Kliinisten mittausten tulokset antavat molemmille jalkaterille pronaatio luokituksen kaikista paitsi NH testistä (taulukko 2.)

Esimerkkihenkilö 2.	SieviScanner	FPI-6	NH	ND	MLAA
Oikea	Neutral	7	3,9 cm	1,2 cm	125°
Vasen	Neutral	8	3,9 cm	1,1 cm	125°

Taulukko 2. Esimerkkihenkilön mittaustulokset.

Kolmannella esimerkkihenkilöllä löytyy paljon eroavaisuuksia tuloksista. SieviScanner antaa jalkaterälle high luokituksen. FPI-6 testipatteristo antaa vasemmalle jalkaterälle pronaatio luokituksen ja oikea jalkaterä pronaation viitearvojen rajoilla, kuitenkin muut kliinisten mittausten tulokset osoittavat jalkaterän olevan neutraali luokituksen saava (taulukko 3).

Esimerkkihenkilö 3.	SieviScanner	FPI-6	NH	ND	MLAA
Oikea	High	5	4,1 cm	0,5 cm	144°
Vasen	High	7	4,0 cm	0,6 cm	145°

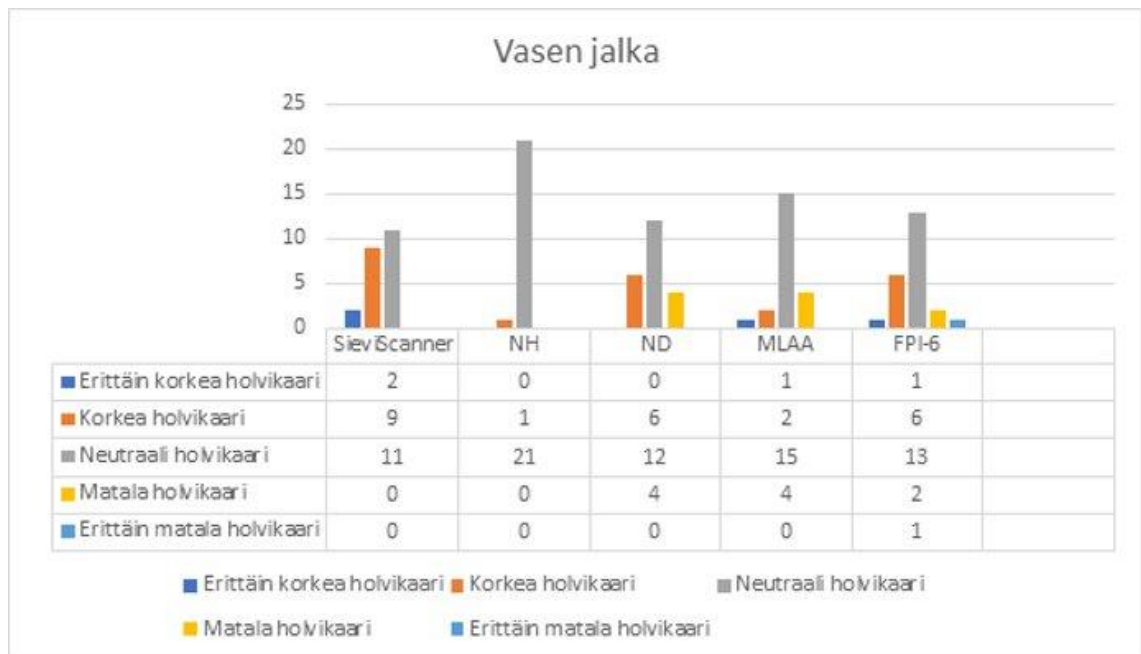
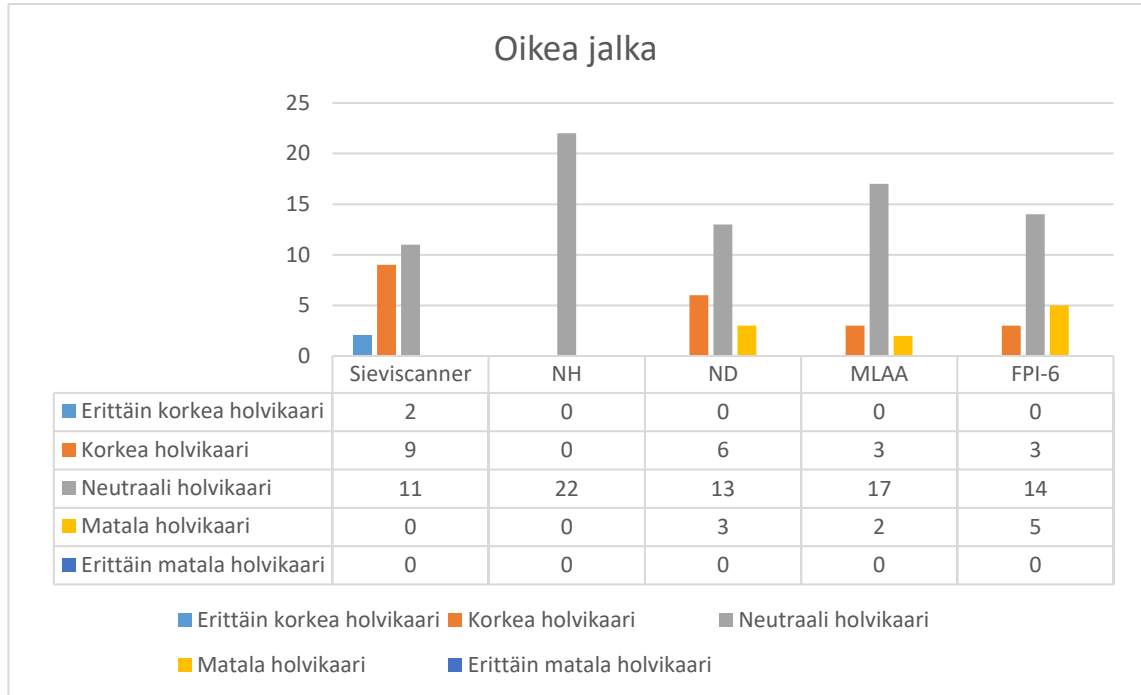
Taulukko 3. Esimerkkihenkilön mittaustulokset.

