

PEDILEN-LESTIEN KÄYTTÖ MITTATILAUSJALKINEISSA



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Visamäki, Muotoilun koulutusohjelma

Visamäki, kevät 2018

Natalia Perepelkina

Muotoilun koulutusohjelma

Visamäki

Tekijä	Natalia Perepelkina	Vuosi 2018
Työn nimi	Pedilen-lestien käyttö mittatilausjalkineissa	
Työn ohjaaja/t	Merianne Nebo, Mirja Niemelä	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön aiheena oli kenkälestien valmistus Pedilen Rigid Foam -kemikaalista. Työssä keskityttiin kenkälestin tuottamiseen ortopedisellä valmistusmenetelmällä ja sen ominaisuuksien havainnoimiseen mittatilausjalkineiden valmistuksessa. Teema-aineiston valintaan vaikutti tekijän kiinnostus yhdistää ortopedinen valmistusmenetelmä standardijalkaisten mittatilausjalkinetyöhön. Pedilen-lestit valmistettiin Mitta-Kenkä-yrityksessä Tampereella, Karoliina Hiltusen ohjauksella.

Tiedonhankinnassa hyödynnettiin lähdekirjallisuutta, teemahaastattelua, tekijän omia havaintoja valmistusprosessin ajalta ja asiakaspalautetta. Kirjallisena lähteenä työssä käytettiin Ameersing Luximonin Handbook of Footwear Design and Manufacture -teosta. Opinnäytetyön teoreettinen osuus alkaa jalkaterän anatomian esittelyllä edeten mittatilausprosessin tarkasteluun ja lopulta kenkälestin valmistukseen sekä konkreettiseen koekäyttöön.

Työn tuloksena olivat Pedilen-kenkälestit, joita käytettiin yksilöllisten mittatilausjalkineiden valmistuksessa. Jalkineiden käyttökokemukset osoittivat kenkälestien valmistuksen ortopedisellä menetelmällä lisänneen jalkineiden mukavuutta.

Avainsanat Anatomia, kenkälesti, mittatilaus, ortopedia, Pedilen Rigid Foam

Sivut 48 s. + liitteet 4 s.

Degree Programme in Design
Visamäki

Author	Natalia Perepelkina	Year 2018
Subject	The Use of Pedilen Shoe Lasts in Custom-made Shoes	
Supervisors	Merianne Nebo, Mirja Niemelä	

ABSTRACT

The topic of this thesis was the creation of orthopaedic shoe lasts using a chemical substance called Pedilen Rigid Foam. The focus was on the manufacturing process of the orthopaedic last and its qualities in the context of custom-made shoe manufacturing. The topic choice was influenced by the author's interest to experiment by combining a method of orthopaedic shoe last manufacturing with the process of creating custom-made shoes for a customer with healthy feet. The Pedilen shoe lasts were made at the Mitta-Kenkä company, with Karoliina Hiltunen's instructions and guidance.

The source material consisted of professional literature, an interview, the author's direct observations of the last making process, and customer feedback. The primary literary source was the Handbook of Footwear Design and Manufacture by Dr Ameersing Luximon. The thesis begins with a look at the foot and its anatomical structures. Methods of making bespoke shoe lasts are also presented, followed by the practical test of making the orthopaedic lasts.

The work resulted in orthopaedic Pedilen shoe lasts, which were used in the manufacturing of a pair of custom-made shoes. The feedback from the customer confirmed that the use of orthopaedic shoe lasts made of Pedilen Rigid Foam increased the comfort of the shoes.

Keywords Anatomy, shoe lasts, custom made, orthopaedics, Pedilen Rigid Foam

Pages 48 p. + appendices 4 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Aiheen rajaus ja tavoitteet	2
1.2	Tutkimuskysymykset	2
1.3	Teoreettinen viitekehys	3
1.4	Prosessikaavio ja tutkimusmenetelmät	4
1.5	Käytetyt käsitteet	5
2	JALKATERÄN ANATOMIA JA JALKASAIRAUDET	7
2.1	Jalkaterän rakenne	7
2.2	Nilkan ja jalkaterän lihakset	9
2.3	Biomekaniikka ja sen toiminnallinen merkitys	11
2.4	Jalkasairaudet.....	13
2.4.1	Ortopediset jalkineet.....	13
2.4.2	Ortopediset tukipohjalliset.....	14
2.5	Yhteenveto	15
3	MITTATILAUSPROSESSI.....	16
3.1	Jalan mittaus	17
3.1.1	Jalkapohjan painannekuva	17
3.1.2	Vahtokumimuotti	20
3.2	Kenkälesti	21
3.2.1	Valmistusmenetelmät	23
3.2.2	Kenkälestin rakenteet.....	24
3.3	Yhteenveto	26
4	MUOTTIAINEET JA PEDILEN-LESTIN VALMISTUSPROSESSI	28
4.1	Kipsi	29
4.2	Kipsinegatiivin valaminen.....	30
4.3	Pedilen Rigid Foam.....	33
4.3.1	Turvallisuus ja terveyshaitat.....	33
4.3.2	Pedilenin valaminen	35
4.4	Muotoilu ja viimeistely.....	36
4.5	Yhteenveto	39
5	KENKÄLESTIEN TESTAUS.....	41
5.1	Mittatilausjalkineet	41
5.1.1	Pedilen-lestin erityispiirteitä mittatilausjalkineiden valmistuksessa	42
5.2	Lopputulokset.....	43
5.3	Yhteenveto	45
6	POHDINTA JA ITSEARVIOINTI.....	46
	LÄHTEET.....	48

Liitteet

- Liite 1 Jalkaterän luusto
- Liite 2 Jalkaterän lateraalinen ja mediaalinen näkymä
- Liite 3 Asiakkaan jalkapainannekuvio ja jalkaterän ympärysmitat
- Liite 4 Haastattelukysymykset

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on ortopedisten kenkälestien hyödyntäminen standardijalkaisten asiakkaiden mittatilausjalkineiden valmistuksessa. Tavoitteena on valmistaa Pedilen Rigid Foam 700 -kemikaalista ortopedisellä valmistusmenetelmällä kenkälestit ja havainnoida niiden ominaisuuksia yksilöllisten mittatilausjalkineiden valmistukseen ja käyttöön liittyen. Työskentelyprosessi ja sen lopputulos lisäävät kokonaisvaltaista ymmärrystä kenkälestien sisältämästä anatomisesta informaatiosta ja sen vaikutuksesta koko ihmiskehoon.

Aiheen valinta pohjautuu tekijän opintoihin ja työkokemukseen jalkinealalla. Opintojen aikana tekijä valmisti mittatilausjalkineet, joiden kenkälestit valmistettiin puuainehioista jalkaterän luonnollisen koveria ja kupe-ria muotoja jäljitellen ja tarvittavia laajuuksia lisäten. Jalkineista saatu palaute viittaa jalkaterien yksilöllisten muotojen huomioimisen tuoneen jalkineisiin lisää mukavuuden ja tukevuuden tunnetta. Aikaisempi työkokemus ortopedisten jalkineiden valmistuksesta sai aikaan halun käyttää ortopedisten kenkälestien valmistusmenetelmää myös standardijalkaisille henkilöille tilanteissa joiden taustalla ei ole toimintoihin vaikuttavia sairauksia. Toiveena on ennaltaehkäistä jalkaterän virhetoimintoja ja mahdollistaa istuvampien jalkineiden suunnittelua.

Ortopedisten kenkälestien ja jalkineiden valmistus on hyvin vaativaa, monimutkaista ja riskialtista käsityötä. Menetelmä eroaa vahvasti teollisuudessa standardijalkaisille valmistetuista kenkälesteistä. Sen käytön vaatimuksina ovat abnormaaliset (poikkeavat) jalanmuodot ja monet vakavat krooniset sairaudet, kuten diabetes, amputaatio ja nivelreuma. Teeman valinnan mielekkyyttä tukee myös aikaisemman aineiston vähäisyys menetelmän potentiaalin huomioon ottaen. Ortopediset jalkineet ovat optimaalisen yksilöllisesti valmistettuja jalkineita, joilla korjataan jo aiheutuneita vahinkoja, mutta voidaanko olettaa valmistusmenetelmän myös ennaltaehkäisevän kehoista jalkineista tulevaisuudessa aiheutuvia jalkasairauksia?

Kenkälesti on jalkaterän jäljennös, mikä nostaa anatomisen lähestymisen kriittisen tärkeäksi lähtökohdaksi. Näin ollen opinnäytetyön teoreettisessa osiossa tarkastellaan jalkaterän anatomisia rakenteita, mittatilauskonseptia ja käsiteltävässä valmistusmenetelmässä käytettävien kemikaalien koostumusta ja niiden turvallisuutta. Opinnäytetyön lopputulos, Pedilen-kenkälestit, valmistetaan Tampereella ortopedisiä jalkineita valmistavassa Mitta-Kenkä Oy -yrityksessä Karoliina Hiltusen ohjeistuksella.

1.1 Aiheen rajaus ja tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on valmistaa standardijalkaiselle henkilölle ortopedisellä valmistusmenetelmällä yksilölliset kenkälestit, joiden konkreettisia ominaisuuksia ja toiminnallisuutta testataan valmistamalla hänelle myös mittatilausjalkineet sekä esitellä valmistusmenetelmää ja kannustaa tulevia opiskelijoita perehtymään aiheeseen.

Tämän työn lähtökohdat eivät ole lääketieteelliset, eikä prosessiin osallistuvalla henkilöllä ole diagnosoituja jalkaongelmia. Tavoitteena on kokeilu, jossa haastava ortopedinen valmistusmenetelmä asetetaan sille vieraseen ympäristöön uusia lähtökohtia huomioon ottaen. Koska ihmiskeho on biologinen kokonaisuus, jonka osat ovat jatkuvassa yhteydessä toisiinsa, on lestin suunnittelun ja valmistuksen valintojen kannalta kriittisen tärkeää ymmärtää käsiteltävän kokonaisuuden toiminnallisten rakenteiden roolit. Tämän johdosta teoreettisessa osiossa käsitellään myös jalkaterän anatomiaa ja mahdollisia toimintahäiriötä sekä lopuksi pohditaan kenkälestin vaikutusta niihin. Käsiteltävien aiheiden laajuuden ja aikarajan vuoksi työssä ei käsitellä mittatilausjalkineiden valmistusta kokonaisuudessaan, vaan esittelyssä ovat ainoastaan kenkälestien kannalta asianmukaiset yksityiskohdat.

1.2 Tutkimuskysymykset

Opinnäytetyölle asetettu tutkimuskysymys:

- Miten Pedilen-lestiä voidaan hyödyntää mittatilausprosessissa?

Tarkentavat kysymykset:

- Millainen on Pedilen-lestin valmistusprosessi?
- Mitkä ovat Pedilen-lestin erityisominaisuudet mittatilausjalkineen valmistuksessa?
- Miten Pedilen-lestin valmistus ja kemikaalien käyttö vaikuttavat valmistusprosessiin?

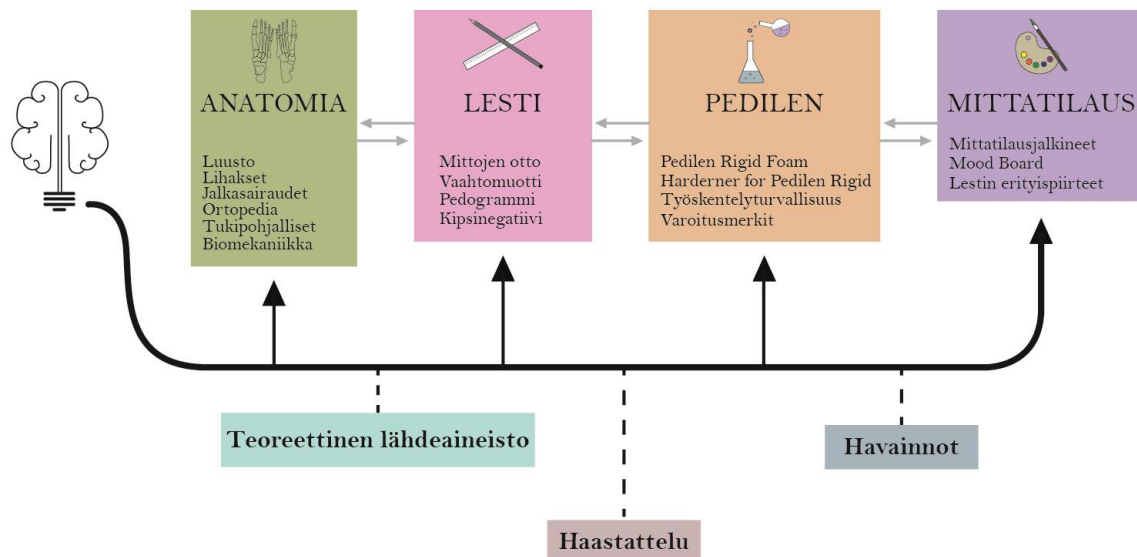
Lisäkysymykset:

- Voiko ortopediassa käytettyjä kenkälestin valmistusmenetelmiä käyttää istuvuuden lisäämiseksi standardijalkaisille asiakkaille tarkoitettujen jalkineiden valmistuksessa?

1.3 Teorettinen viitekehys

Teorettinen viitekehys (kuva 1) esittää visuaalisesti opinnäytetyössä käsiteltävät aihealueet ja niiden väliset liitokset, jotka toimivat opinnäytetyön tutkimuskysymysten selkärankana. Työn avaintemoina ovat anatominen rakenne, kenkälestit, ortopedia ja Pedilen Rigid Foam 700 -kemikaali, joiden asiayhteydet osoitetaan kuvassa 1 harmailla osoittimilla. Työn keskiössä ovat yksilöidyt kenkälestit, joihin liitetään rakenteidensa kautta jalkaterän anatomian lyhyt käsittely. Luvussa 2 käydään läpi jalkaterän luustruktuuria (*rakennetta*), lihaksia ja holvikaarirakenteita sekä yleisiä jalkasairauksia ja ortopediaa.

Koska kenkälesti on jalkaterän jäljennös, anatomian ja ortopedian käsittely on relevanttia. Ortopediaosiossa käsitellään pinnallisesti yleisiä jalkasairauksia ja niiden hoidossa valmistettavien ortopedisten jalkineiden ja tukipohjallisten tarkoitusta. Pedilen Rigid Foam on suunniteltu ortopedisten tuotteiden valmistukseen ja sitä käytetään erityisesti ortopedisten kenkälestien valmistuksessa. Pedilen-osiossa tarkastellaan tarkemmin kemikaalin ominaisuuksia, käyttövaatimuksia sekä työskentelyturvallisuutta ja lopuksi esitellään sen käyttöä kenkälestin valmistusprosessissa. Työn viimeisessä osiossa havainnoidaan lestien ominaisuuksia valmistamalla niitä käyttäen yksilölliset mittatilausjalkineet ja tuodaan esille huomioita Pedilen-lestin käytöstä mittatilausjalkineiden valmistuksessa. Työssä hyödynnetään havaintoja Pedilen-lestien ja mittatilausjalkineiden valmistuksen ja käytön ajalta.



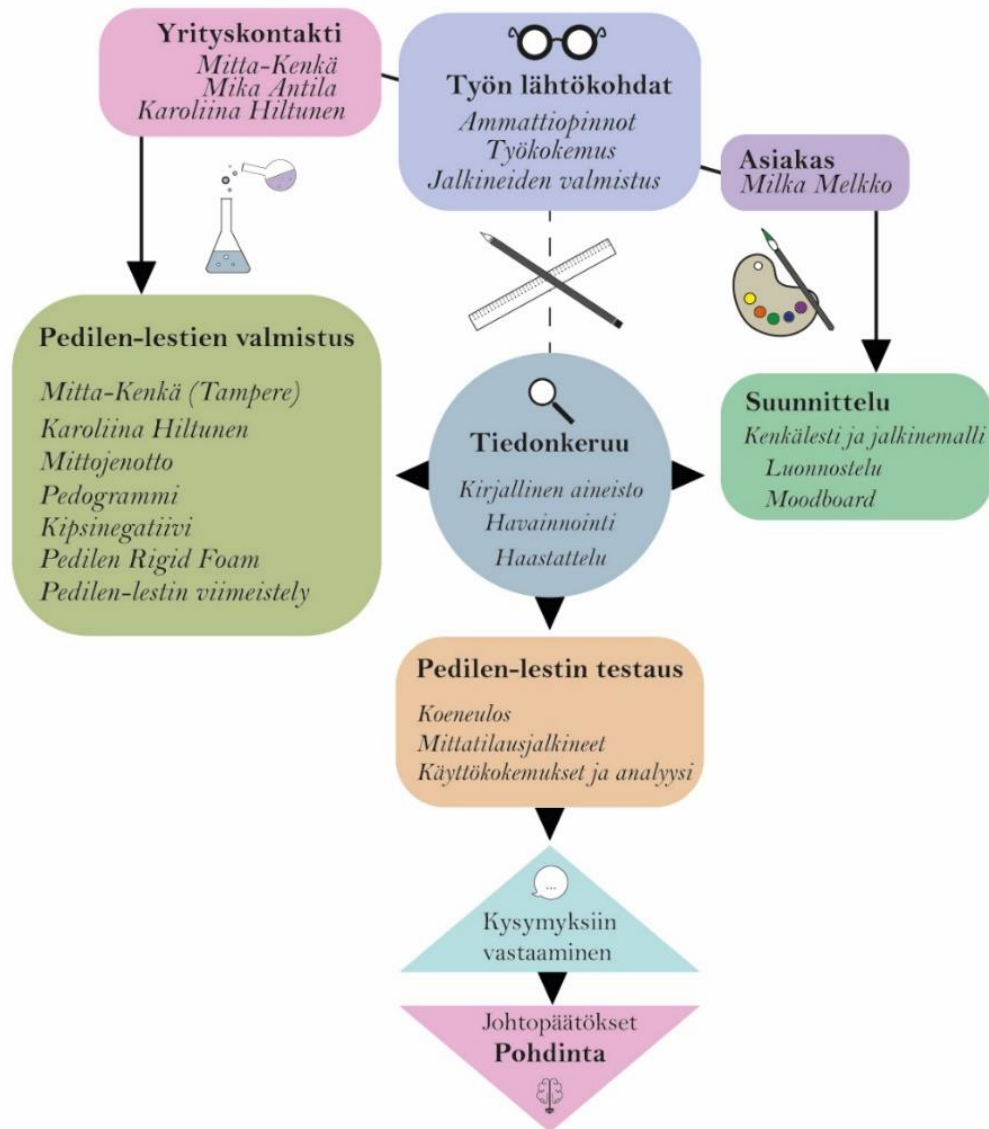
Kuva 1. Opinnäytetyön viitekehys.