Tuloksista saatiin selville yhteneväisyyksiä SieviScannerin ja kliinisten testien välillä. Tuloksista nousi esiin myös kliinisten testien samankaltaisuudet sekä sisäiset eroavaisuudet.

FPI-6, ND ja MLAA testeissä tulokset olivat lähes samanlaisia, paitsi MLAA testissä neutraalien luokituksen saaneita jalkateriä oli hieman enemmän. Pronaatio

luokituksen saaneita jalkateriä vertaillen FPI-6 testipatteristo antoi eniten pronatio luokituksia, ND ja MLAA testeissä pronatio luokituksen saaneiden jalkaterien määrä väheni. Puolestaan supinatio luokituksia eniten oli ND testissä, mutta supinatio luokitusten määrä väheni MLAA ja FPI-6 testien mukaan. Yhtäläisyyksiä katseltaessa FPI-6 ja ND testit antoivat lähes saman määrän luokituksia neutraaleihin ja pronatoituneisiin jalkateriin, sekä FPI-6 ja MLAA supinoituneisiin jalkateriin. NH testi antoi paljon eroavaisuuksia verrattuna muihin kliinisiin testeihin. NH testissä kaikki jalkaterät paitsi yksi vasemman puolen jalkaterä oli testin mukaan neutraali, joka poikkeaa erittäin paljon muista kliinisistä testeistä. (kuvio 6 & 7)

Yhtäläisyyksiä löytyi SieviScannerin ja kliinisten testien tuloksien tarkastelussa. ND testin tulokset olivat lähimpänä skannerin antamia luokituksia, mutta myös FPI-6 testin tulokset olivat samankaltaisia verrattuna SieviScannerin tuloksiin. SieviScannerilla saadut neutraali luokituksen saaneet jalkaterät olivat määrällisesti samaa suuntaa antavia ND ja FPI-6 testien kanssa. SieviScannerin mukaan puolella testattavista on supinoitunut eli korkean holvikaaren omaava jalkaterä. SieviScannerin mukaan jalkaterä luokitus oli yhdeksällä testattavalla korkean holvikaaren omaava ja kahdella erittäin korkea holvikaari. ND-testi antoi kuudelle henkilölle korkean holvikaaren luokituksen molempiin jalkateriin. Tämä on lähellä skannerin antamia luokituksia korkean holvikaaren jalkateristä. FPI-6 testi antoi vasemmasta jalkaterässä kuudelle korkean holvikaari ja yhdelle erittäin korkean holvikaari luokituksen. Puolestaan oikeassa jalkaterässä korkean holvikaaren luokituksen sai vain kolme jalkaterää. FPI-6 testin vasemmanpuoleisen jalkaterän tulokset olivat lähellä SieviScannerin luokituksia. (kuvio 6 & 7).



Kuvio 6 ja 7. osallistujien (n = 22) tulokset kaikista testeistä. Tulokset luokiteltu liite 5 mukaisesti.

## 6.2 Tulosten pohdinta

Opinnäytetyön testien tuloksiin voi vaikuttaa monta testien suorittajaa, testaajilla voi olla erilainen kliininen osaaminen ja hahmottamisen taito. Tuloksiin voi vaikuttaa myös testattavan seisoma-asento, onko paino neutraalisti vai toisella jalalla enemmän. Testattavia kuitenkin ohjeistettiin seisomaan neutraalissa seisoma-asennossa, jossa katse on suunnattuna eteenpäin olevaan kiintopisteeseen. Muutamia kertoja kliinisten tutkimusten aikana huomasi testattavan olevan kiinnostunut mitä mittaamme heidän jalkaterälleen, tässä jalkaterän asento voi muuttua katseen siirtyessä alaspäin. (Redmond 2005; Morrison & Ferrari 2009.)

Kliinisten mittausten tuloksista osattiin odottaa yhteneväisiä tuloksia mittausten välillä. SieviScannerin luokituksista tekijöillä ei ollut ennakko odotuksia, sillä se oli täysin uusi jalkaterän asentoa arvioiva laite, josta ei aiempaa kokemusta tai tietoa löytynyt. Seuraavaksi pohditaan mistä isoimmat tulosten eroavaisuudet voivat johtua mittausten välillä.

Opinnäytetyössä oli muutama henkilö, joilla painoa löytyi lihasmassan johdosta paljon. Olisi voinut hyvin luulla painon madaltavan jalkaterän asentoa. Kuitenkin tutkimuksia ja tuloksia tarkastellessa tämä ei vaikuttaisi jalkaterän asentoon. Poikkeuksena Ohlendorfin ym. (2020) ja Hillsin ym. (2001) tutkimus, joiden mukaan sairaanlainen ylipaino tuottaisi jopa kolminkertaisen kuormituksen jalkaterään ja luonnollisesti tämä voisi madaltaa jalkaterän holvikaarta. Ohlendorfin ym. (2020) mukaan myös sukupuoli tai pituudella ei olisi vaikutusta jalkaterän kuormitukseen tai asentoon.

Isoimmat eroavaisuuden tulivat pronaatioluokituksesta ja kliinisistä testeistä NH-testi antoi yllättävimmät luokitukset jalkaterälle. Kaikille jalkaterille paitsi yhdelle vasemmalle jalkaterälle SieviScanner antoi neutraalin luokituksen. Vasemmalle jalkaterälle kyseinen testi antoi supinaatio luokituksen. NH-testin viitearvot neutraalille jalkaterän luokitukselle ovat 3,6 cm-5,5 cm. Neutraali luokituksen viitearvo on siis noin 2 cm, mikä on suhteellisen suuri. Kyseisen viitearvon rajamailla oli useampia jalkateriä, jotka kuitenkin luokiteltiin neutraaleiksi viitearvon ollessa niin

suuri. Testin aikana myös jalkaterän pitäisi olla myös neutraaliasennossa. Nämä asiat ovat voineet vaikuttaa lopulliseen luokitukseen siitä, miksi neutraaleja oli niin paljon.

Skanneri luokitteli pronatio asennossa olevan jalkaterän neutraaliksi. Tämä tukee osittain teoriaperustassa tullutta tietoa siitä, että pronatio on luonnollinen jalkaterän toiminto, joka mahdollistaa ihmiselle esimerkiksi juuri kävelyssä iskunvaimennuksen kontaktivaiheessa ja ponnauslaudan varvastyönössä. Toisaalta jalkaterän ollessa ylipronatiossa tulisi siihen suhtautua eri tavalla kuin luokitella neutraaliksi. Ylipronatiossa oleva jalkaterä voi altistaa vammoille, vaikuttaa yksipuoliseen painon jakautumiseen sekä tuottaa ylimääräisiä kuormitustekijöitä kineettisen ketjun kautta ylempiin niveliin kuten polvi- tai lonkkaniveleen (Neumann 2017, 619).

FPI-6 testin tuloksiin voi vaikuttaa näköhavainnoinnin tai hahmottamisen kyky. Pisteytys kyseisessä testissä kuitenkin perustuu pitkälti näköhavainnoinnin perusteella saatavaan tietoon jalkaterän asennosta.

Navicular drop ja MLAA- testissä tuloksiin vaikuttavana tekijänä voi olla kliininen osaaminen. Molemmissa testeissä kliiniset taidot ovat tulosten kannalta merkittävässä asemassa. Esimerkiksi ND-testissä veneluun palpoina ja MLAA-testissä veneluun kyhmyn, mediaali malleolin sekä ensimmäisen metatarsaalin distaalipään palpoina. Lisäksi MLAA-testissä goniometrin käyttö voi vaikuttaa tuloksiin muuttuvalla tavalla. (Langley ym. 2016; Cote ym. 2005, 41–46.)

SieviScanner ei erotellut luokituksia mitattavan jalkaterien välillä. Toisen jalan ollessa skannerin mukaan high-luokituksen saava, antoi skanneri myös toiselle jalkaterälle saman luokituksen. Kuitenkin kliinisten mittauksien mukaan puolieroja löytyi joissakin tapauksissa, mutta skanneri on antanut yhteisen luokituksen jalkaterille.



Erittäin korkeiden holvikaarien vähäinen näkyvyys voi johtua siitä, että yleensä erittäin korkean holvikaaren omaava jalkaterä pidetään yleensä enemmän syntymäperäisenä, kuin lihasepätasapainon tai neurologisten ongelmien aiheuttamana. (Magee 2014, 910–911.)

Erittäin matalia holvikaaria esiintyi opinnäytetyössä erittäin vähän, joka voi liittyä siihen, että suurimman osan testattavista elämäntilanteeseen ei kuulu raskasta seisomatyötä ja melkein kaikki testattavasti ovat aktiivisia opiskelijoita, jotka harrastavat paljon. Kukaan testattavista ei myöskään ollut sairaalloisen ylipainoinen (Ohlendorf, Kerth, Osiander & Holzgreve 2020).

Opinnäytetyön tuloksissa ei myöskään huomioitu ylempien nivelten osuutta korkeisiin tai mataliin holvikaariin, sillä opinnäytetyön tavoitteen mukaisesti kliinistä mittaamista verrattiin SieviScanneriin, joka ei omalta osaltaan myöskään huomioi miten ylemmät nivelet kineettisen ketjun kautta vaikuttavat jalkaterään.

## **7 Pohdinta**

### **7.1 Opinnäytetyön prosessi**

Opinnäytetyön aihe tuntui alusta asti mielenkiintoiselta. Jalkaterää on käsitelty aikaisemmin koulutuksessa, josta on saanut käsityksen sen merkityksestä ihmisen kokonaisvaltaisesta toiminnasta. Tämä lisäsi motivaatiota perehtyä aihealueeseen syvemmälle ja viedä työ loppuun asti. Tietoperustaan on kerätty lukijalle tietoa kuormitustekijöistä, biomekaniikasta, anatomiasta, kineettisestä ketjusta ja näiden vaikutuksesta alaraajoihin. Tietoperusta saatiin lopulta vaikeuksien kautta järkevään järjestykseen ja rajattua oleelliset asiat esille lukijan kannalta. Tietoperustan kasaamisen hankalin osuus oli ehdottomasti saada opinnäytetyöhön järkevät ja oleelliset asiat tuotua esille. Tutkimuksista myös tiedon oleellisuuden rajaaminen opinnäytetyöhön oli myös välillä erittäin haastavaa. Lopulta tietoperusta kasaantui laajimmasta aihealueesta alkaen ja päättyen syvemmälle opinnäytetyön aiheen näkökulmasta.

Tutkimuksia etsiessä vastaan tuli joitakin tutkimuksia, joissa vertailtiin myös kliinisen tutkimisen menetelmiä laserskanneriin. Laserskanneri oli kuitenkin erilainen mitä opinnäytetyössämme, joten vertailua ei näin ollen pystynyt toteuttamaan. Näistä samankaltaisista tutkimuksista kuitenkin pystyi soveltamaan tietoa opinnäytetyöhön. Yllätyimme siitä kuinka vähän tietoa jalkaterän kuormituksesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä löysimme. Tämä teki opinnäytetyöstä haastavamman.