1.4 Prosessikaavio ja tutkimusmenetelmät

Tämän opinnäytetyön eteneminen esitetään prosessikaaviossa (kuva 2). Kaavio koostuu kolmesta osa-alueesta, jotka ohjaavat työn etenemistä. Tutkimusmenetelmäksi on valittu kvalitatiivinen lähestymistapa tapaus-tutkimuksen kautta, ja tutkimuskysymyksiin vastataan nojaten teoreettiseen aineistoon, teemahaastatteluun ja opinnäytetyön lopputuloksen käyttökokemusten analysointiin.

Käsittelyn alla olevaa kenkälestien valmistusmenetelmää ei ole tähän mennessä esitelty julkisesti, ja saatavilla on niukasti lähdetietoa. Tästä syystä yhdeksi tiedonkeruumenetelmäksi on valittu puolistrukturoitu teemahaastattelu jalkinemestari Mika Antilan kanssa, jolle pitkä työkokemus erityisjalkineiden valmistuksesta on tuonut vahvaa tietoa ja ammattitaitoa. Teemahaastattelu mahdollistaa joustavan keskustelun ja antaa ammattilaiselle täyden vapauden päättää vastaustensa laajuuden. Toisena yrityskontaktina toimii Karoliina Hiltunen, joka ohjeistaa kenkälestien valmistusprosessissa.

Lähdeaineistona käytetään jalkinealan ja lääketieteen kirjallisuutta, Internet-sivustoja ja -julkaisuja, havainnointia, palautetta ja teemahaastattelua. Lähdekirjallisuudessa tärkeimpinä teoksina toimivat Handbook of Footwear Design and Manufacture, Jalat ja terveys sekä Tuki- ja liikunta-elimistö -teokset. Lisäksi käsitellään Pedilen Rigid Foam -kemikaalin käyttö-turvallisuutta. Työn lopputuloksen ja mittatilausjalkineiden suunnitteluvaiheet kulkevat työskentelyssä rinnakkain, sillä prosessin aloitus vaatii alustavan informaation valmistettavan lopputuloksen ominaisuuksista ja käyttötarkoituksesta. Pedilen-kenkälestien valmistumisen jälkeen tuotetaan niitä käyttäen mittatilausjalkineet, mikä tuo käytännön tasolla esille lestien ominaisuudet. Prosessin lopuksi analysoidaan jalkineiden käyttökokemuksia ja reflektoidaan opinnäytetyön prosessin kulkua.



Kuva 2. Opinnäytetyön prosessikaavio.

1.5 Käytetyt käsitteet

Tässä opinnäytetyössä esiintyvät käsitteet:

Antropometria: Oppi ihmisruumiin mittasuhteista (Suomisanakirja n.d.)

Biomekaniikka: Biologisen järjestelmän liiketoimintojen tutkiminen ja analysoiminen (Duodecim 2016)

Jalkaortoosi: Jalkineissa käytettävä tukipohjallinen, jolla voidaan muuttaa jalan toimintaa, korjata virheasentoja, tukea jalkaa tai keventää kuormitusta (Liukkonen & Saarikoski, 2013)

Kinetiikka: Liikeoppi (Suomisanakirja n.d.)

Kineettinen ketju: Liikeketju – liikkeen kulkua esimerkiksi alimmasta nivelestä ihmiskehon läpi ylimpään niveleen asti (UKK-Instituutti n.d.)

Kvalitatiivinen tutkimus (engl. qualitative research): Laadullinen tutkimus, jossa pyritään ymmärtämään kokonaisvaltaisesti kohteen laatua, ominaisuuksia ja merkityksiä (jorpela n.d.)

Lateraalinen: Ulkosyrjäinen (Duodecim n.d.)

Latuskajalka: Jalkaterä, jonka holvijärjestelmä on laskeutunut ja sen sisäsyrjä koskettaa alustaa (Duodecim n.d.)

Mediaalinen: Sisäsyrjäinen (Duodecim n.d.)

Morfologia: Muoto-oppi (jorpela n.d.)

Ortoosi: Tukilaite, joka ehkäisee tai oikaisee raajan virheasentoja (Respecta n.d.)

Ortopedia: Lääketieteen haara, joka tutkii ja hoitaa liikunta- ja tukielinten epämuodostumia, sairauksia ja vammoja (Duodecim n.d.)

Palpaatio: Käsin tunnustelu (Duodecim n.d.)

Pronaatio: Säären sisäkierto (jalkaterän ulkosyrjä nousee) (jorpela n.d.)

Supinaatio: Säären uloskierto (jalkaterän sisäsyrjä nousee) (jorpela n.d.)

Termoplastinen: Lämpömuokattava materiaali (suomisanakirja n.d.)

2 JALKATERÄN ANATOMIA JA JALKASAIRAUDET

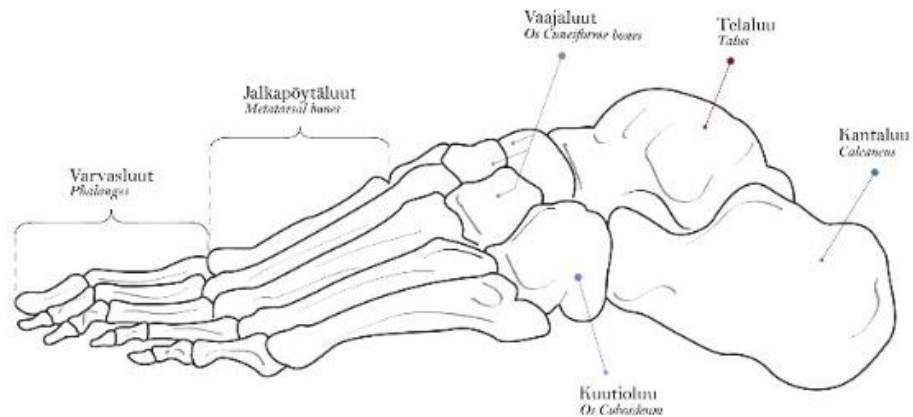
”Anatomia on oppi elävän ruumiin muodoista ja rakenteista” (Hervonen 2001, 13). Tässä luvussa käsitellään lyhyesti jalkaterän anatomisia rakenteita ja niiden mahdollisia toimintahäiriöitä. Jalkineiden vastuullisen valmistuksen kannalta on tärkeää ymmärtää kokonaisvaltaisesti jalkaterän sisäinen ja ulkoinen kokonaisuus. Kuten Aki Choklat (2012, 30) Footwear Design -teoksessa mainitsee, mittasuhteiltaan pieni jalkaterä on ihmiskehon monimutkaisin struktuuri, joka on jatkuvan rasituksen alla ja suorassa yhteydessä ihmiskehon kokonaisvaltaiseen hyvinvointiin. Olisi hyvä pitää mielessä, että vain selkeä tietoisuus jalkaterien muodoista ja antropometrisista ominaisuuksista mahdollistaa hyvin istuvien ja terveyttä edistävien jalkineiden suunnittelun sekä valmistuksen (Xiong & Zhao 2013, 85).

2.1 Jalkaterän rakenne

Jalkaterä on monimutkainen kokonaisuus, joka koostuu varpaista, jalkapöydästä ja nilkasta. Se muodostuu 26:sta eri kokoisesta ja muotoisesta luusta, jotka nivELYTYVÄT toisiinsa 55 nivelen välityksellä. (Liukkonen & Saarikoski 2013, 70; Saaristo 1989, 14–15.) Hahmottamisen helpottamiseksi tämä struktuuri voidaan jakaa pituussuuntaisesti etuosaan, keskiosaan ja takaosaan sekä poikittaissuuntaisesti sisä- ja ulkoreunaan (Ala-Kokko & Koivulampi 2008, 8). Jalkaterän etuosaan kuuluvat varvasluut ja jalkapöytäluut. Keskiosa taas muodostuu veneluusta, kuutioluusta ja kolmesta, epäsäännöllisen muotoisesta vaajaluusta ja jalkaterän takaosaan kuuluvat kookas kantaluu sekä sen päällä sijaitseva telaluu. Jalkaterän rakenne esitetään kuvissa 3 ja 4, jotka ovat nähtävissä suuremmassa koossa opinnäytetyön liitteissä (Liite 1 & 2). Varpaat ovat jalkaterän päässä sijaitsevia lyhyitä ulokkeita, jotka muodostuvat 14 luusta ja nivELYTYVÄT jalkaterään jalkapöytäluiden uloimpien nivelten kautta. Jalkapöytä koostuu viidestä pitkästä jalkapöytäluusta, joista kolme ensimmäistä luuta (nro. 1, 2 & 3) yhdistyvät kolmeen vaajaluuhun ja kaksi viimeistä (nro. 4 & 5) yhdistyvät yhdessä kuutioluuhun. Keskimäinen vaajaluu (nro. 2) on luokiteltu jalkapöydän korkeimmaksi kohdaksi (rintapisteeksi), joka toimii kriittisenä pisteenä jalkineiden valmistuksessa. Suhteellisen pienen kokoinen telaluu siirtää kehonpainoa kantaluulle ja mahdollistaa näin jalkaterän nivELYTYMISEN sääreen. (Saaristo 1989, 15–16.)

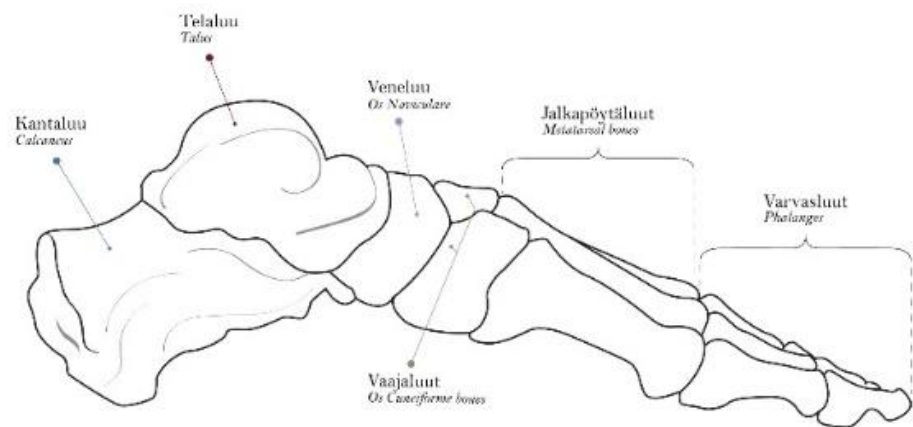
Lateraalinen näkymä

(Ulkoisnäkö)



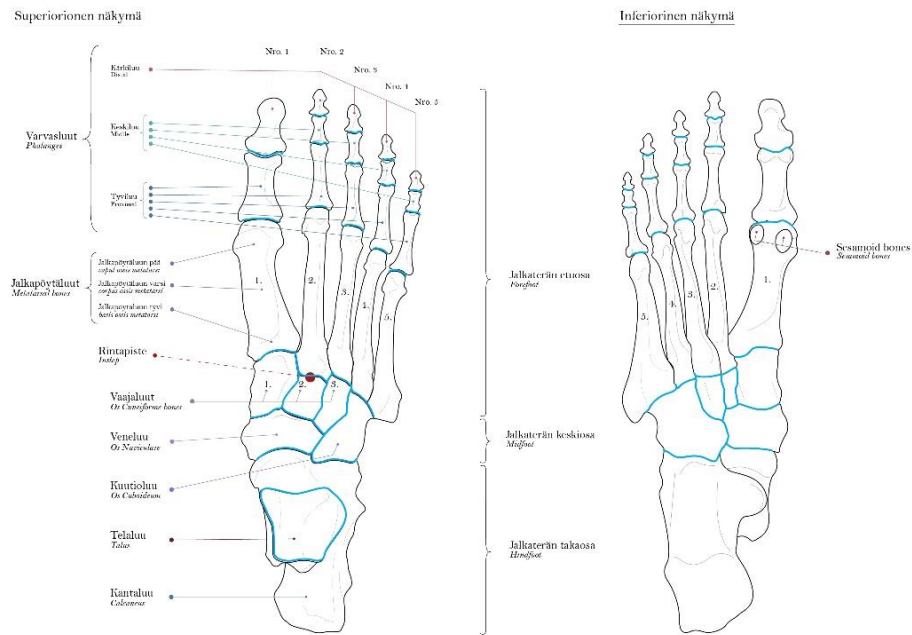
Mediaalinen näkymä

(Sisäisnäkö)



Kuva 3. Jalkaterän lateraalinen ja mediaalinen näkymä. Mukaelma Grayn Fig. 290 & Fig. 291 kuvista (Bartleby 2000).

Nilkka koostuu yksittäisistä nivelten ja nivelsiteiden toisiinsa nivelyivistä kokonaisuuksista – nilkkaaluista ja niitä ympäröivistä kudoksista sekä seitsemästä luusta: kantaluu, telaluu, veneluu, kuutioluu ja kolme vaajaluuta. (Saaristo 1989, 15, 16.) Hervosen (2001, 241) mukaan se on luisevalta rakenteeltaan verrattavissa ranteeseen, mutta on kuitenkin korostettava, että siinä missä käsi on geneerinen tartuntaelin, jalka on erikoistunut kantamaan ja tasapainottamaan ruumiin painon. On tarpeellista myös mainita jalkaterän tärkeimmät nilkkarakenteet, ylempi (*talocrural joint*) ja alempi nilkkanivel (*subtalar joint*). Yhdessä ne ylläpitävät tasapainoa pystyasennossa ja kävellessä. Ne ovat lujia nivelmuodostelmia, jotka myös mahdollistavat kävelyssä tarpeellisen iskunvaimennuksen. (Ala-kokko & Koivulampi 2008, 8.)

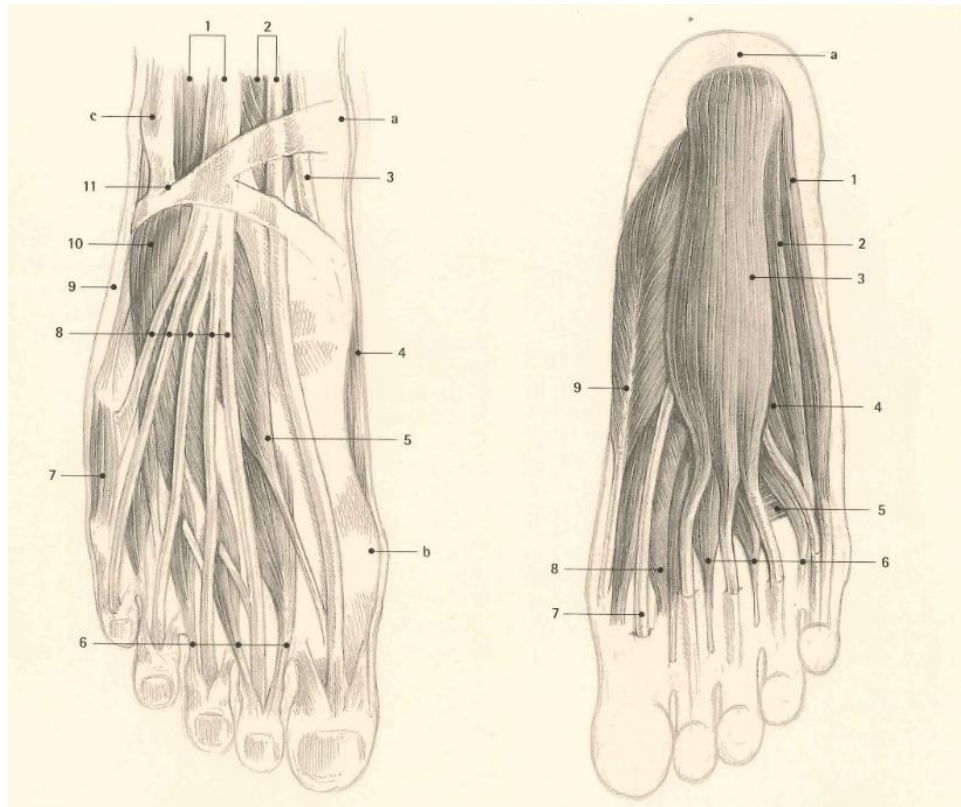


Kuva 4. Jalkaterän luusto. Mukaella Grayn Fig. 268 & Fig. 269 kuvista (Bartleby 2000).