Ammatillinen osaaminen kehittyi molemmilla tekijöillä paljon. Opimme paljon testitulanteen järjestämisestä ja suorittamisesta. Asiakasosaaminen ja kliininen osaaminen kehittyi konkreettisesti mittauksia tehdessä ja mittauspäiviä pidettäessä. Mittauspäivinä piti pitää huoli, ettei Covid-19 tilanteen vuoksi huoneeseen tulisi enempää kuin yksi odottava kerrallaan. Tämän takia joidenkin testattavien kanssa meinasi tulla kiire ja silti pitää huoli siitä, että testit tehdään meidän asettaman protokollan mukaisesti. Mittaustulosten käsittelystä ja yhteenvedosta saatiin paljon kokemusta. Molemmat yllättyivät, kuinka aikaa vievää tulosten järkevästi esittäminen oikeasti on. Teknologiaosaaminen karttui tekijöillä paljon molemmille uuden SieviScannerin kautta ja myös tulosten esille saamisessa oli paljon opettelemista, jotta tulokset saatiin järkevään muotoon. Tietoperustaa tehdessä teorian tieto karttui paljon varsinkin alaraajojen toiminnasta ja kuormitustekijöistä.

Opinnäytetyön ansiosta varmasti myös tulevaisuudessa työelämässä huomio kiinnittyy jalkaterään kokonaisuutena tarkemmin. Jalkaterän asennon vaikutukset suuntautuvat kuitenkin ylempiin niveliin ja päinvastoin. Tämän vuoksi ei voida pelkästään jalkaterän asennon perusteella tehdä johtopäätöstä tai ratkaisua. Teoriaperustassa esille tuotiin, kuinka pronatio- ja supinaatioasento on luonnollinen jalkaterän toiminto, jota tarvitaan jatkuvasti arkisessa elämässä vähentämään kuormitusta sekä siirtämään kuormitusta tasaisesti, tai miten paljon on erilaisia asioita, jotka vaikuttavat kuormitukseen. Fysioterapiassa tämä onkin olennainen osa fysioterapeutin työtä, hahmottaa ja tiedostaa ihmisen kokonaisvaltaista toimintaa ja selvittää sitä kautta mahdollinen ongelma. Ei voida tulla johtopäätökseen siitä, että pohjalliset olisivat ensimmäinen vaihtoehto tarkasteltaessa jalkaterän asentoa. Nilkan ja jalkaterän asennoista puhuttaessa pitäisi olla hyvin tarkkana sen selittämisessä. Esimerkiksi virheasento-sana voi kuulostaa

asiakkaasta pelottavammalta kuin se oikeasti on. Kyseessä on kuitenkin tarvittavat jalkaterän liikesuunnat. Asennon vaikutus ei välttämättä vaikuta mitenkään kyseisen henkilön elämään, mutta liiallisena se voi vaikuttaa jalkaterän kuormitustekijöihin.

Opinnäytetyön vaikein osuus oli tulos osion esille tuonti järkevästi. Tulos osiota prosessin aikana rakennettiin monesti uudestaan, jotta päästiin mahdollisimman selkeään tapaan tuoda tieto esille.

## 7.2 Mittaukset

Opinnäytetyöhön valikoitui jalkateräskannerin lisäksi neljä eri jalkaterän kliinisen mittauksen menetelmää, joista FPI-6 testipatteristo oli täysin uusi tuttavuus. Testipatteristo toi paljon kokemusta jalkaterän havainnoinnista. FPI-6 testi voisi mielestämme olla hyvä työkalu tutkiessa jalkaterän kokonaisvaltaista asentoa. Tietysti asiakas käynneissä aika on rajallista ja FPI-6 testin tekemiseen käytettävää aikaa tarvitaan enemmän kuin muihin sen laajuuden takia. Kuitenkin sen monipuolisuuden takia koimme sen mahdolliseksi vaihtoehdoksi käytäntöön. Kaikissa mittauksissa oli ideana tarkastella jalkaterän asentoa hieman eri näkökulmasta, josta sai hyviä tuloksia jalkateräskanneriin vertailtavaksi. Kliinisiin mittauksiin käytettävät menetelmät ovat lähteiden mukaan olleet luotettavia ja näin ollen ollut perusteltua valita juuri ne meidän opinnäytetyöhömme tutkittaessa jalkaterän asentoa. Pehdyimme mittausmenetelmien suoritusohjeisiin ja harjoittelimme niitä toistemme jalkaterillä.

Testitilanne oli molemmille tekijöille uusi ja vielä COVID-19 tapahtumien takia testitilanne piti suunnitella ja ajoittaa tarkasti ja suunnitelmaan piti saada hyväksyntä ennen kuin pääsimme suorittamaan testipäiviä. Toisaalta tilannetta helpotti tilanteen tarkka suunnittelu, sekä testattavien ohjeistus, jonka pidimme kaikille testattaville samana. Testitilanne jaettiin kahdelle päivälle Covid-19 tilanteen ja osallistujien aikataulujen takia. Näin saatiin ylimääräiset kontaktit minimoitua ja jokaiselle tilanteelle tarvittavan ajan suorittamiseen. Testien suorittaminen sujui

molemmilta mittaaajilta hyvin ja testipäivät menivät suunnitelman mukaan ongelmitta.

### **7.3 Jatkotutkimusehdotukset**

Tutkimuksessa käytetyt kliinisen tutkimisen testit ovat helposti toistettavissa. Ainoastaan FPI-6 testipatteristo vaatii enemmän harjoittelua ja läpi käymistä siitä, miten pisteytys määritellään. Tästä syystä samoja tai miksei myös eri klinisiä testejä voitaisiin verrata keskenään tai toiseen skanneriin. Kliinisten testien vertailemisesta keskenään voitaisiin saada luotettavia tuloksia fysioterapeuttien kliiniseen työhön ja sitä kautta saada työkalupakkiin luotettavia menetelmiä, joita käyttää asiakkaiden kanssa esimerkiksi juuri jalkaterän asentoa tutkiessa.

Otanta voisi olla isompi ja suorittajia voisi olla vain yksi, jotta testien tulosten luotettavuus paranisi. Opinnäytetyötä tehdessä huomattiin myös, ettei tutkimustietoa jalkaterän asentojen vaikutuksesta kuormitukseen juurikaan ole tai ei löydetty. Jalkaterä on kuitenkin ihmiselle todella tärkeä rakenne, jonka varassa olemme monta tuntia päivässä. Olisikin hyvä selvittää enemmän, miten jalkaterän eri asennot vaikuttavat jalkaterän rakenteisiin ja ylempiin niveliin.

## Lähteet

- Ahonen J. 1998. Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Lahti: Vk-kustannus.
- Buldt, A., Allan, J., Landorf, K. & Menz, H. 2018. The relationship between foot posture and plantar pressure during walking in adults: A systematic review. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636218301085?via%3Dihub>. 12.3.2021
- Buldt, A., Forghany, S., Landorf, K., Murley, G., Levinger, P & Menz, H. 2018. Centre of pressure characteristics in normal, planus and cavus feet. <https://jfootankleres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13047-018-0245-6>. 3.11.2020
- Cleland, J. & Koppenhaver, S. 2011. Netter's Orthopaedic Clinical Examination, An Evidence-Based Approach, 2nd edition.
- Cote, K., Brunet, M., Gansneder, B. & Shultz, S. 2005. Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1088344/pdf/i1062-6050-40-1-41.pdf>. 17.1.2020
- Hamill, J & Knutzen, K. 2009. Biomechanical basis of human movement. 3.Painos. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Harithasan, D., Omar, B & Paungmali, A. 2017. Pattern of alteration in foot mechanics when carrying loads unilaterally in hand. [https://www.researchgate.net/publication/315877287\\_PATTERN\\_OF\\_ALTERATION\\_IN\\_FOOT\\_MECHANICS\\_WHEN\\_CARRYING\\_LOADS\\_UNILATERALLY\\_IN\\_HAND](https://www.researchgate.net/publication/315877287_PATTERN_OF_ALTERATION_IN_FOOT_MECHANICS_WHEN_CARRYING_LOADS_UNILATERALLY_IN_HAND). 24.2.2020
- Heikkilä, T. 2005. Tilastollinen tutkimus. 5.–6. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Hertling, D. & Kessler, R. 2005. Management of common musculoskeletal disorders.
- Higgs, Joy – Jones, Mark A 2008. Clinical decision making and multiple problem spaces. Teoksessa Higgs, Joy – Jones, Mark A. – Loftus, Stephen – Christensen, Nicole 2008. Clinical Reasoning in health professions 3rd Edition. Kolmas painos. Elsevier. Australia.
- Hill, C., Gill, K., Menz, B., Taylor A. 2008. Journal of Foot and Ankle Research 2008; 1(2). Prevalence and correlates of foot pain in a population-based study: the North West Adelaide health study.
- Hills, A., Hennig, E., Mcdonald. & Bar-Or O. 2001. Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. <https://www.nature.com/articles/0801785>. 3.11.2020
- Houglum, P. 2010. Therapeutic Exercise for Musculoskeletal Injuries, Third Edition.
- Hsieh, R., Peng, H & Lee, W. 2018. Short-term effects of customized arch support insoles on symptomatic flexible flatfoot in children. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5976302/>. 24.2.2020
- Irobi, J., Dierick, I., Jordanova, A., Claeys, KG., De Jonghe, P & Timmerman, V. 2006. Unraveling the genetics of distal hereditary motor neuronopathies. Neuromolecular Med 8:131–146.
- Jull, G. Ann, M. Falla, D. Lewis, J. McCarthy, C & Sterling- 2015. M. Grieve's Modern Musculoskeletal Physiotherapy 4th edition.
- Kankkunen, P & Vehviläinen-Julkunen, K. 2017. Tutkimus hoitotieteessä. Helsinki, Sanoma Pro Oy.

- Karandikar, N., Vargas, O. 2011. Kinetic Chains: A Review of the Concept and Its Clinical Applications. *PM&R* 3 739-745.
- Kauranen, K. 2018. *Fysioterapeutin käsikirja*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Kolhs-Gratzoulis, J., Angel, J., Singh, D., Haddad, F., Livingstone, J & Berry, G. 2004. Tibialis posterior dysfunction: a common and treatable cause of adult acquired flatfoot. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC534847/>. 5.3.2021
- Koo, T. & Li, M. 2016. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4913118/>. 28.3.2021
- Langley, B., Cramp, M., Morrison, SC. 2016. Clinical measures of static foot posture do not agree <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5131537/>. 25.3.2021
- Lee, T., Anzel, S., Bennett, K., Pang, D. & Kim, W. 1994. The influence of fixed rotational deformities of the femur on the patellofemoral contact pressures in human cadaver knees. [https://www.researchgate.net/publication/15031586\\_The\\_Influence\\_of\\_Fixed\\_Rotational\\_Deformities\\_of\\_the\\_Femur\\_on\\_the\\_Patellofemoral\\_Contact\\_Pressures\\_in\\_Human\\_Cadaver\\_Knees](https://www.researchgate.net/publication/15031586_The_Influence_of_Fixed_Rotational_Deformities_of_the_Femur_on_the_Patellofemoral_Contact_Pressures_in_Human_Cadaver_Knees). 20.11.2020
- Levangie, P. & Norkin, C. 2011. *Joint structure and function a comprehensive analysis fifth edition*. Davis Company. Philadelphia.
- Levinger, P., Murley, G., Barton, C., Cotchett, M., McSweeney, S. & Menz, H. 2010. A comparison of foot kinematics in people with normal and flat arched feet using the Oxford Foot Model. [http://analysis.edemarcha.com/papers/biomechanica/FTM/UK/comparison%20of%20foot%20kinematics\\_normal%20and%20flat-arched%20feet.pdf](http://analysis.edemarcha.com/papers/biomechanica/FTM/UK/comparison%20of%20foot%20kinematics_normal%20and%20flat-arched%20feet.pdf). 20.11.2020
- Magee, D 2014. *Orthopedic physical assesment*, 6th edition. St.louis, Missouri.
- McLaughlin, P., Vaughan, B., Shanahan, J., Martin, J & Linger, G. 2016. Inexperienced examiners and the Foot Posture Index: A reliability study <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1356689X16306452?via%3Dihub>. 25.3.2021
- Messing, K., Tissot, F., Stock, S. 2008. Distal Lower-Extremity pain and work postures in the Quebec population. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2377000/#r10>. 23.2.2020
- Morrison, S. & Ferrari, J. 2009. Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. [https://www.researchgate.net/publication/38026875\\_Inter-rater\\_reliability\\_of\\_the\\_Foot\\_Posture\\_Index\\_FPI-6\\_in\\_the\\_assessment\\_of\\_the\\_paediatric\\_foot](https://www.researchgate.net/publication/38026875_Inter-rater_reliability_of_the_Foot_Posture_Index_FPI-6_in_the_assessment_of_the_paediatric_foot). 25.3.2021
- Nakajima, K., Kakihana, W., Nakagawa, T., Mitomi, H., Hikita, A., Suzuki, R., Akai, M., Iwaya, T., Nakamura, K ja Fukui, N. 2008. Addition of an arch support improves the biomechanical effect of a laterally wedged insole. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636208002439?via%3Dihub>. 24.2.2020
- Neumann, D. 2017. *Kinesiology of the musculoskeletal system*, Third edition.
- Nilsson, M., Friis, R., Michaelsen, M., Jakobsen & Nielsen, R. 2012. Classification of the height and flexibility of the medial longitudinal arch of the foot. *Journal Of Foot and Ankle Research* 5 (3), 1–9.