2.2 Nilkan ja jalkaterän lihakset

Luisten rakenteiden liikuttamiseen vaaditaan liikevoimaa tuottavia motorisia kokonaisuuksia eli luurankolihasia. Nämä lihakset koostuvat lihaskudoksesta: hermoista, verisuonista ja lihassäikeistä. Ne ovat supistus- ja laajennuskykyisiä elimiä, jotka sidekudosjuosteen välityksellä kuljettavat ja säätelevät luiden liikkumiseen tarvittavia voimia sillä hetkellä tarvittaviin osiin. Tasapainoisen kehon siirtämisen toteuttamiseksi tarvitaan vähintäänkin kaksi vastakkaista kineettistä liikeketjua, jotka samanaikaisesti säätelevät liikettä ja määrittelevät niveliin kohdistuvaa rasitusta. (Solunetti n.d.)

Jalkaterän kohdalla alaraajan luita ympäröivät tukevat sidekudoskalvot ja tiheet lihasmassat, jotka kapenevat jyrkästi ja muuttuvat pitkiksi jänteiksi yhdistäen lihakset luihin (kuva 5) ja jatkaen juuriston tavoin nilkanivelten ylitse ja sivuitse nilkkaluiden sekä jalkapöydän välistä yksittäisiin varvasluihin. Nilkan, jalkapöydän ja varpaiden pienet nivelluut muodostavat joustavan jalkaholvin, joka niveltyy sääriluihin. Holvikaaren avustuksella kehon paino jakautuu tasaisesti kantapäähän ja jalkapöydän välille (kuva 6). (Hervonen 2001, 241, 247–248.) Neljä lihasryhmää voidaan mainita nilkan toimintojen kannalta tärkeiksi: säären etupuolen ja ulkosivun lihakset, pinnallinen pohjelihas sekä syvät pohjelihas. (Saaristo 1989, 19–20.)



Kuva 5. Jalkaterän lihakset (László & Mólnar 2006, 20).

Ala-Kokko ja Koivulampi mainitsevat työssään jalkaterän jalkaholvirakennelman sisältävän kolme tärkeää kaarta (kuva 6), jotka yhdessä mahdollistavat ihmiskehon painon tasaisen jakautumisen jalkaterälle:

1) Mediaalinen pitkittäiskaari (Medial arch)

Sisäsyryllä sijaitseva kaari on olennainen tuki seisoma-asennossa. Se koostuu ensimmäisestä jalkapöytäluusta, ensimmäisestä mediaalisesta vaajaluusta, veneluusta, telaluusta ja kantaluusta. Tämän rakenteen kannalta vaikuttavia lihaksia ovat takimmainen säärilihäs (tibialis posterior), pitkä pohjeluulihäs (m. peroneus longus), isovarpaan pitkä koukistajalihas (m. flexor hallucis longus) ja isovarpaan loitontajalihas (m. abductor hallucis longus).

2) Lateraalinen pitkittäiskaari (Lateral Longitudinal Arch)

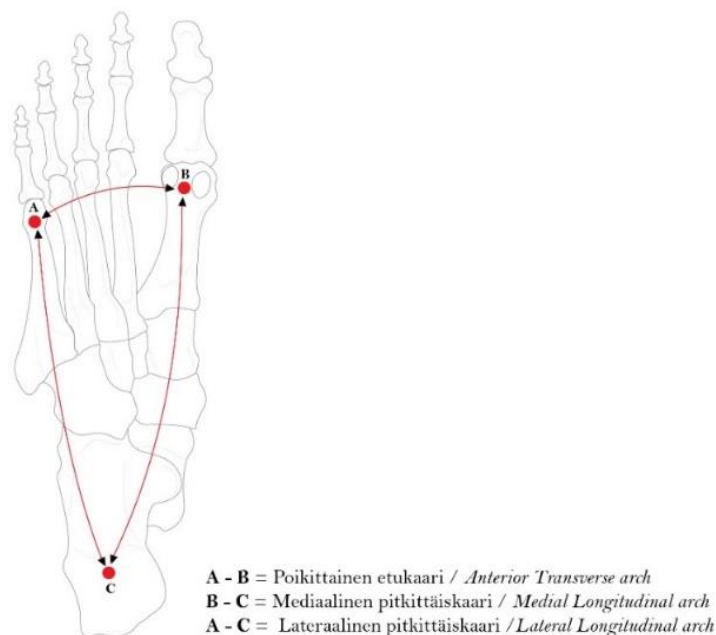
Ulkosyrylle sijoittuva kaari on rakenteeltaan huomattavasti matalampi ja suurimmaksi osaksi jäykästä, luisevasta olemuksestaan huolimatta tärkeä rakenteen osa, joka tasapainottaa ihmiskehoa ja mahdollistaa sopeutumisen alustan sekä maaston epätasaisuuksiin. Struktuurissa vaikuttavia lihaksia ovat lyhyt ja pitkä pohjeluulihäs (m. peroneus brevis & m. peroneus longus) ja pikkumarpaan lyhyt loitontajalihas (m. abductor digiti minimi). Kaari rakentuu kantaluusta, kuutioluusta ja pikkumarpaan viidennestä jalkapöydänluusta.

3) Poikittainen etukaari on jaettu laajuutensa vuoksi kolmeen osaan (Anterior Transverse Arch)

Ensimmäinen poikittainen etukaari sijaitsee jalkapöytäluiden kärjenpuoleisessa (distaalisessa) päädyssä. Sen tukena toimivat isovarpaan lähentäjälihas (m. adductor hallucis) ja hauraat jalkapöytäluiden välisiteet.

Toiseen poikittaiseen kaareen vaikuttaa pitkä pohjeluulihas (m. peroneus longus), joka sijaitsee jalkapöytäluiden osiossa vaajaluun ja kuutioluun välissä.

Kolmannen kaaren sijainti on aivan veneluun ja kuutioluun tasolla. Tukirakenteena sille toimivat takimmainen säärilihas (m. tibialis posterior) ja usean jalkapohjan jänne. (Ala-Kokko & Koivulampi 2008, 10–11; Hierontajaakko 2005.)



Kuva 6. Jalkaterän kolme holvikaarijärjestelmää.

2.3 Biomekaniikka ja sen toiminnallinen merkitys

Biomekaniikalla tarkoitetaan biologisten liiketoimintojen tutkimista ja analysointia. Ihmiskehon mekaanisten toimintojen ymmärtämiseen tarvitaan anatomisten rakenteiden selkeää hahmottamista. Tämä ymmärrys auttaa välttämään tuke- ja liikuntaelimestölle haitallisia liikemalleja. (Ala-Kokko & Koivulampi 2008, 8; UKK-instituutti n.d., 1.)

Koska ihmisen liikkuminen on alaraajojen varassa, vain ne pitävät ihmiskehoa vakaasti tasapainossa ja siirtävät sitä haluttuun suuntaan samanaikaisesti askelluksen aiheuttamaa värinää vaimentaen. Askelsykli on tuki- ja liikuntaelimistössä tapahtuva monimutkainen liikekokonaisuus, jossa jalka vastaanottaa alkukosketuksen alustaan. Se perustuu kehon painon siirtoon ja alustan epätasaisuuksiin sopeutumiseen. Askelluksen onnistuneeseen suorittamiseen ei alustan laajan pinta-ala yksinään riitä, vaan sen lisäksi tasapainon säilyttämisen vaatimuksena on myös alustan tukevuus. Jalat mahdollistavat kehon liikehdinnän kolmessa ulottuvuudessa: pyörähdys, siirtyminen oikealle ja vasemmalle, ylös, alas sekä eteen ja taakse. Näin ollen kaikessa liikkumisessa on vain kyse painopisteen siirrosta haluttuun suuntaan, jolloin liikkeiden aiheuttamat työntövoimat siirtyvät alkukosketuspinnasta ketjureaktion omaisesti seuraaviin liitoksissa oleviin rakenteisiin kuormittaen samalla niveliä. Kehon sopeutuminen alustojen esilaisiin pintoihin tapahtuu pitkälti nilkan pallonivelen ansiosta. Sen tarkoituksena on liikkua moneen suuntaan ja näin ylläpitää koko kehon asentoa tasapainossa jalkaterän yrittäessä sopeutua alustan epätasaisuuksiin. Luurakenteiden tärkeästä roolista huolimatta todellisuudessa lihaksistolla on suurin vastuu kehon toiminnallisuudesta niiden erikoistuneiden sidekudosrakenteiden ansiosta. Kehon mekaaniset toiminnot tapahtuvatkin kineettisinä ketjuina. Tämä tarkoittaa sitä, että liikkuesssa kaikki voimat heijastuvat alustasta jalkaterään ja kulkevat kaikkien nivelten läpi. Keskivartalon tehtävänä on toimia tässä ketjussa vakaana osana, joka tukee kehoa ja antaa liikkuvien osien suorittaa tehtävänsä jo alkaneessa ketjureaktiossa. Ihmiskehon kineetiikassa vakaana osana jalkaterä joutuu liikkeissä monesti suurempien työntövoimien rasituksen alaiseksi kuin ollessaan paikallaan. (Reichert 2008, 168; UKK-instituutti n.d., 8, 11, 12.)

Häiriötilanteiden muodostuminen vaikuttaa koko kineettisen ketjun toimintaan, mikä voidaan havaita rakenteiden virheasentoina ja nivelissä ilmenevinä kiputiloina. Seuraavassa esimerkissä havainnollistetaan tapahtumareaktion toiminnalliset vaikutukset: Liikkeiden toimintamallien muuttuessa lantionkorin kallistuskulma muuttuu etupainoiseksi, jolloin selkään muodostuu rakenteellinen asentovirhe, notkoselkä. Siitä liike jatkaa lonkkaan ja muodostuu sisäkierto, jossa polvi aloittaa sisäänpäin painumisen ja polvilumpio yrittää pyrkiä ulospäin. Seuraavaksi reisilihaksen linja siirtyy ulospäin ja sääressä tapahtuu asennon muutos sisäänpäin. Lopuksi kantajänne ohjautuu kaarevaksi, jolloin alemmassa nilkkanivelessä (subtalariinivel) alkaa muodostua pronaatio, joka näyttäytyy jalkaterän ulkosyrjän nousemisena. Liikkuminen on siis monien kehonosien yhtäaikaista ja harmonista dialogia, jossa yksi toiminto tarvitsee aina toista pystyäkseen säilyttämään hauraan symbioosin. Näin ollen riittävän laaja kosketusalusta ja ihmiskeholle luontaisesti matalalle sijoitettu painopiste parantavat merkittävästi kehon tasapainon hallintaa ja vähentävät rasituksessa nivelten kulumista. (UKK-instituutti n.d., 9, 11, 13.)

2.4 Jalkasairaudet

Ihmiskeho on kokonaisuus, jossa jokainen osa on jatkuvasti niin sisäisten kuin ulkoistenkin muutosten vaikutuksen alaisena. Jalkasairauksien muodostumiseen vaikuttavat geneettiset deformaatiot, neuromuskulaariset sairaudet (hermo-lihassairaudet), tulehdukset, traumat ja epäsopivien jalkineiden aiheuttamat toimintahäiriöt. Saariston mukaan tavanomaiset jalkavaivat ovat kuitenkin vain ihovaurioita, kuten haavaumia, vesikelloja, känsiä ja limapusseja, jotka johtuvat ihon poikkeuksellisesta altistumisesta hankaukselle. (Ng 2013, 91–112; Saaristo 1987, 32.) Jalkasairauksien ja traumojen kirjo on laaja, ja niistä yleisimmät esitetään taulukossa 1. Jaloissa muodostuneiden oireiden helpottamiseksi on kehitetty erityisiä apuvälineitä ja yksilöllisesti valmistettuja jalkineita, joilla minimoidaan oireiden vaikutusta päivittäisissä toiminnoissa. Vaikeissa tilanteissa valmistetaan lääkärin lausunnolla täysin ortopediset jalkineet ja yksilölliset tukipohjalliset, joilla pyritään kompensoimaan jalkaterässä esiintyviä jalkasairauksia ja virheasentoja. Jalkineiden valmistuksen kannalta voidaankin pitää merkittävänä tiedostaa mahdollisten rakenteellisten komplikaatioiden ilmaantuminen eri muodoissa.

Taulukko 1. Yleisiä jalkasairauksia.

Suomi	Latina	Englanti
Amputaatio	Amputatio	Amputation
Alaraajojen pituuserot		Limb length discrepancy
Kampurajalka	Metatarsus Adductus	Clubfoot
Kaarijalka (korkeakaarinen jalka)	Pes Cavus	High arch
Kipu jalkaterässä	Metatarsalia	
Lattajalka	Pes Planus	Flatfoot
Länkisääri	Genu Varum	Bowl-leggedness
Nivelreuma	Rheumatoid arthritis	
Sokeritauti	Diabetes mellitus	Diabetes
Vaivaisenluu	Hallux valgus	Bunion
Varpaiden epämuodostumat		Toe deformities
Vasaravarpaat	Digitus malleus	Hammertoes

2.4.1 Ortopediset jalkineet

Ortopedia on lääketieteen ala, joka tutkii ja hoitaa liikunta- ja tukielinten sairauksia, traumoja ja epämuodostumia. Tässä luvussa käsitellään alaraajaortopediaa, jossa hoitona on useimmiten yksilöllisesti valmistetut erityisjalkineet. Näissä jalkineissa huomioidaan lääkärin diagnoosi, kummankin jalan mitat, jalkasairaudesta johtuvat tarpeet sekä asiakkaan henkilökohtaiset toiveet. Tampereella 1.2.2018 haastateltu Antila kertoo ortopedisten jalkineiden tarpeellisuuden taustalla olevan onnettomuuksista seuranneet traumat, varvasamputaatiot, jalkaterän epämuodostumat, nestetasapainohäiriöstä johtuva turvotus sekä krooniset jalkasairaudet, kuten esimerkiksi diabetes ja nivelreuma, jotka vaikeuttavat huomattavasti jokapäiväistä elämää.

Ng (2013, 90—114) tuo ilmi kirjoittamassaan kappaleessa monien kehnosti sopivien jalkineiden usein tuottavan ihmiskehoon rakenteellisia häiriöitä, jotka myöhemmin aiheuttavat toimintaa rajoittavia kiputiloja. On valitettavaa todeta, että vasta tässä vaiheessa, kun jalkaterän kiputilat muuttuvat sietämättömiksi, tutkitaan syvemmin oireiden aiheuttajia. Monissa tämän kaltaisissa tilanteissa päädytäänkin lopulta hoitamaan oireita yksilöllisten tai täysin ortopedisten jalkineiden valmistuksella. Vastuullisessa jalkineiden suunnittelussa tulisikin huomioida mahdollisia seurauksia käytettävistä menetelmistä, sillä jalkineiden suunnittelulla voidaan välttää ja lievittää jo olemassa olevia oireita. Ng painottaakin oireiden ymmärtämisen olevan oleellista luotaessa niihin helpotus- ja parannuskeinoja.

Toisin kuin tehdasvalmisteisissa jalkineissa, ortopedisissa jalkineissa huomioidaan käyttäjän yksilölliset ominaisuudet. Nisulan (2012, 20) mukaan tehdasvalmisteisiin jalkineisiin on kyllä mahdollista tehdä tarvittavia muutostöitä, kunhan kyseessä ovat pienimuotoiset muutokset, mutta on ymmärrettävää, että vaikeissa tapauksissa poikkeuksetta valmistetaan ortopediset jalkineet, joihin kuuluvat myös optimaalisen yksilölliset tukipohjalliset. Niiden valmistuksessa huomioidaan oireiden mukaisia tarpeita, kuten kenkälestin laajuus, varpaiden vaatima sisätilan korkeus ja tarvittavan tukevuuden takaaminen pidennetyillä ja vahvisteluilla kantapeilla sekä tarvittaessa iskunvaimentavalla ulkopohjalla, kiilauksella, keinoilla tai kevenyksillä. Nisula mainitsee, että henkilöille, joille arkielämän toiminnat ovat haasteellisia, valmistetaan jalkineita jokaiselle vuodenajalle ja eri käyttötarkoituksiin. Tämän tavoitteena on mahdollistaa jalkineiden jatkuva tuki. Tämä on tärkeää, sillä tukien poistamisen riskinä on rakenteellisten korjausten palautuminen ennalleen tai pahimmassa tapauksessa virheasentojen ja paikallisten traumojen muodostuminen. (Nisula 2012, 20.)