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3354337/pdf/1757-1146-5-3.pdf>. 25.3.2021
- Nordin, M. & Frankel, V. 2001. Basic Biomechanics of the Musculoskeletal system third edition.
- Ohlendorf, D., Kerth, K., Osiander, W., Holzgreve, F., Fraeulin, L., Ackermann, H. & Groneberg, D. 2020. Standard reference values of weight and maximum pressure distribution in healthu adults aged 18-65 year in Germany. [https://www.researchgate.net/publication/347552920\\_Standard\\_reference\\_values\\_of\\_weight\\_and\\_maximum\\_pressure\\_distribution\\_in\\_healthy\\_adults\\_aged\\_18-65\\_years\\_in\\_Germany](https://www.researchgate.net/publication/347552920_Standard_reference_values_of_weight_and_maximum_pressure_distribution_in_healthy_adults_aged_18-65_years_in_Germany). 15.10.2020
- Oleksy, L., Mika, A., Lukomska-Gorny, A. & Marchewka A. 2010. Intrarater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) applied as a tool in foot assessment in children and adolescents. [https://www.researchgate.net/publication/215544591\\_Intrarater\\_reliability\\_of\\_the\\_Foot\\_Posture\\_Index\\_FPI-6\\_applied\\_as\\_a\\_tool\\_in\\_foot\\_assessment\\_in\\_children\\_and\\_adolescents](https://www.researchgate.net/publication/215544591_Intrarater_reliability_of_the_Foot_Posture_Index_FPI-6_applied_as_a_tool_in_foot_assessment_in_children_and_adolescents). 25.3.2021
- Orlando, A & King, P. 2004. Relationship of demographic variables on perception of fatigue and discmomfort following prolonged standing under various flooring conditions. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15055504/>. 15.3.2020
- Pareyson, D. & Marchesi, C. 2009. Diagnosis, natural history, and management of Charco-Marie-Tooth disease. *Lancet Neurol* 8:654–667
- Redmond, A. 2005. FPI-6 user guide and manual. <https://studylib.net/doc/8078879/the-foot-posture-index> 25.3.2021
- Saarelma, O. 2021. Jalkaterän sairaudet, jalkakipu. *Terveyskirjasto*. Duodecim. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00268>. 24.4.2021
- Saarikoski, R., Stolt, M., Väyrynen, P. & Lepistö, J. 2016. Terveet jalat.
- Saha, H. 2009. Status (nykytila). Teoksessa H. Saha, T. Salonen & T. Sane (toim.) *Potilaan tutkiminen*. Helsinki: Duodecim, 43-55.
- Saha, H. 2013. Status (nykytila). 2013. Teoksessa H. Saha, T. Salonen & T. Sane (toim.) *Potilaan tutkiminen*. Helsinki: Duodecim, 44-55.
- Sievi. 2020. Sieviscanner. <https://www.sievi.com/fi/tuotteet/sievi-scanner> 27.3.2021
- Stolt, M. Flink, A. Saarikoski, R. Virrantaus, O. Väyrynen, P. 2017. Jalkaterveys.
- Tarrade, T., Doucet, F., Saint-Lo, N., Llari, M. & Behr, M. 2019. Are custom-made foot orthoses of any interest on the treatment of foot pain for prolonged standing workers? <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003687018302254?via%3Dihub>. 15.10.2020
- Tietosuojavaltuutetun toimisto. 2021. Säilytyksen rajoittaminen, Aineiston hävittäminen. *Tietosuoja*. <https://tietosuoja.fi/sailytyksen-rajoittaminen> 25.04.2021
- Watkins, J. 2010. Structure and function of the musculoskeletal system second edition. *Human kinetics*.
- Wozniacka, R., Oleksy, L., Jankowicz-Szymanska, A., Mika, A., Kielnar, R. & Stolarczyk, A. 2019. The association between high-arched feet, plantar pressure distribution and body posture in young women. <https://www.nature.com/articles/s41598-019-53459-w>. 3.11.2020