2.4.2 Ortopediset tukipohjalliset

Biomekaniikan ymmärryksen edistyminen mahdollisti korjaavia toimenpiteitä, joiden ansiosta ryhdyttiin valmistamaan jalkaortooseja ja tukipohjallisia. Ensisijaisesti niiden avulla korjataan jalkaterän rakenteellisia tai toiminnallisia häiriöitä. Yickin ja Tsen mukaan tukipohjallisia on käytetty jalkaterien epämuodostumien ja neuropaattisten sairauksien hoidossa sekä helpottamaan elämän arkisista toiminnoista suoriutumista. (Liukkonen & Saarikoski 2013, 401; Yick & Tse 2013, 342.)

Morfologiaan perustuva valmistusprosessi on vaativaa, virhealtista ja aikaa vievää, sillä virheasentoja aiheuttavien oireiden helpottamiseksi tukipohjallisten valmistusprosessin aikana niihin lisätään oireiden vaatimaa tukea ja poistetaan tarvittavia muotoja. Perusteellisesti valmistettujen tukipohjallisten on havaittu antavan asianmukaisen tuen ja täyden kontrollin jalan abnormaaleista toiminnoista, vähentävän huomattavasti jalan räsitystä,

säätävän jalan sekä nilkan liikkeitä ja vaimentavan askelten iskuja. Yhdessä ortopedisten jalkineiden kanssa ne toimivat kokonaisvaltaisina hoitovälineinä usean virheasennon ja jalkasairauden aiheuttamien kiputilojen helpottamiseksi. Tämän kaltaisten pohjallisten valmistuksessa käytettävien komponenttien ja materiaalien valinta on kriittisessä roolissa tehokkaan ja diagnoosin mukaisen hoidon toteutuksessa. Valmistusmenetelmät ja materiaalit kehittyvät jatkuvasti, ja markkinoille on tullut uusia tekstiilejä ja komposiittimateriaaleja eli kahden tai useamman aineosan yhdistelmiä, jotka antavat laajan valinnanvaran mekaanisissa ja koostumuksellisissa ominaisuuksissa. Tukipohjallisten sairauksiin liittyvästä leimaavasta asemasta huolimatta Yick ja Tse mainitsevat teollisesti valmistettujen jalkineiden monesti jo sisältävän irrallisia sisäpohjallisia, jotka voidaan tarvittaessa vaihtaa yksilöllisiin tukipohjallisiin. Tämä tarkoittaakin sitä, että standardijalkineiden valmistuksessa on jo huomioitu pohjallisten tarvitsema tila, mikä mahdollistaa jalkaortoosien huomaamattoman käytön myös tehdasvalmisteisissa jalkineissa. (Schmeltzpfenning & Brauner 2013, 39; Yick & Tse 2013, 341–345, 348, 353–354.) Tarkoittaako tämä, että tukipohjallisten käyttö on siirtymässä patologiasta arkielämän mukavuusalueelle?

2.5 Yhteenveto

Anatomisten rakenteiden ymmärrys toimii ainoana avaimena valittujen toimintojen tietoihin lopputuloksiin ja niiden seurauksiin. Ihmiskehon rakenne on monimutkainen ja vaikeasti ymmärrettävä kokonaisuus, jonka jokainen osa on niveltynyt tiukasti toiseensa. Jalkaterän struktuuri on niistä monimutkaisin, ja sen rakenteiden ymmärryksen on osoitettu olevan kriittisessä asemassa vaikuttaen koko ihmiskehon hyvinvoinnin ylläpitämiseen. Pienestä koostaan huolimatta nilkka toimii koko ihmisruumiin vakaa-jana jalkaterän ollessa suorassa yhteydessä vaihtuvaan alustaan ja kuljettaessa koko kehon läpäiseviä liikevoimia. Rakenteiden ja liikkeiden häiriötilanteissa on kyse tärinäaallon kulkemisesta kineettisen ketjureaktion läpi, rakenteiden kaikkien osien ryhtyessä korjaamaan tasapainoa. Tämä muodostaa virheasentoja, joista seuraa nivelkulumia ja monia oireita kehon muissa osissa.

Tämän virheasentovyyhdin purkaminen pohjautuu perusteelliseen biomekaniikan ymmärrykseen, jolla voidaan ennaltaehkäistä ja korjata jo muodostuneita komplekseja. Korjaamattomaksi jääneet virheasennot voivat aiheuttaa sairauksia tai pahentaa jo olemassa olevia sairauksia. Ortopediassa pääpaino on jalkojen asentovirheiden korjaamisessa ja oireiden helpottamisessa kuormitusten kevennyksillä ja muotojen tukemisella. On siis kriittisen tärkeää ymmärtää, kuinka herkästi sisäiset ja ulkoiset tekijät vaikuttavat kokonaisvaltaisesti ihmiskehon hyvinvointiin. Tämä korostaa jalkinesuunnittelijoiden ja tekijöiden päätöksenteon vastuullisuutta jalkineiden valmistusprosessissa.

3 MITTATILAUSPROSESSI

Yksilöidysti käsin valmistetut jalkineet edustavat arvokasta lähestymistapaa, jossa huomioidaan kokonaisvaltaisesti jalan anatomisten rakenteiden lisäksi henkilökohtaisia kiinnostuksen kohteita ja mieltymyksiä. Jalkineiden on tarkoitus sekä suojata jalkaterien hauraita rakenteita että tuoda esille yhteiskunnallista asemaa. Mittatilauksen yhdeksi hyödyksi voidaan mainita asiakkaan mahdollisuus vaikuttaa valmistuvan jalkineen jokaiseen osa-alueeseen: käyttötarkoitus, kenkälestin muoto, neulosten ja ulkopohja materiaalit sekä koron korkeus ja muoto.

Lászlón ja Mólnarin (2006, 5) mukaan traditionaalisesti mittatilausjalkineina ovat toimineet klassiset kävelykengät, joita valmistettiin ammattitaitoisilla jalkinemestareilla. Silloin materiaaleiksi valittiin korkealaatuisia luonnonmateriaaleja, muun muassa neulokseen ja ulkopohjaan täydelliseksi luokiteltu kasvisparkittu nahka. Tämän lisäksi nahkaisten ulkopohjien ompeluun valmistettiin itse ompelulankaa vahvoista luonnonkuituista ja liimaukseen käytettiin ainoastaan luonnollisista ainesosista koostuvaa liimaa. Näin lopputuloksena syntyi arvokas, vuosia tasapainossa elävä kokonaisuus. Heidän mukaansa ihmiskehon toimintahäiriöt aiheutuvat käyttäjän jaloille sopimattomista jalkineista, jotka ylläpitävät anatomisten rakenteiden rasitusta. Usein huonolaatuiset jalkineet ovat myös jaloille epä mukavat ja luovat moninkertaisesti enemmän rakenteellista ja taloudellista vahinkoa kuin hyötyjä. László ja Mólnar toteavat saman valitettavan tosiasian kuin Ng (2013, 114): monesti vasta jalkakiputilojen pahentuessa sietämättömiksi ihmiset alkavat lähestymään ajatusta yksilöllisistä jalkineista, jotka helpottavat jalkoihin kohdistuvaa rasitusta.

Xiong ja Zhao mainitsevat istuvien ja mukavien jalkineiden valmistuksen edellyttävän kokonaisvaltaisen näkemyksen jalkaterän antropometrisestä kehityksestä. Jalkaterien kehittyminen on pitkä ja hidas prosessi, joka on herkkä niin sisäisten kuin ulkoisten tekijöiden vaikutuksille. Alaraajojen kehitykseen ja toimintaan vaikuttavat kasvu ympäristön, henkilön kasvukauden ravinnon ja sukupuolen lisäksi myös etniset luustorakenteet. Rakenteellisten muutosten ohella on tiedostettava myös jalkaterän altistuminen ruumiillisille kuormituksille. Xiong ja Zhao esittivät varteenotettavana esimerkkinä jalkaterän 3 millimetrin venymisen koko ihmispainon ollessa jaloilla – tässä vaiheessa jalkaterien laajuudessa on tapahtunut jo kokonaisuudessaan noin 3 % muutos. Kuormituksen aiheuttamat muutokset ovat pääasiassa merkityksettömän pieniä, mutta huomattava fyysinen kuormitus muodostaa rakenteisiin kohdistuvaa rasitusta, joka löystyttää nivellitoksia, venyttää ja ohentaa lihaksia ja aiheuttaa holvirakenteiden madaltumisen pidentäen ja leventäen jalkaterää. (Xiong & Zhao 2013, 72, 77–79.)

3.1 Jalan mittaus

Jalkineiden valmistaja tarvitsee mahdollisimman tarkkaa ja tosiasiallista informaatiota asiakkaan molemmista jaloista valmistaakseen miellyttävät ja sopivan kokoiset yksilöidyt mittatilausjalkineet. Tavanomaisissa olosuhteissa ja tasapainoisessa ympäristössä terveet jalat pysyvät samankokoisina vuorokaudenajasta huolimatta, mutta merkittävä fyysinen rasitus ja matala tai korkea lämpötila vaikuttavat jalkaterän laajuuteen. Tästä syystä ideaaliksi asiakkaan (viitattu 12.8.2016) jalkaterien mitoituksen ajankohdaksi katsottiinkin aamupäivä, jolloin jalat ovat täysin levänneet ja rasitukselle vielä altistumattomat. Vaikeissa sairauksissa ja sairaustapauksissa, joissa jalkojen voimakas turvotus on uusiutuvaa tai on tietoa mahdollisista kirurgisista toimenpiteistä, on asiallista ajoittaa mitoitus sopivalle ajankohdalle jalkojen ollessa perusteellisesti normalisoituneessa tilassa. Tarkka mittaus edellyttää rauhallisen ympäristön ilman häiriötekijöitä. Tässä opinnäytetyössä asiakkaan jalkaterien pituuden, leveyden ja korkeuden mittaamisen lisäksi otetaan myös jalkapohjan painannekuvio ja negatiivikuvat vaahtokumimuotilla (kuva 8. kts. liite 3). Kehon painon vaikutus jalkaterien laajuuteen huomioidaan mitoituksella istuma- ja seisoma-asennossa. Seisomisesta aiheutuneen kuormituksen päättyessä jalkaterät ovat luonnollisessa lepotilassa, jolloin mittaustulokset ovat myös alemmat ja näin määrittelevät paremmin valmistettavan tuotteen istuvuuden sekä laajuuden.

Lászlón & Mólnarin mukaan prosessi alkaa ensin jalkojen visuaalisella havainnoinnilla: lateraalisen ja mediaalisen puolen ääri viivojen paperille jäljentämisellä, luuston ja lihaksiston rakenteellisten ominaisuuksien analysoinnilla, tarvittavien huomautusten muistioon kirjoittamisella esimerkiksi mahdollisesta supinaatiosta tai pronaatiosta, holvikaarien ja nilkkaluuden korkeudesta sekä mahdollisten deformaatioiden ja patologisten muutosten huomioimisella. Tämän lisäksi mitoituksen suorittajan tulisi myös palpoida fyysisesti jalan muotoja ja rakenteita havainnollistaakseen mittausvälineiltä piiloon jäävät ominaisuudet ja maksimoidakseen mitoituksen aikana saatavan informaation määrän. Tässä kohdassa yhtenä merkittävänä informaationlähteenä toimivat jonkin aikaa käytetyt jalkineet, joista löytyvät mahdolliset kulumat, hankaukset ja muut ongelmakohdat joita analysoimalla saadaan kokonaisvaltainen kuva tapahtuvasta askelluksen luonteesta. (László & Mólnar 2006, 12, 13.)

3.1.1 Jalkapohjan painannekuva

Liukkonen ja Saarikoski (2013, 237) esittävät Jalat ja terveys -teoksessaan 1900-luvulla kehitetyn mustejälkimenetelmän, jonka tarkoituksena on selvittää jalkapohjassa sijaitsevaa kuormitusta. Heidän mukaansa saatujen tulosten pohjalta voidaan saavuttaa loogisia johtopäätöksiä jalkaterien rakenteista, joita muun muassa jalkineiden valmistajat, apuvälineteknikot, lääkärit, biomekaniikan tutkijat sekä rikosetsivät hyödyntävät ammatilansa eri tehtävissä.

Pedogrammin (painannekuvan) avulla voidaan saavuttaa suhteellisen luotettavia tuloksia, jotka mahdollistavat oikein otettuina oireiden johdonmukaista päättelyä. Menetelmä voidaan suorittaa staattisena ja dynaamisena: staattisessa jäljennöksessä otetaan yksi jalka kerrallaan henkilön seistessä ja dynaamisessa henkilöä pyydetään suorittamaan luontainen askellus jäljentävälle alustalle. Tässä prosessissa työvälineenä käytetään Harris-Beathin kumimattoa (The Harris and Beath footprinting mat) (kuva 7). Se koostuu kolmesta eri korkeudella sijaitsevasta ristikkäin kudotusta nelikulmioristikosta ja ohuesta kumilevystä. Tämän alustan päälle asiakasta lopuksi pyydettiin astumaan paljain jaloin, jalka kerrallaan. Kumilevyn alla olevalle pinnalle levitetään ohut, tasainen kerros leimasinmustetta ja sen alle asetetaan sopivan kokoinen paperi sille tarkoitettuun syvennykseen. Lopullisen analyysin luotettavuuteen vaikuttavat levitetyn musteen tasaisuus, sen määrä ja analyysin suorittajan kokemus. Asiakkaan astuessa luontevasti yhdellä jalalla kumialustalle alkavat kuormituksen vaikutuksesta ristikkäin kudotut neliöristikot painautua alla olevaan paperiin jättäen jäljennöksen kuormituksen sijainnista ja vaikutuksesta (kuva 8). Käytämällä tylppäkärkistä muovipuikkoa jäljennetään alustalla seisovan jalan ääriiviivat, merkiten relevantti informaatio, kuten muun muassa/ esimerkiksi metatarsaaliluiden mediaaliset ja lateraaliset päädyt. (Liukkonen & Saarikoski 2013, 239, 241–242.)

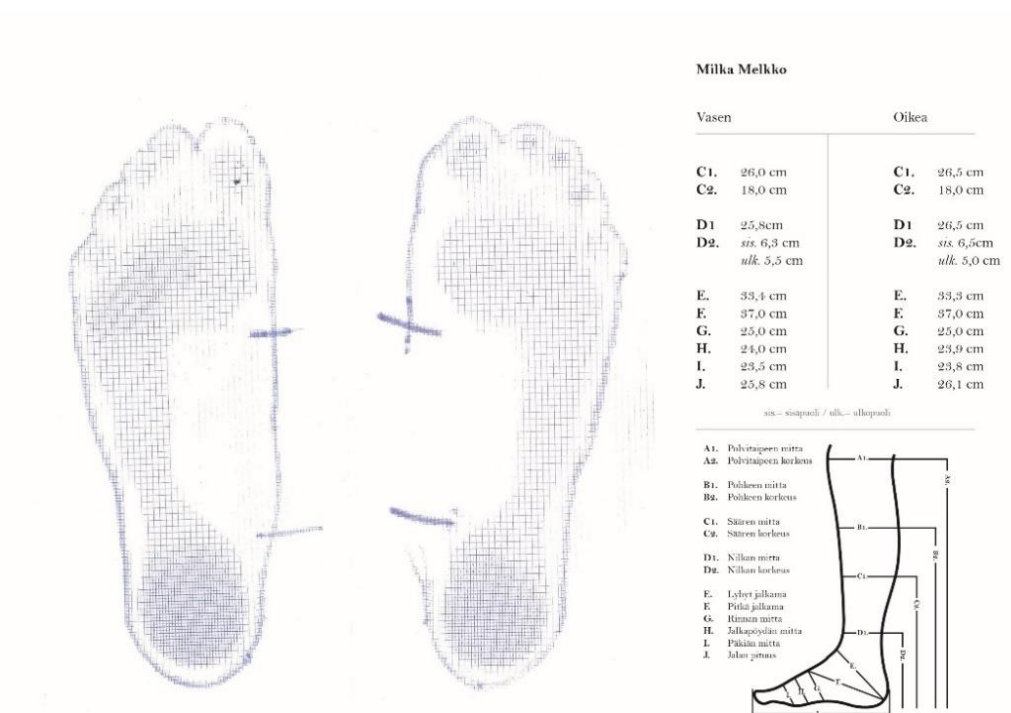
Näin ollen László ja Mólnar (2006, 29) ovat oikeassa verratessaan jalkapohjaa sormenjälkeen ja sen sisältämiin yksilöllisiin biometriisiin (ihmisruumiin fysiologiaan perustuva tunnistamismenetelmä) erityispiirteisiin. Järjestelmällisellä informaation kokoamisella muodostuukin täysin ajan tasalla oleva kirjasto molempien jalkojen laajuuksista, dynaamisista kaarijärjestelmistä ja rasiusten aiheuttamista oireista. Tämän informaation luotettavuuden varmistamiseksi on tarpeellista suorittaa jalkaterien mitoitus ainakin kahden vuoden välein, jotta jalkineiden valmistajalla tieto laajuuksien muutoksista ja terveydentilasta olisi ajan tasalla. Mittatilausjalkineiden valmistus onkin hyvin henkilökohtainen prosessi, jonka yhtenä tärkeänä piirteenä on jalkineiden valmistajan ja asiakkaan välinen on avoimuus ja luottamus.



Kuva 7. Harris & Beath kumimatto (Groupeapocom n.d.)

Pedogrammin rinnalla, edullisena ja informatiivisena pidettävä tutkimusvälineenä toimii myös podoskooppi (jalkapeili), joka rakentuu värillisestä loisteputkesta ja lasisesta tai akryylisesta seisoma-alustasta. Se ilmaisee jalan kuormittumista värillisinä heijastuskuvina, joita analysoimalla nähdään kuormituksen jakautuminen varpaiden ja kantapään välille, hankauksille taipuvaset ulokkeet sekä mahdolliset merkit supinaatiosta tai pronaaatiosta. (Liukkonen & Saarikoski 2013, 239—340.)

On hyvä kuitenkin myös tiedostaa teknologian nopean edistymisen mahdollistavan tietokoneavusteiset kuormitusmittaukset myös kolmi- ja nelikulotteisena (3D & 4D), mikä tuottaa vielä selkeämpää tietoa monimutkaisista jalkojen rakenteista. (Xiong & Zhao 2013, 82—85.) Antilan (viitattu 1.2.2018) mukaan teknologian edistyminen on ollut jo nähtävissä jonkin aikaa ortopedisella puolella, niin yksilöllisten tukipohjallisten kuin itse kenkälestien valmistuksessa. Tämänkaltaisessa prosessissa suoritetaan jalkaterien tietokoneavusteinen jäljennös 3D-teknologialla. Inhimillisestä virhealttiudesta huolimatta tämä menetelmä minimoisi materiaalihukan ja epäonnistuneiden koekappaleiden määrän.



Kuva 8. Asiakkaan jalkapainannekuvio ja jalkaterän ympärösmitat. Muokaelma Mitta-Kengän (2016) kaaviosta.

3.1.2 Vaahtokumimuotti

Painoherkäästä polymeeristä koostuvan, horisontaalisesti avautuvan kartonkilaatikon avulla saadaan jäljennettyä staattisesti jalkapohjien luonnollisista muodoista kipsimuotin tavoin negatiivimallikappale. Tätä menetelmää käytetään ortopedisten kenkälestien ja tukipohjallisten valmistusprosessin tukena. Vaahtokumimuotin (Foot Impression Box) avulla voidaan jäljentää jalkaterien yksilöllisten ulkomuotojen lisäksi holvikaaret rentoutuneessa tilassa, varpaiden luonnolliset asennot sekä kantapäiden pyöreys.

Solumuovilaatikon avauksen jälkeen asetetaan solumuovin pinnalle ohut muovikalvo, jolla varmistetaan siisteys mitoitustilanteessa. Mitoituksessa asetetaan asiakkaan jalkaterä ja nilkka 90 asteen kulmaan. Tästä asettelusta huolimatta jalka pidetään luonnollisessa asennossa eikä varpaita tulisi oikaista. Kun tarkastelussa ovat esimerkiksi kaareutuvat sääriluut, suora linja tarkastetaan vain polven ja nilkan väliltä. Mitoituksen suorittaja asettaa yhden käden asiakkaan polvelle ja toisen tukevasti oikeaan asentoon asetetun jalan jalkapöydälle, minkä jälkeen hän aloittaa tasaisen painalluksen kummallakin kädellä (kuva 9). Jos käytettävän solumuovilaatikon rakenne on erityisen tiivis, voidaan asiakasta pyytää avustamaan toimenpidettä kevyellä jalan painalluksella. (Hiltunen 12.8.2016; Antila 22.3.2018; Ng 2013, 92, 111.)



Kuva 9. Vaahtokumimuotti (Melkko, 2016).

3.2 Kenkälesti

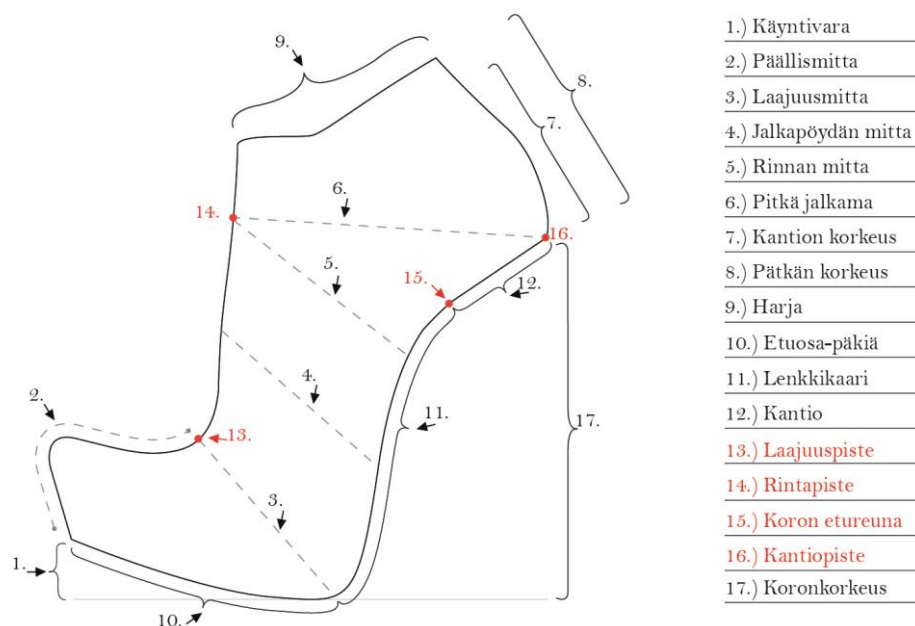
Kenkälestin on kuvattu olevan aikakausien estetiikkaa ja muoti-ilmiöitä edustava veistos ja jalkaterän jäljennös. Se tuo kaksiulotteisen materiaalin kiinteäksi ja kolmiulotteiseksi ja toimii jalkineiden anatomisena selkärangan. Kenkälesti pohjautuu jalkaterän havaintoihin ja mitoituksista saatuun informaatioon ja määrittelee näin jalkineiden sisäiset ja ulkoiset dimensiot. Lestit valmistetaan poikkeuksetta parina, koska ihmisen alaraajat eroavat käytännössä poikkeuksetta toisistaan kooltaan ja muodoltaan. László ja Mólnar tuovat Handmade shoes for men -teoksessaan kenkälestin valmistusprosessissa olevan äärimmäisen tärkeää yhdistää kaikki saatu oleellinen informaatio fyysisesti kumppaakin kyseiseen kenkälestiin. (László & Mólnar 2006, 32.) Jalkaterien mahdollisimman todenmukaisella jäljennyksellä pyritään saavuttamaan työstettävien jalkineiden optimaalinen istuvuus, jota tavoittelevat kaikki jalkineiden valmistajat.

Ymmärrettävästi kenkälestin muodot eivät ole koskaan aivan yhdenmukaiset jalkaterään nähden, sillä jalkineiden tarkoitus on toimia jalkaterien turvana niin staattisissa kuin dynaamisissa toiminnoissa. Man ja Luximonin mukaan jalkineiden istuvuudesta, mukavuudesta, esteettisyydestä ja mahdollisista jalkateriin muodostuneista komplikaatioista ovat vahvasti vastuussa kenkälestit. (Ma & Luximon 2013, 186, 224.)

Kenkälestejä valmistetaan eri käyttötarkoituksiin vaihtelevilla materiaaleilla ja valmistusmenetelmillä. Teollisesti valmistetuilla kenkälesteillä on laaja kohderyhmä, jonka jäsenillä on tasapainoiset ja tavanomaiset jalkaterät. Yksilöidysti käsityönä valmistetut kenkälestit on perinteisesti teetetty jalkinemestareilla, ja tämä menetelmä on teolliseen valmistukseen verraten joustavampi ja merkittävästi suvaitsevaisempi, koska jokainen prosessi käsitellään kokonaisvaltaisen yksilöllisesti. Antila (viitattu 1.2.2018) ilmaiseekin haastattelussa käsityömäisen valmistusmenetelmän mahdollistaneen haastavien ortopedisten jalkineiden tuottamisen jalkaterän rakenteelliset muuttujat huomioiden. Käsityömenetelmiin liittyy kuitenkin myös merkittäviä rajoituksia, jotka ovat vahvasti nähtävissä komponenttien ja avausmekanismien saatavuudessa. Kahden menetelmän eroavaisuutena onkin lähtökohdan lisäksi lopputulosten sisältämä informatiivisuus: teollisesti valmistettavat lestit ovat ulkomuodoltaan toisensa peilikuivat, kun taas käsityönä tuotetuissa kenkälesteissä huomioidaan ja jäljennetään oikean ja vasemman jalan eroavaisuudet pituudessa sekä korkeudessa.

On kuitenkin tiedostettava, valmistustavasta riippumatta, että osa linjoista ja muodoista on kenkälesteissä jalkaterän anatomian mukaisia ja osa segmenteistä sekä linjoista olevan puhtaasti suunniteltuja lestellille (kuva 10). Käytännön syistä lesteihin suunnitellaan optimaalinen käyntivara, joka tukee ja mahdollistaa varpaiden luonnollista toimintaa askelluksen aikana. Sopivan korkuisena sen on havaittu vähentävän kävelyssä jalkineen taipu-

mista päkiän alueella, mikä ennaltaehkäisee jalkineiden päälliseen kulu-
tuksesta muodostuvia uurteita. Kenkälestille suunnitelluista linjoista Ma ja
Luximon esittävät hyvän esimerkin, jossa jalkapohjan ja varpaiden välisen
15°:n kulman eroavaisuudesta huolimatta teollisiin kenkälesteihin sunni-
tellaan kuitenkin sitä hieman korkeampi käyntivara. Myöhemmin, johtuen
lestin poistosta tämä astekulma kuitenkin laskeutuu ja normalisoituu ulko-
pohjamateriaalien vaihtelevien tiheyksien ja joustavuuden ansiosta. Tästä
huolimatta he korostavat, että käyntivara ei saisi olla myöskään liian kor-
kea, sillä se johtaa jalkaholvijärjestelmän romahtamiseen, jonka seurauk-
sena muodostuu latuskajalka (lattajalka). (Ma & Luximon 2013, 182–183,
186,189, 224.)



Kuva 10. Kenkälestin mitat. Mukaelma Saariston (1989, 62) kuvasta.

Lestien valmistuksessa käytettävien materiaalien valinnan vaikutusteki-
jöinä ja rajoittajina ovat valmistusprosessin rasitusta aiheuttavat tekijät.
Käytetyimpiä materiaaleja ovat puu sekä eri vahvuiset muovit ja metallit,
muun muassa alumiini. Näistä biologinen puumateriaali reagoi vahvasti
ympäristön lämmön ja ilmankosteuden vaihteluihin. Ajan kuluessa se hau-
rastuu rasituksen seurauksena ja lopulta menettää lopullisesti muotonsa,
mikä selvästi rajoittaa lestin elinkaarta. Vaikka teollisuudessa puumateri-
aalit ovatkin jo vaihtuneet muoviin, niin puusta valmistetut kenkälestit
mielletään Man ja Luximonin mukaan edelleen herkästi jalkinemestareid-
en korkeatasoisiin mittatilausjalkineisiin. Teollisuudessa käytettävien
muovimateriaalien vahvuutena on niiden ekonomisuus ja materiaalin sta-
biilisuus, sillä sen altistuminen lämpötilan ja ilmankosteuden vaihtelulle ei
aiheuta rakenteellista vahinkoa. Vakaan muodonpitävyytensä lisäksi muo-
vimateriaali on puusta poiketen kierrätettävissä rouhimisella ja uudelleen-

sulattamalla. Muovilestit valmistetaan käyttäen eri vahvuisia polyeteenejä: tiheää HDPE:tä (high-density polyethylene) ja matalatiheyksistä LDPE:tä (low-density polyethylene). Niiden on havaittu mahdollistavan puuhun verrattuna nopeamman ja tarkemman valmistusprosessin sekä pidemmän käyttöiän. Muovimateriaalien rinnalla teollisuudessa on käytössä myös metalliset kenkälestit, joita käytetään kumisten jalkineiden ja jalkinekomponenttien, kuten ulkopohjien valmistuksessa. Tämänkaltaiset lestit valmistetaan tavanomaisesti alumiinista. (Ma & Luximon 2013, 178—179.) Materiaalina alumiini on vakaa, muotonsa pitävä ja kierrätysasteeltaan 95%. Epäsuotuisa ominaisuus on mahdollisten painautumien aiheuttamat lestiparien eroavaisuudet. (Alumeco n.d.)

3.2.1 Valmistusmenetelmät

Ma ja Luximon tuovat esille teollisuuden käytössä vakiintuneen tuotannon numeerisella ohjauksella (CNC), jolla tuotetaan LDPE- ja HDPE-muovilestien lisäksi tarvittaessa puulestejä. Tällä valmistusmenetelmällä jyrsitään koneellisesti raakamuotit, jotka jäljittelevät kenkälestin mallimuotin mediaalisia ja lateraalisia muotoja. Numeerisessa prosessissa olevien aihoiden hiomisessa tapahtuvien virheiden torjumiseksi on varmistettava tuotteen noudattavan määritettyjä mitoituksia, sillä ajoissa havaittuja virheitä voidaan oikaista. Viimeistelyvaiheessa muovilestien pinnat vielä tasoitetaan ja kiillotetaan hienojakoisilla hiomapapereilla. Käytännöllisistä ja esteettisistä syistä myös koneellisesti valmistettujen puulestien kiillotetaan ja suojalakataan liukkaan pinnan saavuttamiseksi. (Ma & Luximon 2013, 191—192.)

Tämän rinnalla ovat kulkeneet perinteisesti jalkinemestarien käsityönä valmistamat, ekologisiksi mielletyt puiset kenkälestit, jotka olivat menneinä aikoina myös teollisuuden käytössä. Vaikka jotkut teolliset valmistajat yhä valmistavatkin korkeatasoisia jalkineita käyttäen muovilestien tavoin standardisoituja puulestejä, ovat ne kuitenkin pääasiallisesti palanneet takaisin juurilleen jalkinemestareiden luo. Ma ja Luximon korostavat käsityömäisen valmistuksen olevan teknisesti monimutkaista ja haastavaa sekä vaativan kärsivällisyyden lisäksi menetelmän harjoittamisen tuomaa kokemusta. Perinteisesti käsityömäisessä kenkälestin valmistusprosessissa käytetään puutöiden traditionaalisia työkaluja. Tämän lisäksi tarvitaan täsmälliset dokumentit valmistettavasta lestickä: todenmukaiset mitoitus tiedot, mallipiirroksien ja sapluunat kannan sekä lestin pohjan muodosta. (Ma & Luximon 2013, 191—192.) Luximonin (2013, 218) mukaan jalkineen istuvuuden ja mahdollisten hiertymien välttämiseksi kannan alue on kriittisessä asemassa, sillä se määrittelee ihmiskehon tasapainon korollisten jalkineiden käytössä.

Yksilöllisten kenkälestien valmistuksessa huomioidaan molempien jalkojen ominaispiirteiden lisäksi asiakkaan terveydentila. Alaraajojen mitoitus-

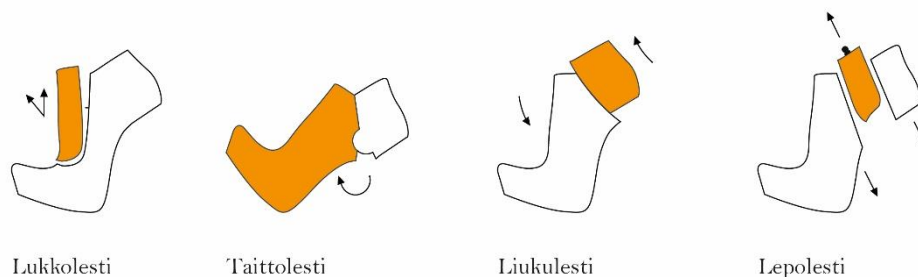
nessa kumpikin jalkaterä on yksilöllisesti suurennuslasin alla ja niistä kirjataan merkintöjä niin lateraalista kuin mediaalisista eroavaisuuksista ja tarpeista. Haastattelussa Antila kertoo, että yksilöllisiä ortopedisiä kenkälästejä valmistetaan kahdella, toisistaan eroavalla menetelmällä: teollisesti valmistettujen puuaihioiden muokkaamisella ja kemiallisesta aineseksestä valettuina kenkälästeinä, joilla saavutetaan jalkineiden optimaalinen sopivuus. Valumenetelmällä valmistettujen lestien tekoon on kehitetty useita kemiallisia yhdisteitä, joista yksi on Pedilen Rigid Foam. Kyseinen valmistusmenetelmä on moniportainen. Siinä jalkaterästä otetusta kipsinegatiivimuotista saadaan lopputuloksena Pedilen-kenkälesti. Pääsääntöisesti keskivaikeassa tilanteessa Antilan (viitattu 1.2.2018) mukaan käytetään kuitenkin teollisesti valmistettuja puuaihioita, joiden muotoja muokkaamalla päästään nopeasti hyviin tuloksiin.