- Xiong, S., Goonetilleke, R., Witana, C., Weerasinghe, T. & Au, E. 2009. Foot arch characterization a review, a new metric and a comparison. [https://www.researchgate.net/publication/41111646\\_Foot\\_Arch\\_Characterization\\_A\\_Review\\_a\\_New\\_Metric\\_and\\_a\\_Comparison](https://www.researchgate.net/publication/41111646_Foot_Arch_Characterization_A_Review_a_New_Metric_and_a_Comparison). 20.11.2020
- Zhang, B., Yu, X., Liang, L., Zhu, L., Dong, X., Xiong, Y., Pan, Q & Sun, y. 2018. Is the Wedged Insole an Effective Treatment Option When Compared with a Flat (Placebo) Insole: A Systematic Review and Meta-Analysis. <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2018/8654107/>. 25.1.2020
- Zuil-Escobar J, Martínez-Cepa C, Martín-Urrialde J & Gómez-Conesa A. 2018. Evaluating the Medial Longitudinal Arch of the Foot: Correlations, Reliability, and Accuracy in People with a Low Arch. <https://academic.oup.com/ptj/article/99/3/364/5233837>. 25.3.2020



## Osallistujille lähetetty infokirje



### Tiedote tutkimukseen osallistumisesta.

Hei! Teitä pyydetään osallistumaan tutkimukseen.

Olemme kolmannen vuoden fysioterapeuttiopiskelijoita ja teemme opinnäytetyötä, jossa vertaillaan sievin jalkaterän skanneria kliiniseen tutkimiseen. Tutkimuksen osallistujalta tutkitaan jalkaterän asento skannerin, FPI-6 testipatteriston ja ND, MLAA ja FL kliinisten tutkimusten avulla.

Tutkiminen tapahtuisi maaliskuu-huhtikuun aikana. Tutkimuspaikkana toimii Karelia-ammattikorkeakoulun fysioterapian koulutustilat. (Osallistujiin otetaan yhteyttä myöhemmin, kun päivämäärä on tiedossa) Tutkimiseen menee arviolta noin 15 minuuttia.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on siis verrata yllä mainittuja menetelmiä ja saada vertailukelpoisia ja luotettavia tuloksia jalkaterän asennoista.

Tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista ja teillä on oikeus keskeyttää tutkimus, missä tahansa vaiheessa.

Tuloksia ja tietoja käsitellään anonyymisti ja teidän henkilöllisyytenne ei tule esille tutkimuksessa.

Mikäli teille jäi kysyttävää ennen tai jälkeen tutkimukseen osallistumisesta, otahan ystävällisesti yhteyttä.

Matias Rasi

1805561 @edu.karelia.fi

0407452687

Ville Kuusela

1800047 @edu.karelia.fi

0503025155

## Suostumuslomake



### **SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN, JOSSA VERTAILLAAN SIEVISCANNER LAITETTA KAHTEN ERI JALKATERÄN TUTKIMISEN MENETELMÄÄN KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULUSSA / SENDOC – HANKE**

Allekirjoittamalla tämän lomakkeen, suostun osallistumaan yllä mainittuun tutkimukseen, joka on osana Karelia-ammattikorkeakoulussa tekeillä olevaa opinnäytetyötä.

Tiedostan, että opinnäytetyön tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista ja voin keskeyttää tutkimuksen missä tahansa vaiheessa.

Tiedän, että tietojani ja tuloksiani tullaan käsittelemään anonyymisti. Henkilöllisyyteni ei tule esille tutkimuksessa.

**Allekirjoituksellani vahvistan osallistumisen tutkimukseen ja suostun vapaaehtoiseksi tutkimushenkilöksi**

---

Allekirjoitus

Paikka ja päivämäärä

## **Nilkan ja jalkaterän anatomia**

Jalkaterään ja nilkkaan kuuluu 30 lihasta ja 26 luuta. (Hamill & Knutzen 2009, 223). Nilkan luiksi luokitellaan pohje-, sääri- ja telaluu. Jalkaterän luut voidaan jakaa kolmeen eri osa-alueeseen. Etummaiseen, keskimmäiseen ja takimmaiseen osaan. Takimmaiseen osaan kuuluu kantaluu (calcaneus) ja telaluu, keskimmäiseen osaan veneluu (naviculare), kuutioluu (cuboid) ja vaajaluut (cuneiforms), etummaiseen osaan jalkapöydänluut (metatarsals) ja varpaanluut (phalanges). (Neumann 2010, 596–598.)

## **Nilkan ja jalkaterän nivelet**

Ylempi nilkkanivel (talocrural joint) koostuu fibulan (pohjeluu) ja tibian (sääriluu) distaalisesta päästä ja taluksesta (telaluu). (Neumann 2010, 596–597.)

Sillä on kaksi liikettä, joita se mahdollistaa, plantaari- (nilkan ojennus) ja dorsifleksio (nilkan koukistus). (Levangie & Norkin 2011, 447–448). Alempi nilkkanivel (subtalar joint) koostuu taluksesta ja calcaneuksesta. Sen liikkeitä ovat inversio ja eversio. (Neumann 2017, s. 631–634) Keskitarsaalinenivel (transverse tarsal joint) koostuu kahdesta eri nivel liitoksesta. Mediaali osa koostuu tela-veneluu nivelestä (talonavicular joint) ja lateraali osa kanta-kuutioluu nivelestä (calcaneocuboid joint). (Neumann 2017, 610.) Keskitarsaalinenivel ja alempi nilkkanivel toimivat käsikädessä. Molemmilla on toiminnallisesti iso merkitys juuri pronaatio ja supinaatio suunnan kontrolloimisessa ja jalkaterän asennon hallinnassa. (Levangie & Norkin 2011, 455; Neumann 2017, 611.)