Ortopedisen valumenetelmän tarjoamasta tarkasta jalkaterän jäljennöksestä huolimatta sitä käytetään sen vaikeuden ja hitauden vuoksi ainoastaan erittäin haastavissa tilanteissa. Tällaisten tilanteiden taustalla on usein tapaturmasta aiheutunut fyysinen trauma tai krooninen sairaus, kuten nivelreuma, diabetes ja amputaatio. Tämän kaltaisen kenkälestin valmistusprosessissa käyttäjän kokonaisvaltaisen jalkaterien mittauksen lisäksi otetaan kummastakin jalkaterästä vaahtokumimuotti, pedogrammit ja kipsinegatiivit, joiden pohjalta ortopedisen kenkälestien valmistusprosessi aloitetaan. Vaikka kyseinen menetelmä on hyvin pitkälti ainoastaan käytössä ortopedisella alueella, Antila (viitattu 1.2.2018) näkee menetelmän tuovan merkittäviä etuja myös tavanomaiselle kuluttajalle. Hänen mukaansa tämä menetelmä mahdollistaa optimaalisesti valmistetut jalkineet, jotka heijastavat kummankin jalkaterän uniikkeja rakenteellisia muotoja. Asian lähestyminen voi olla kuitenkin jo lähtökohtaisesti hyvin vaikeaa ja yleinen suhtautuminen ortopedisiin jalkineisiin vaikeuttaa sitä entisestään. Tästä syystä on ymmärrettävää, etteivät monet kuluttajat edes tule harkinneeksi yksilöllisten jalkineiden valmistuksen tuomia etuja ja mahdollisuuksia. Prosessi on hintava, mutta eikö jalkaterien anatomisista rakenteista huolehtimisen lopputuloksena ole elämänlaadun parantuminen ja terveydellisistä ongelmista johtuvan rahallisen tappion ennaltaehkäisy?

3.2.2 Kenkälestin rakenteet

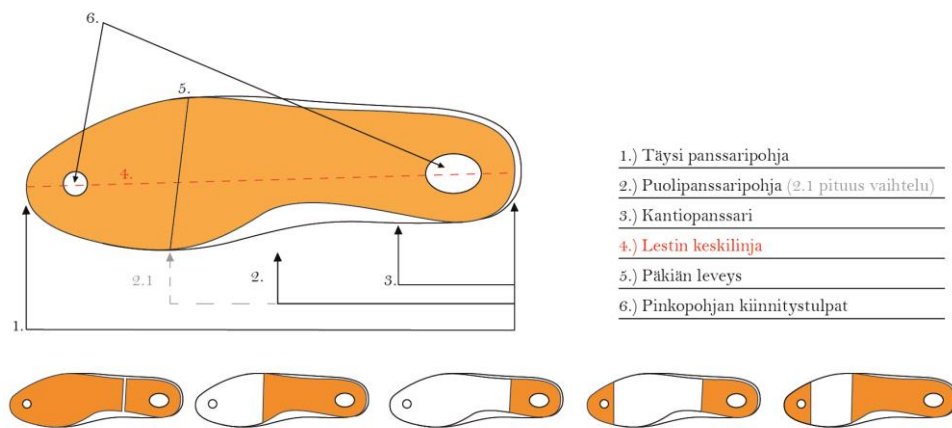
Kenkälestien sisältämien rakenteellisten muuttujien vuoksi ne järjestetään ominaispiirteiden pohjalta erillisiin kategorioihin. Man ja Luximonin mukaan jokaisessa luokittelussa käytetään monia tunnusomaisia kriteerejä, kuten kenkälestin koko ja sen laajuus, valmistusmateriaali, käyttötarkoitus, avausmekanismi, koron korkeus sekä kärjen muoto. Lesteissä käytettävien avausmekanismien (kuva 11) tarkoituksena on helpottaa ommellun päällisen lestille laittoa (lestitystä) ja lestien poistoa valmistuneista jalkineista. Saaristo (1989, 60) kertoo kirjassaan lukkolestin sisältävän irrotettavan rintapalan, jonka poistaminen luo väljyyttä lestin jalkapöydälle.

Taitto- ja liukulestit taas nimensä mukaisesti taivuttavat tai liukuvat keskikohdastaan, nostaen kantaa ja siten helpottaen lestin poistoa jalkineesta. Näiden lisäksi on olemassa lepolesi, joka voi koostua kolmesta irrallisesta tai kahdesta toisiinsa nivelletystä osasta, joiden tarkoitus on helpottaa lestin laittoa takaisin jalkineisiin tukeakseen muodon ryhdikkyyttä jalkineiden ollessa lepotilassa. (Ma & Luximon, 178—180; László & Mólnar 2006, 188.) Kolmiulotteisena veistoksena kenkälestin kärjen muodot ovat rajoittamattomat. Man ja Luximonin mukaan käytetyimpiä kärjen muotoja ovat siron pyöreä, tasapäinen (tylppä) ja terävä, jotka itsessään esiintyvät monissa eri vahvuusasteissa. (Ma & Luximon, 178—180, 186—187.) Kenkälestin avausmekanismien lisäksi eroavaisuuksia on myös lestin pohjapanssarien sijainnissa ja niiden pituudessa. Kuvassa 12 panssarivaihtoehdot ovat kuvattuna oranssilla värillä. Panssarin tehtävänä on toimia naulan kärkien koukistajana, joka pinkomisen aikana sinetöi metallinaulalla ommellun päällisen lestin pinkopohjaan. Metallipanssarin sijainti ja koko määrittävät naulaukselle sallitut alueet, jotka soveltuvat juuri kyseiseen jalkineen malliin ja valmistusmenetelmään.



Kuva 11. Kenkälestin avausmekanismit.

Ortopedisten kenkälestin kohdalla muun muassa avausmekanismien ja pohjapanssareiden valinnanvara on huomattavasti kapeampi. Mutta koska lievästi ortopedisten kenkälestin valmistuksessa käytetään alustavasti teollisuudessa valmistettuja, kookkaita, puisia lukkolestiaihioita, joissa rintapala on irrotettavissa, voidaan tässä tapauksessa olettaa muiden teollisuudessa käytettävien mekanismien käytön olevan mahdollista. Haastavissa tilanteissa, joissa kenkälestit valmistetaan alusta saakka kipsinegatiivista, on tilanne aivan toinen. Johtuen käsin valmistuksesta ja abnormaaleista jalkaterän muodoista ne jäävät usein vain umpinaisiksi tai rintapalan sahausksen jälkeen muuttuvat lukkolestiksi. Se on monesti ainoa mahdollinen avausmekanismi tässä valmistusmenetelmässä, sillä ortopediset kenkälestit eivät sovellu teolliseen tuotteistukseen, johon avausmekanismien kirjo on tarkoitettu. Antila (viitattu 1.2.2018) mainitseekin, että menetelmän asettamista rajallisuuksista huolimatta voidaan valmistaa helposti puolikenkä- ja varsilestejä lestin muotojen ja laajuuksien muotoilulla kyseistä käyttötarkoitusta varten.



Kuva 12. Kenkälestin pohjapanssarit. Mukaelma Saariston (1989, 61) kuvasta.

3.3 Yhteenveto

Käyttäjien kiinnostus mittatilausjalkineisiin on lähtöisin yksilöllisestä halusta tuntee niin esteettistä kuin käyttömukavuuden tuomaa mielihyvää. Tässä tarkastelussa on osoitettu kenkälestin tekijän vastuuseen kuuluvan perusteellinen ymmärrys antropometrisistä toiminnoista sekä rakenteellisista ulottuvuuksista mahdollistaakseen terveyttä ylläpitävien jalkineiden valmistusta. Tämän pohjalta on traditionaalisen rituaalin tavoin suoritettujen mittojen oton asema hierarkiassa korkeimmalla jalustalla, sillä se määrittelee heti alusta lähtien prosessin etenemissuunnan ja lopputuloksen laadun. Jalkaterien palpaatio on tärkeässä roolissa mittojen ottamisessa, koska kyseisellä menetelmällä saatu tieto on mahdotonta saavuttaa ainoastaan mittausvälineillä. Painoherkkä solumuovilaatikko ei ole myöskään ainoastaan toiminnallisten tukipohjallisten valmistuksessa välttämätön negatiivijäljennös, vaan se antaa kriittisen tärkeää ymmärrystä jalkaterän lihaksiston kunnosta, jonka pohjalta voidaan tehdä tarvittavia toimenpiteitä yksilöityjen kenkälestejä valmistettaessa.

Kenkälestin onkin näin ollen todellinen piilosymbolismia edustava informatiivinen taideteos, joka sisältää kriittiset tiedot jalkaterän luurakenteen lisäksi sen lihaksiston toiminnasta niin staattisessa kuin dynaamisessa tilassa. Sitä voidaankin nyt pitää jalkineiden sykkivänä sydämenä, jonka vaikutukset heijastuvat välittömästi kehon kokonaisvaltaiseen terveyteen.

Jalkineiden valmistuksen eroavaisuudet ilmenevät informaatioiden keuruudessa ja niiden käyttötarkoituksessa: teollisuusvalmisteiset kenkälestit suunnataan suurille joukoille, jotka omaavat stereotyyppisiä ruumiinrakenteita, kun taas mittatilauksessa havainnoidaan kummankin jalkaterän eroavaisuudet, millä mahdollistetaan jalkineiden mukavuus ja istuvuus.

Teollisten kenkälestien suurena etuna on monipuolinen valikoima valmistusmateriaaleissa, komponenteissa ja avausmekanismeissa. Teollisuuden mahdollistamista, työskentelyä helpottavista menetelmistä huolimatta traditionaalisesti valmistetut puulestit ovat suuressa arvossa ja ne yhdistetään vahvasti mestareiden työhön. Haastavimmaksi menetelmäksi on osoittautunut ortopedinen valmistusmenetelmä, jonka monimutkaisuuden ja virhealttiuden hallitseminen on erittäin haastavaa, mutta mahdollisesti myös palkitsevaa.

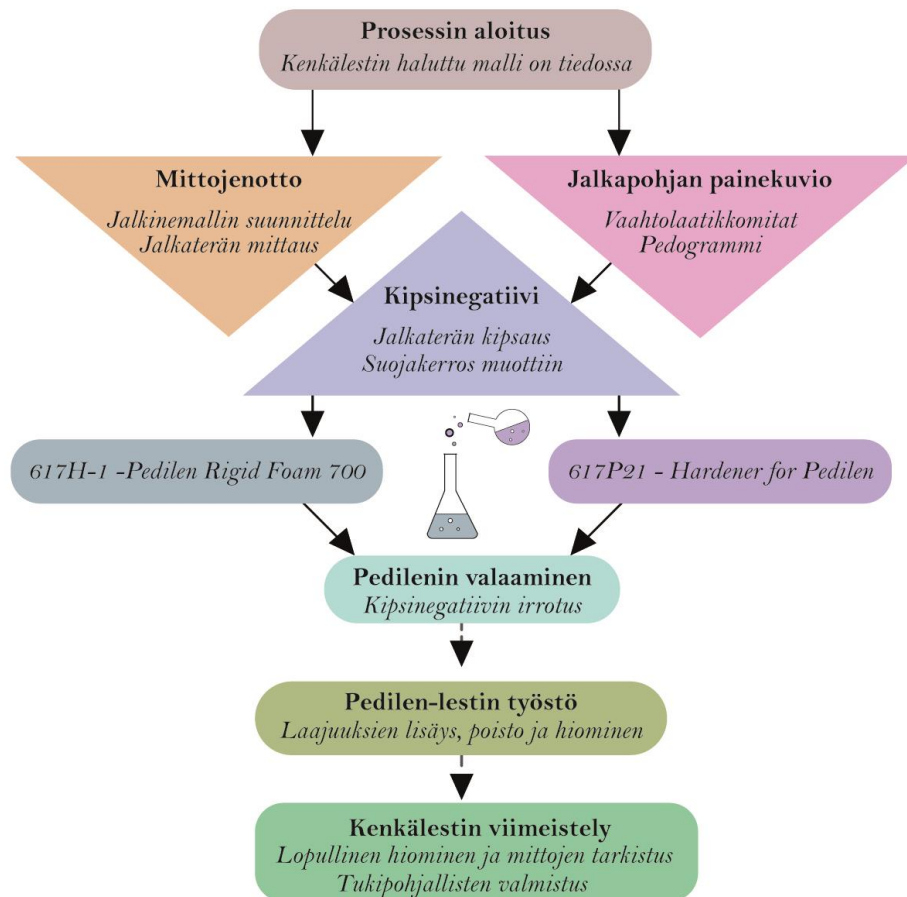
4 MUOTTIAINEET JA PEDILEN-LESTIN VALMISTUSPROSESSI

Tämän luvun keskiössä ovat Pedilen Rigid Foam 700 -seoksesta valmistetut kenkälestit. Luvussa esitellään valmistusprosessissa käytettävien aineosien käyttöä ja turvallisuushuomioita mahdollisista riskitekijöistä. Tässä kohdassa on tärkeää vielä kerran korostaa kyseisen ortopedisen valmistusmenetelmän alkuperäisesti olevan suunnattu poikkeuksetta tilanteisiin, joissa on kyseessä jalkasairauksien tai tapaturmien aiheuttamat abnormaalit rakennemuutokset.

Tampereella 1.2.2018 suoritetussa haastattelussa Antila kertoi tämän valmistusmenetelmän olleen alun perin käytössä ainoastaan raajaproteesien valmistuksessa, jossa kipsinegatiivin tuomat edut ja mahdollisuudet huomattiin ja otettiin lopulta käyttöön myös ortopedisten kenkälestien valmistukseen. Tätä aikaisemmin valmistettiin kipsivalos, joka toimi mallikappaleena puulestien työstämisessä. Myös kipsisiä kenkälestejä valmistettiin, mutta materiaalin huonon iskunkestävyyden ja sen pölyävyyden vuoksi se oli soveltumaton.

Kemiallisten aineoseosten käyttö tuli Antilalle tutuksi jo vuonna 1977. Aine-seokset helpottivat ja nopeuttivat valmistusprosessia huomattavasti. Ortopedisten kenkälestien valmistukseen kehitetyn Pedilen Rigid Foamin tärkein ominaisuus on sen kyky tuottaa tarkka jalkaterän jäljennös, joka mahdollistaa optimaalisen istuvuuden yksilöllisissä jalkineissa. Sen käyttö on mahdollistanut tasalaatuiset ja poikkeuksetta onnistuneet lopputulokset puuhun verrattavilla työstöominaisuuksilla. Antilan mukaan materiaalia voidaan tarvittaessa sahata, naulata, porata ja liimata.

Kaikesta positiivisuudesta huolimatta merkittäväksi haitaksi ovat osoittautuneet sen vakavat terveysriskit ja ongelmallinen pakkausten hävittäminen, sillä kyseessä on kuitenkin ongelmajäte. Pedilen-kenkälestin valmistus on kuvattu pääpiirteisesti prosessikaaviona kuvassa 13.



Kuva 13. Pedilen-kenkälestin valmistusprosessi.

4.1 Kipsi

Kalsiumsulfaatin hemihydraatti ($\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$) eli kipsi muodostuu kideveden haihduttua kipsikiven rakenteista (Niemelä 2017). Hygroσκοoppisena mineraalina sen kosteudennälkä ajaa ilman kosteuden absorbointiin ja näin saa kovettuneenkin materiaalin koostumuksen pehmenemään ja lopulta muotin menettämään muotonsa. Tämä myrkytön, valkoinen ja hienojakoinen jauhe sekoitetaan perusteellisesti, halutussa suhteessa veden kanssa, jolloin muodostuu tasaisen pehmeä koostumus. Halutun lopputuloksen, muodonmuutoksessa materiaalin kristalloitumisen alkaessa alkaa myös materiaalin laajeneminen ja hetkellinen kuumentuminen. Lopputuloksena saadaan haurasta ja toksiinivapaata materiaalia, jota voidaan työstää sahaamalla ja poraamalla, veistää, hioa sekä kiillottaa. Monissa valmistusprosesseissa, joissa kipsimuotti toimii valumuotin apupintana, joudutaan valumuotin huokosten pinnat tukkimaan erotusaineilla, kuten esimerkiksi sellakalla ja luonnonkumilateksilla kuten Kiilto Maitoliima. (WarDell 1997, 11, 13; Jylhä-Vuorio 2003, 278, 280; Antila, viitattu 1.2.2018.)

4.2 Kipsinegatiivin valaminen

Kipsaus on medisiininen toimenpide, jota käytetään luunmurtumien parantamiseen. Ortopedisten kenkälestien valmistuksessa suoritetaan väliaikainen jalkaterän kipsaaminen, jonka tarkoituksena on saada täsmällinen kipsinegatiivi jalkaterästä, joka toimii valumuottina. Menetelmään tarvittavia työvälineitä ovat kipsinauharullat, muovikalvo, muovinen suojalasta leikkausalustaksi, sopivan korkuinen koroke käyntivaran ja koronkorkeuden määrittämiseen sekä kipsisakset tai muu kipsileikkuuseen sopiva työväline. Hiltunen (viitattu 12.8.2016) kertoo kipsinauhojen kulutuksessa olevan vaihtelua jalkaterän koon lisäksi valmistettavan kenkälestin muodon perusteella, keskimääräisen kulutuksen ollessa kuitenkin noin 2-3 rullaa yhtä jalkaterää kohden.

Hiltusen kanssa sovittiin hänen demonstroivan toimenpiteen ensin tekijän jaloilla, jonka jälkeen suoritetaan harjoitus Hiltusen jaloilla. Ennen varsinaista prosessin aloitusta Hiltunen esittelee prosessin kulkua ja näyttää, kuinka asiakkaan jalan asento asetetaan oikeaoppiseen asentoon vaihe kerralla niin, että polvi asettuisi 90° kulmaan, sääri ja nilkka suorassa vertikaalisessa linjassa. Erittäin kaarevissa säärissä linjan asettelussa katse pidetään polvilumpion ja nilkan välisessä linjassa. Lopuksi kantapään ja varpaiden alle sijoitetaan tarkoituksen mukaiset korokepalat (kuva 14), joilla määritellään niin valmistettavan kenkälestin koronkorkeus kuin askelluksen vaatima käyntivara. Tämän avulla mahdollistetaan askelluksessa tapahtuvan rullausliikkeen sulavuus ja sen mukavuus. Hiltunen mainitsee kipsin sotkevan herkästi vaatteita, minkä vuoksi asiakkaan jalkaterät ja nilkat suojataan koko kipsauksen ajaksi ohuella muovikalvolla. Ilmatiiviin ja tarpeeksi väljän sidoksen laitto aloitetaan varpaista jatkaen tasaisesti kohti nilkkaa. Tässä kohtaa hän korostaa, että sirkulaation (verenkierto) on pysyttävä tasaisena, eikä sidos saa missään tapauksessa kiristää jalkaterää (kuva 15). (Hiltunen, viitattu 12.8.2016)



Kuva 14. Koroke ja käyntivara kappaleet (Melkko 2016).



Kuva 15. Muovikalvosidos (Melkko 2016).

Prosessin alussa lisätään valmiiksi sopivaan astiaan kädenlämpöistä vettä ja leikataan riittävän leveästä kipsinauhasta asiakkaan jalkapohjaa pidempi pohjapala, joka myöhemmin asettuu varpaiden ja kantapään päälle. Yksi kipsirulla asetetaan lämpimään veteen muutamaksi sekunniksi, kunnes poreileva helmeily loppuu ja aloitetaan kipsaus. Ensimmäisenä jalkapohjaan levitetään leveä kipsinauhapala, jolla peitetään varpaat ja koko kantapää. Seuraavaksi asetetaan koko jalkaterän pituinen muovinen suojalasta jalkapöydälle ja jatketaan napakasti kipsirullan levitystä varpaista kohti nilkkaa (kuva 16). Sitomisen yhteydessä jalkateränrakenteita käsin tunnustelemalla varmistetaan, ettei sidoksen ja jalkaterän väliin ole jäänyt ilmataskuja. Työskentelyssä on tarkkailtava jalan asentoa, sillä kipsi kovettuu nopeasti, tehden asennon korjaamisesta myöhemmin mahdotonta. Hiltusen mukaan kriittisintä huomiota tarvitsevat suojalastan ulkoreunat, jalkaterän holvikaaret ja kantapään kupera muoto, sillä mahdolliset ilmakuplat vääristävät laajuuksia ja muotoja.

Sidoksen valmistuksen jälkeen kipsimassa kiteytyy kosketuskuivaksi noin kuudessa minuutissa, jolloin vesiliukoisella värikynällä merkitään suojalastan keskilinja, joka toimii leikkuulinjana muottia irrottaessa. Leikkuuvälleinä toimivat kipsin leikkuuseen tarkoitetut sakset tai erityistä varovaisuutta noudattaen leikkuuveitsi. Leikkaus suoritetaan kipsimassan ollessa vielä kostea ja pehmeä, mikä helpottaa varovaista leikkausta sekä itse kipsimuotin poistoa. Lopuksi leikkaussaumat asetellaan jälleen vastakkain ja sementoidaan erillisellä kipsinauhalla, tarvittaessa pyöristetään alustan painama kantapää, siistitään työskentelyalusta ja poistetaan suojaava muovisidos asiakkaan jaloista (kuva 17). Sama prosessi toistetaan vielä toisen jalan kanssa.



Kuva 16. Kipsaus (Melkko 2016).

Hiltusen mukaan muottien optimaalisen kuivumisen tulisi tapahtua tasaisesti pohjan kautta, hitaasti ja tasaisessa lämpötilassa yhden vuorokauden ajan. Äkillinen lämpötilan nousu voi aiheuttaa kipsissä epätasaisuutta ja halkeilua. Kokonaisvaltaisen kuivumisen jälkeen kipsin huokoinen pinta käsitellään luonnonkumilateksisellä erotusaineella (Kiilto Maitoliima), joka muodostaa pinnalle 1–2 mm ohuen suojakerroksen (kuva 18). Sen tarkoituksena on muottivalussa ehkäistä Pedilen Rigid Foam -massan kiinnittyminen kipsipintaan ja näin helpottaa valuprosessin loppuvaiheessa tapahtuvaa irrotusta eli ”kuorintaa”. (Hiltunen 12.8.2016)



Kuva 17. Kipsinegatiivin sementointi ja irrotus (Melkko, 2016).

4.3 Pedilen Rigid Foam

Opinnäytetyön yhteydessä valmistettavien lestien valmistusprosessissa käytetään Pedilen Rigid Foam 700 -PUR-solumuovikemikaalia, joka on suunniteltu ortopedisten muovituotteiden, kuten proteesien ja ortopedisten kenkälestien valmistukseen. Pedilen-kemikaalin valmistaja Ottobock kuvailee materiaalia helppokäyttöiseksi ja valmistusprosessia nopeaksi sekä toteaa tuotteen olevan kemiallisen reaktionsa jälkeen muotonsa pitävä ja kutistumaton. Kemikaali koostuu kahdesta komponentista: Pedilenista ja kovettajasta. Yhdistettynä ne muodostavat kemiallisen reaktiovalun, jossa muodostuu laajenevaa ja jäykäksi kovettuvaa vaahtoa. Sen kovettunutta pintaa voidaan käsitellä esimerkiksi hiomalla hiekkapaperilla sekä tarvittaessa laminoida. (Ottobock n.d., 85, 87; 617P21–Hardener for Pedilen Rigid Foam, 9.)

Mäkelä esittää opinnäytetyössään (2012) Van Oostenin, Lornen ja Béringuerin (2011), joiden mukaan polyuretaanimuovit (PUR, PU) voidaan jakaa PUR-esteri- ja eetteri-solumuoveihin. Näiden lisäksi kesto- ja kertamuovit sekä elastaanit (kumit) kuuluvat myös polyuretaaneihin. Kestomuovit ovat monesti joustavia, venyviä sekä ilmastonvaihtelua, iskuja ja kulutusta kestäviä. Heidän mukaansa solumuovien valmistusprosessissa reaktioseokseen lisätään usein vettä sisältävää ainetta, mikä laukaisee hiilidioksidikuplien (CO₂) vapautumisen, jolloin materiaali paisuu ja huokoistuu. Helmikuussa suoritetussa haastattelussa Antila kuitenkin huomauttaa Pedilen Rigid Foamien olevan hygroskooppinen aine ja sen onnistuneen käytön vaativan täysin kuivan huoneilman sekä perusteellisen kemikaalien sekoituksen puhtaassa ja täysin kuivassa sekoitusastiassa. Prosessin suorittaminen liian kosteassa ilmassa johtaa poikkeuksetta lopputuloksen joustavaan, kumimaiseen rakenteeseen. Tämän Mäkelä vahvistaa työssään, jonka mukaan epätoivotun kosteuden pääsy valmistuksessa käynnistääkin välittömästi materiaalin hajoamistilan. Valmistusprosessissa voidaan määrittellä lopputuloksen kovuus pehmeisiin, puolikoviin ja koviin. Rakenteeltaan pehmeitä solumuoveja käytetään huonekalujen pehmusteina ja kovia monissa komponenteissa ja rakennusmateriaaleina. PUR-solumuovit johtavat huonosti lämpöä ja huokoisen koostumuksensa ansiosta muotit kelluvat vedessä. Tuotteiden elinkaari on ymmärrettävästi riippuvainen tuotteen kemiallisesta rakenteesta, fyysisestä koosta, massan sisäisestä jännityksestä ja ulkoisista tekijöistä, kuten valoisuudesta, lämmöstä, ilmankosteudesta ja mekaanisesta rasituksesta. (Mäkelä 2012, 9–11; Antila, viitattu 1.2.2018.)

4.3.1 Turvallisuus ja terveyshaitat

Ottobock ylläpitää verkkosivustoa, josta voi tilata Pelineitä ja sen kovettajaa ja joka tarjoaa kemikaalin käytöstä asiaankuuluvan informaation turvallisuuslomakkeessa. Pedilen on väritöntä nestettä, jossa on huomatta-

van pistävä haju. Heidän tarjoamassaan työturvallisuuslomakkeessa kemikaali on luokiteltu vaarattomaksi ilman erillistä varoitusmerkkiä, mutta siitä huolimatta ohjeistuksessa kehoitetaan noudattamaan työskentelyturvallisuuden määräyksiä ja käyttämään suojavaatetusta asianmukaisten suojaimien kanssa. Vaarattomasta luokittelusta huolimatta kemialliselta sisällöltään Pedilen koostuu ainesosista, joille on annettu vakavia varoitusmerkkejä: syövyttävä, välittömästi myrkyllinen ja ympäristölle vaarallinen N,N,N',N'-Tetramethyl-1,6-hexanediamine, välittömästi myrkyllinen ja syövyttävä bis (2-dimethylaminoethyl) sekä syttyvä, syövyttävä ja haitallisesti herkistävä (methyl)amin. Edellä mainitut tiedot selvisivät vasta kemikaalin sisältämien ainesosien erillisellä tarkastelulla. (617H-1—Pedilen Rigid Foam 2016, 1—4; Tukes 2017; Sigma-Aldrich n.d; Chemical Book n.d.)

Koska Pedilen Rigid Foam 700 on kaksoiskomponenttinen solumuovikemikaali, tuotteen valmistukseen tarvitaan myös tumman ruskea, hajultaan tunkkainen 617P21-kovettaja. Tämä kemikaali on luokiteltu vaaralliseksi merkinnöillä ”krooninen terveydenhaitta” ja ”ärsytystä aiheuttava”. Materiaali sisältää haitallista, välittömästi myrkyllistä ja vakavasti terveysvaarallista 4,4'-Diphenylmethane diisocyanate:a, syttyvää, syövyttävää, välittömästi myrkyllistä ja vakavasti terveydenvaarallista Phenyl diisocyanate:a sekä hengityselimiä ärsyttävää ja herkistävää Methylenediphenyl diisocyanate:a (MDI). Turvallisuusoppaan vaaralausunnoissa puhutaan mahdollisista aiheutuvista vakavista terveydenhaitoista, jotka pohjautuvat eläinkokeista saatuihin tuloksiin: allerginen ihoreaktio, vakava silmä-ärsytys, syöpävaara (karsinogeeninen), haitallinen hengitettäessä sekä riski vahingoittaa elimiä pitkäaikaisella tai toistuvalla altistumisella. Ymmärrettävän painavista syistä kummankin kemikaalin käsittely edellyttää suojavaatetusta, hengityssuojaa, suojakäsineitä sekä silmä- ja kasvosuojaa. Näiden aineiden käsittelyn tulisi tapahtua turvallisessa työskentelytilassa, jossa on hyvä ja tarvittaessa myös paikallinen ilmanvaihto, sillä työskentelyprosessissa muodostuneen kaasun, sumun, höyryn, savun tai aerosolien (ilmakössä leijuvia pienten hiukkasten) hengittämistä on vältettävä niistä aiheutuvien hengityselinvaurioiden vuoksi. Tämän lisäksi niin Pedilenin kuin sen kovettajan käsittelyssä tulisi noudattaa erityisen tarkkaa käsihygieniaa ennen käsittelyä ja sen jälkeen, jotta vältetään vaarallisten aineosien kuljetumista ympäristöön.

Varovaisuutta myös korostetaan vasta valettujen polyuretaanituotteiden käsittelyssä asianmukaisilla tekstiilisuojakäsineillä, jotka on pinnoitettu joko polyuretaanilla (PUR), polyvinyylidikloridilla (PVC) tai nitrilikumilla (NBR). Ohjeistuksessa mainitaan, että vasta valettujen muottien pinnalle saattaa jäädä reaktion läpikäymätöntä raakamateriaalia, jolla edelleen on terveydelle vaarallisia ominaisuuksia. Tiukasti suljetut pakkaukset on sijoitettava kuivaan, viileään ja hyvin ilmastoituun paikkaan, jotka on pidettävä erillään niin ihmisille kuin lemmikkieläimille tarkoitetuista elintarvikkeista. Saastumattomat pakkaukset voidaan kierrättää ja reaktiovapaata materi-

aalia sisältävät tulisi hävittää lainsäädännön mukaisesti. (617P21—Hardener for Pedilen Rigid Foam, 1—4, 6, 7, 9; Sigma-Aldrich n.d; Tukes 2017; Chemical Book n.d.)

Onko tämän kemikaalin käyttö oman terveyden uhan arvoista? Tässä kohdassa on pysähdyttävä ja pohdittava materiaalin tuomien etujen todellinen paino. Haastattelussa Antila (viitattu 1.2.2018) kertoo materiaalin korkeista kustannuksista, monimutkaisesta ja aikaa vievästä valmistusmenetelmästä, joka onnistuneesta lopputuloksesta huolimatta on ekonomisesti kannattamaton. Vai onko kuitenkin, sillä menetelmällä saadaan optimaalisen yksilölliset jalkineet, jotka mukavuuden ja mahdollisten virheasentojen ennaltaehkäisyn johdosta vähentävät kriittisesti tulevaisuudessa esiintyviä terveystalouksia. Rahallisista kustannuksista huolimatta on tiedostettava, ettei puisilla kenkälesteillä voida saavuttaa yhtä tarkkaa lopputulosta. Voiko tästä loppujen lopuksi yksilöllisemmin jalkineita valmistaa muuten kuin 3D-tekniikan avustuksella?

4.3.2 Pedilenin valaminen

PUR-solumuovikemikaalin valamiseen suorittamiseen tarvitaan ainesosien lisäksi asianmukainen yhden litran sekoitusastia, puinen sekoitustikku, optimaalisesti kuivunut ja erotusaineella pinnoitettu kipsimuotti sekä asianmukainen suojavaatetus. Reaktioseoksen sekoitussuhteiden säätelyllä saavutetaan lopputuloksen haluttu kovuus, missä 617P21-kovettajan määrän kasvattaminen tuottaa tiiviin, painavan ja rakenteeltaan lasimaisen lopputuloksen. Opinnäytetyön yhteydessä valmistettavien kenkälestien valmistusprosessissa sekoitussuhteena käytettiin 60 % Pedilen Rigid Foam 700:a ja 40 % kovetusainetta. Pedilen-materiaalin eri vahvuudet ovat suoraan rinnastettavissa lopputuloksen kovuuteen 100–700-asteikolla. Kenkälestien valmistukseen useimmiten Antilan (viitattu 1.2.2018) mukaan valitaan kuitenkin poikkeuksetta jäykintä materiaalia, joka tässä tapauksessa on nro. 700.

Valmistusprosessiin niin Hiltusen kuin Antilan mukaan sopivaksi yhden litran sekoitusastiaksi on osoittautunut nestekartonkipakkaus (maitopurkki), jonka ulkopinnalle permanenttiusilla merkittiin käytettävä sekoitussuhde (60:40). Sekoitusastiaan kaadetaan Pedilen, jonka jälkeen lisätään kovetusainetta ja aloitetaan samalla tasainen sekoittaminen käyttäen puista sekoitustikkua. Kemiallinen reaktio vapauttaa korkeaa lämpöä ja hiilidioksidikuplia, jolloin nesteen samea koostumus muuttuu ripeästi tummaksi ja kirkkaaksi (kuva 18). Kaadettaessa seosta kipsimuottiin on varmistettava, että seos täyttää jokaisen ontelon, jottei muottiin muodostuisi ilmataskuja. Antila kehottaa kipsimuotin yläreunaan jätettäväksi noin 5 cm:n turpoamisvara, sillä suljetussa (kapeassa) tilassa kemiallinen aine-seos laajenee radikaalisti avoimeen tilaan verrattuna. (Hiltunen 29.9.2016; Antila, viitattu 1.4.2018.)