Ylemmän nilkkanivelen liikkeiden normaali liikelaajuus lähteiden mukaan on 20° dorsiflexiota ja 50° plantaariflexiota. Kyseenalaistamme lähteet, joissa normaali liikkuvuuden raja alkaisi nollostasta asteesta. Mielestämme se ei voi olla normaali liikelaajuus, koska tarvitsemme nilkan liikkuvuutta esimerkiksi käveltäessä, eikä

se onnistuisi noin vähäisellä liikelaajuudella. Tämän takia nolasta asteesta lähtevää liikkuvuutta ei voida pitää normaalina. (Levangie & Norkin 2011,447; Hoppenfeld 2013, 223) Omaa näkemystämme tukee Levangie ym. (2011, 447), jonka mukaan esimerkiksi tarvittava dorsifleksion määrä tulisi olla vähintään 10 astetta, jotta vältettäisiin poikkeavuuksia.

### **Nilkan ja jalkaterän lihakset**

Jalan päällimäisiin posteriorisiin lihaksiin, joiden päätehtävänä on plantaarifleksio kuuluu gastrocnemius, soleus ja plantaris, nämä lihakset yhdistyvät akillesjänteen, joka kiinnittyy kantaluuhun (calcaneus), jonka kautta plantaari fleksio tapahtuu. (Neumann 2017, s. 631–634)

Anteriorisiin lihaksiin, joiden päätehtävänä on dorsifleksio lasketaan tibialis anterior, extensor digitorum longus, extensor hallucis longus ja fibularis tertius. (Neumann 2017, s. 631–634)

Jalan lateraalsiin lihaksiin, joiden päätehtävänä on eversio kuuluu fibularis longus ja fibularis brevis, nämä lihakset supistuessaan käyttävät lateraali malleolia vipuvartena siirtääkseen voimantuoton eversio suuntaan. (Neumann 2017, s. 631–634)

Syviin posteriorisiin lihaksiin, joiden tehtävänä on inversio, kuuluu tibialis posterior, flexor digitorum longus ja flexor hallucis longus. Tibialis posteriorilla on myös toinen tärkeä tehtävä, se auttaa ylläpitämään neutraalia holvikaarta, jotta jalka ei menisi pes planukseen.(Neumann 2017, s.631–634)

## Keskeisimmät nilkan ja jalkaterän ligamentit

Ylemmän nilkkanivelen (talocrural joint) pää ligamentteja ovat lateraalinen ja mediaalinen ligamentti. Lateraalinen ligamentti koostuu kolmesta eri siteestä. Siteitä ovat etummainen- ja takimmainen tela-pohjeluuside (anterior- ja posterior talofibular ligament) sekä kanta-pohjeluuside (calcaneofibular ligament). Mediaali ligamenttia kutsutaan usein komiositeeksi (deltoid ligament) sen muodon takia. Mediaali ligamenteiksi luokitellaan sääri-veneluuside (tibionavicular ligament), sääri-kantaluuside (tibiocalcaneal ligament), takimmainen sääri-telaluuside (posterior tibiotalar ligament) ja etummainen sääri-telaluuside (anterior tibiotalar ligament). (Kapandji 2019, 166; Magee 2014, 888.) Lateraalisen ja mediaalisen ligamentin tehtävänä on ylemmän nilkkanivelen tukeminen sivuttaissuunnassa ja pitäminen yhtenäisenä. (Levangie & Norkin 211, 444.) Anteriorinen ligamentti tukee talusta estäen tämän liiallista inversio suunnan liikettä. Posteriorinen ligamentti vastustaa nilkan dorsifleksio, adduktio sekä mediaali suunnan kiertoa nilkassa ja taluksessa. (Magee 2014, 889.)

## FPI-6 pisteytystaulukko

	-2	-1	0	+1	+2
<b>Talar head palpation</b>	Talar head palpable on lateral side/ but not on medial side	Talar head palpable on lateral/ slightly palpable on medial side	Talar head equally palpable on lateral and medial side	Talar head slightly palpable on lateral side/ palpable on medial side	Talar head not palpable on lateral side/ but palpable on medial side
Supra and infra lateral malleoli curvature (viewed from behind)	Curve below the malleolus either straight or convex	Curve below the malleolus concave, but flatter/ more than the curve above the malleolus	Both infra and supra malleolar curves roughly equal	Curve below the malleolus more concave than curve above malleolus	Curve below the malleolus markedly more concave than curve above malleolus
<b>Calcaneal frontal plane position (viewed from behind)</b>	More than an estimated 5° inverted (varus)	Between vertical and an estimated 5° inverted (varus)	Vertical	Between vertical and an estimated 5° everted (valgus)	More than an estimated 5° everted (valgus)
<b>Prominence in region of TNJ (viewed at an angle from inside)</b>	Area of TNJ markedly concave	Area of TNJ slightly, but definitely concave	Area of TNJ flat	Area of TNJ bulging slightly	Area of TNJ bulging markedly
<b>Congruence of medial longitudinal arch (viewed from inside)</b>	Arch high and acutely angled towards the posterior end of the medial arch	Arch moderately high and slightly acute posteriorly	Arch height normal and concentrically curved	Arch lowered with some flattening in the central position	Arch very low with severe flattening in the central portion - arch making ground contact
<b>Abduction/adduction of forefoot on rearfoot (view from behind)</b>	No lateral toes visible. Medial toes clearly visible	Medial toes clearly more visible than lateral	Medial and lateral toes equally visible	Lateral toes clearly more visible than medial	No medial toes visible. Lateral toes clearly visible.

Kuva 3. FPI-6 testipatteriston pisteytys ohje. (Anthony Redmond)

**Jalkaterän luokitustaulukko**

	Erittäin matala holvikaari	Matala holvikaari	Neutraali holvikaari	Korkea holvikaari	Erittäin korkea holvikaari
NH	< 2.7 cm	2.7 – 3.5 cm	3.6 – 5.5 cm	5.6 – 6.4 cm	>6.4 cm
ND	-	>10mm	5-9mm	<5mm	-
MLAA	<121°	121 – 130°	131 – 152°	153 – 162°	>162°
FPI-6	< -4	-1 - -4	0 - 5	5 - 9	>9

(Muokattu teoksista: Nilson. Ym. 2012; Langley, ym. 2016.)