Prosessissa runsaasti ylijäänyttä materiaalia ei hävitetä, vaan se jätetään kovettumaan sekoitusastiaan ja tarvittaessa käytetään myöhemmin matalakorkoisten korkojen valmistuksessa. Aktiivisen reaktion päätyttyä kemikaalit eivät enää ole vaarallisia ja vastaavaleet jäähtyneet kipsimuotit laitetaan suureen vesiastiaan paksuhkon kipsikerroksen pehmittämiseksi. Tämä helpottaa kipsistä ja Kiilto-maitoliimasta muodostuneen lateksipinnan poistamista seuraavia toimenpiteitä varten (kuva 21). Vastavaaletun Pedilen-muotin irrotus kipsimuotista tulisi suorittaa käyttäen suojalaseja ja suojakäsineitä kipsistä johtuvien silmä- ja käsivaurioiden välttämiseksi.



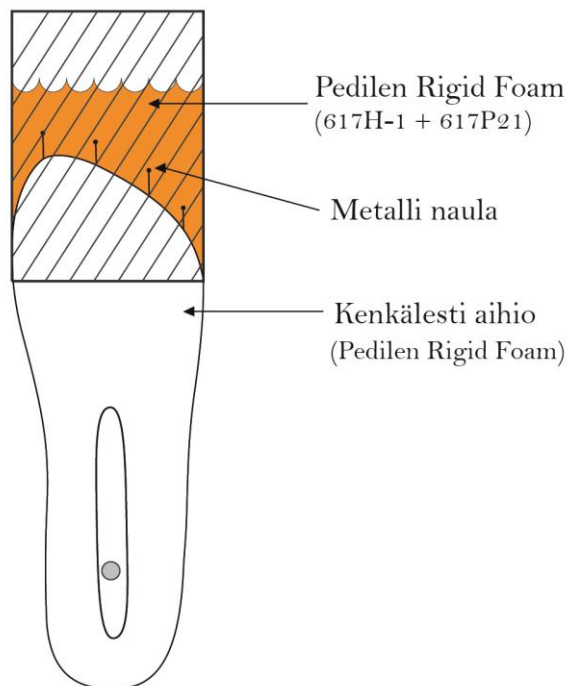
Kuva 18. Kipsimuotin erotusaine kerros (vasemmalla) ja Pedilen Rigid Foam 700:n valu (oikealla).

4.4 Muotoilu ja viimeistely

Kokonaisvaltainen kenkälestin työstö vaatii selkeän vision valmistettavan tuotteen käyttötarkoituksesta, kärjen muodosta ja halutusta korkeudesta. Pedilen Rigid Foam -seoksesta valmistetun jalkateräjäljennöksen työstö kenkälestiksi alkaa Hiltusen (viitattu 29.9.2016) ohjauksella valumuotin pinnan karhennuksella hiomapaperilla tartuntapinnan lisäämiseksi kärjen muotoilua varten. Prosessissa on huomioitava kipsimuotin olevan realistinen jäljennös paljaasta jalkaterästä. Täten siitä puuttuu tarvittavia laajuuksia, muotoja ja tukia, joita jalkaterä tarvitsee.

Lestin kärjen muotoilun asiallisuuden ja sopivan pituisen käyntivaran säilymiseksi Hiltunen (viitattu 29.9.2016) kiinnittää valumuotin kärkeen viisi kappaletta 10 mm metallista naulaa (kuva 19). Tällä menetelmällä merkitään kaikki kriittisten alueiden (vaivaisenluu, vasaravarpaat, yms.) turvarajat, joiden avulla vähennetään vahingollisia hiertymiä valmiiden jalkineiden käytössä. Seuraavaksi karhennettu alue ympäröidään paksuhkolla kartongilla, jonka pituutta ja leveyttä muokkaamalla luodaan paperinen valumuotti kenkälestin kärjelle (kuva 20). Kemiallisen seoksen progressiivista

laajenemista paperimuotti ei ymmärrettävästi kykene pitämään ja menettääkin prosessissa osan muodostaan. Tämä kuitenkin huomioidaan poistettavan massan määrässä muotoilussa kärkeä lopullisesti (kuva 21). Markkinoilla on hänen mukaansa tarjolla silikonisia muotteja, joilla voidaan nopeuttaa työskentelyä ja saada sama lopputulos. Ainoana eroavaisuutena on työskentelyjärjestys ja täsmällisyys: silikonituppi asetetaan asiakkaan jalkaan ennen kipsimuotin valua, jolloin varpaiden luonnollinen sijainti ja asennot jäävät kokonaan piiloon, mikä tuo epävarmuutta ja rajoituksia muotoilussa.



Kuva 19. Pedilen-lestin kärjenvalun poikkileikkauskuva.

Lisättävien laajuuksien sijainti ja koko vaikuttavat välittömästi jalkineiden kokonaisvaltaiseen istuvuuteen. Lisäykset pohjautuvat kenkälestin käyttötarkoitukseen ja valmistettavien jalkineiden malliin. Esimerkiksi kevyet kesäjalkineet valmistetaan hienojakoisista materiaaleista ja käytetään ohuiden sukien kanssa, kun taas raskaiden talvijalkineiden käytössä ja valmistuksessa käytetään ilmaston kylmentymisen johdosta lämpimiä ja paksumpia materiaaleja. Kaikki edellä mainitut osatekijät on otettava huomioon ja laskettava mukaan jalkaterän häiriötilanteiden välttämiseksi. Asianmukaisia laajuuksia lisätään muun muassa päkiäalueelle, jalkapöydälle ja tarvittaessa spesifisti abnormaaleihin ongelma-alueisiin (kuva 21).



Kuva 20. Kärjen paperimuotti.



Kuva 21. Kenkälestin valmistusprosessin eri vaiheet.

Lestin muotoilu aloitetaan Hiltusen (viitattu 29.9.2016) ohjeistuksella valumuottiin sementoitujen laajuksien tasoittamisella, aloittaen päkiäalueelta ja seuraten jalkaterän holvikaarien luonnollisia kaaria ja kantapään muotoja. Erityistä varovaisuutta on syytä noudattaa holvikaarien muotoilussa, sillä jo vähäinen tilavuuksien hupeneminen johtaa vakaviin seurauksiin. Liiallinen materiaalin poisto holvikaarialueelta aiheuttaa tukipohjallisten valmistuksessa korotetun holvituen, joka voi aiheuttaa kiputiloja ja pahimmassa tapauksessa verenkierron häiriintymisen. Kärjelle valetusta tilavuudesta muotoillaan pehmeästi rullaava käyntivara, jota tarvittaessa lyhennetään ja lopuksi muotoillaan toivottuun kärjenmuotoonsa. Koko työskentelyn ajan on tarkistettava jatkuvasti, että lopputulos vastaa mittojen

otossa saatua informaatiota. Lopullisessa muotoilussa Pedilen-kenkälestin pinta viimeistellään hienolla hiekkapaperilla sileäksi, mikä helpottaa jalkineiden valmistusta. Tässä vaiheessa valmistettavan kenkälestin ulkopohja on identtinen jäljennös kaikista jalkapohjalihaksien koverista ja kuperista muodoista, jotka tulisi tukea, keventää sekä tarvittaessa myös oikaista. Tukipohjallisten valmistus konkreettisesti suoraan kenkälestitille sallii erityisten muotojen tukemisen esimerkiksi pisara-pelotin avulla sekä niiden oikaisemisen, jolla saadaan vakaa ja tasapainoinen työstöpinta lestin ulkopohjalle.

Tukipohjallisten valmistuksessa käytetään eri vahvuisia ja ominaisuuksia omaavia termoplastisia materiaaleja, joita integroidaan kerroksittain suoraan työstettävään kenkälestitiin. Yhdessä kenkälestin kanssa ne muodostavat optimaalisen yksilöllisen kokoonpanon, joka sisältää jalkapohjan niin sisäiset ja ulkoiset kuin lateraalisen ja mediaalisen informaation. Viimeiseksi työvaiheeksi Hiltusen (viitattu 29.9.2016) mukaan jääkin vain tarvittaessa mahdollisen avausmekanismin valmistus: sahaus ja tolppakolon (tolppahelan) poraus. Lopputuloksena muodostuvat standardijalkaiselle henkilölle ortopedisellä valmistusmenetelmällä valmistetut yksilölliset kenkälestit, jotka tässä tapauksessa ovat ilman erillistä avausmekanismia (kuva 22).



Kuva 22. Viimeistelty Pedilen-lesti (Tuononen, 2017).

4.5 Yhteenveto

Kenkälestin valmistus Pedilen Rigid Foam -seoksesta alkaa moniportaisella kipsimuotin valmistuksella ja väliaikaisella medisiinisellä kipsauksella. Kipsinegatiivin onnistuminen vaatii tekniikan hallitsemista, nopeita käsiä ja täsmällisyyttä. Ulkoisesti helpolta näyttävä toimenpide sisältää kuitenkin kriittisen tärkeitä menettelyjä, joiden laiminlyönti voi aiheuttaa vakavia terveydellisiä harmeja.

Tämän kaltaisen valmistusprosessin hitaudesta ja korkeasta virhealttiudesta huolimatta tulokseksi saadaan erittäin todenmukainen jalkaterän kipsijäljennös, joka toimii vankkana pohjana kenkälestin valmistuksessa. Ortopediseen käyttöön kehitetty materiaali, Pedilen Rigid Foam 700, koostuu kahdesta komponentista: 617H41 – Pedilen Rigid Foam:sta ja 617P21 – Hardener for Pedilen Rigid Foam kovettaja-aineesta. Turvallisuusmääräyksiä noudattaen materiaalin käyttö tuotteiden valmistuksessa on helpokäyttöistä ja nopeaa, mutta niiden laiminlyöminen aiheuttaa perumattomia ja kroonisia terveyshaittoja. Näiden komponenttien optimaalisilla mitasuhteilla saadaan täsmällinen lopputulos, joka omaa puun kaltaisia työstöominaisuuksia. Näin lopputuloksena saadaankin ideaali lähtökohta yksilöllisten kenkälestien valmistukselle, riippumatta jalkojen terveydentilasta. Ortopedisessä valmistusprosessissa huomion kiinnittyminen jalkaterän anatomisten rakenteiden ymmärrykseen mahdollistaakin jalkineiden optimaalisen mukavuuden ja tukevuuden tuottamisen. Ortopedisen valmistuksen negatiivisena ominaisuutena voidaan mainita menetelmän hitauden lisäksi sen herkkä virhealttius. Virheellisellä muotojen lisäyksellä ja niiden työstämisellä alistetaan jalkaterä virheellisille toiminnoille, joiden seurauksena muodostuu epämiellyttäviä kiputiloja.

5 KENKÄLESTIEN TESTAUS

Mittatilausjalkineiden valmistus ja henkilökohtaisten käyttökokemusten havainnointi tuovat hyvin arvokasta informaatiota arvioitaessa ortopedisellä valmistusmenetelmällä tuotettujen Pedilen-kenkälestien todellisia ominaisuuksia ja niiden vaikutuksia ihmiskehoon. Käyttökokeen suorittava asiakas kirjaa muistioon henkilökohtaisia tuntemuksia ja havaintoja mittatilausjalkineiden käytöstä. Lopuksi asiakkaan huomioita ja palautetta analysoimalla saadaan merkittävää tietoa opinnäytetyönä valmistettujen Pedilen-kenkälestien mahdollisista hyödyistä sekä haitoista.

Tässä luvussa käsitellään nimenomaan Pedilen-kenkälestien käyttöä koskevia erityispiirteitä mittatilausjalkineiden valmistusprosessissa. Tämän vuoksi on huomautettava, ettei mittatilausjalkineiden suunnittelua tai itse valmistusta tulla käsittelemään syvällisesti. Tarkoituksena onkin selvittää millaisia etuja jalkaterän yksilöllisten anatomisten piirteiden huomioiminen mahdollisesti tuottaa standardijalkaisille henkilöille.

5.1 Mittatilausjalkineet

Mittatilausjalkineiden lähtökohtana on asiakkaan toive yksilöllisistä ja laadukkaista korollisista nilkkureista, jotka on valmistettu ei-eläinperäisistä materiaaleista. Jalkineiden suunnitteluprosessi alkaa kuvakollaasien (kuva 23) kokoamisella, jonka pohjalta käydään suunnittelemaan jalkinemallien luonnoksia. Tässä kohdassa on huomioitava käytettävän kenkälestin avausmekanismin puuttuminen, sillä ohjaa osaksi valmistettavien jalkineiden mallin suunnittelua. Ei-eläinperäisten materiaalien valikoiman rajallisuudesta ja sopimattomuudesta johtuen lopullisten jalkineiden neuloksen päällismateriaaleiksi päädyttiin valitsemaan musta pintanahka ja koristeellinen, musta, kohokuvioitu Brokadi-kangas ja vuorimateriaaliksi pehmustettu musta pintanahka ja koristeiksi kullatut soljet ja nauhoitusrenkaat (kuva 24).

Ennen jalkineiden varsinaista kaavoitusta kenkälestin tilavuuden sopivuus tarkistettiin valmistamalla siitä sovitettava, kärki- ja kantakovetettu koeneulos. Sovituksen pohjalta aloitettiin varsinainen kaavoitus ja jalkineiden valmistusprosessi. Ennen lopullista jalkinemallin valmistusta suoritettiin vielä kaavoitetun jalkinemallin koeneuloksen sovitus, jossa ongelmaksi ilmeni lestin liikatilavuus jalkapöydän alueella ja kantapään runsas liikkuminen askelluksessa. Kantapään liikkumisen aiheuttavat niin kenkälestin kannan (kantapään) laajuus kuin sen loiva muoto. Korjaamattomaksi jäänyt ongelma esiintyisi jalkaterän riittämättömänä tukena, joka aiheuttaisi kävelyssä epätasapainon lisäksi kantapäässä kivuliaita hiertymiä.

neuloksen lestille nauulaamisessa, vaan ne on valmistettava erikseen kummallekin kenkälestille sopivan paksusta ja jäykästä materiaalista (kuva 25). Tässä tapauksessa työstettävään malliin valmistettiin kanta- ja kärkipohjapanssaripalat paksusta alumiinilevystä. Samaa toimintatapaa joudutaan käyttämään myös rakenteita tukevien komponenttien valinnassa ja niitä valmistettaessa. Koska nämä lestit eivät vastaa massatuotteistettujen komponenttien kriteereitä, ne on yksitellen kaavoitettava ja tuotettava esimerkiksi termoplastisista materiaaleista.



Kuva 25. Alumiinilevystä valmistetut suojapatat.

5.2 Lopputulos

Pedilen-lesteillä valmistetut mittatilausjalkineet (kuva 26) luovutettiin asiakkaalle, jota ohjeistettiin kirjoittamaan käyttökokemukset ylös muistioon. Kirjoittamisessa painotettiin avointa ja kriittistä havainnointia. Analysoimalla ensimmäisestä käyttökokemuksesta saatu palaute tuotettiin lopuksi kirjallinen konklusio kenkälestien ominaisuuksista. Jalkineiden ensimmäisten kahdentoista päivän käytön jälkeen asiakkaalta (viitattu 15.11.2017) saadussa palautteessa esille nousivat jalkineiden tuomat edut. Hänen lähettämässään viestissä ja käydyssä puhelinkeskustelussa asiakas mainitsi kenkälestien ja tukipohjallisten mukavuuden vastanneen hänen jalkateränsä luonnollisia kuperia ja koveria muotoja. Kävellessä jalkineet

tuntuivat hänen mukaansa tukevilta ja huomaamattomilta. Askelluksessa jalkaterien linjat pysyivät suorassa ja lestin mantelinmuotoisesta kärjenmuodosta huolimatta varpailla oli riittävästi tilaa liikkua. Käytössä ei ilmennyt hiertymiä, epämukavia puristuksen tuntemuksia tai jalkaterien turvotusta. Kehonpainon tasainen ja tukeva jakautuminen jalkaterälle on myös oikaissut selkeästi koko kehon ryhtiä: kävellessä selkä asettui luonnollisesti ja ryhdikkäästi suoraksi. Aiemmin ajoittainen tarve selän suoristukselle olikin asiakkaan mukaan selkeästi kadonnut. Hän kuvaa mittatilausjalkineiden eroavan teollisesti valmistetuista jalkineista kuin yö päivästä. Edellisissä jalkineissa suurin osa kehonpainosta kohdistui varpasiin aiheuttaen jalkojen väsymisen ja turpoamisen. Asiakas mainitsi prosessille asetettujen tavoitteiden ja toiveiden olleen korkealla, ja hän oli mielissään lopputuloksesta eettisten lähtökohtien toteutumattomuudesta huolimatta. (Melkko, viitattu 15.11.2017)



Kuva 26. Mittatilausjalkineet (Tuononen, 2017).

Saadun palautteen pohjalta voidaan olettaa Pedilen-lestin ensimmäisen työvaiheen, kipsinegatiivin valmistuksen, onnistuneesti jäljentäneen jalkaterän monimuotoiset rakenteet ja näin mahdollistaneen tarvittavien tukevuusominaisuuksien lisäämisen, jotka virheellisinä näyttäytyisivät epämiellyttävinä hiertyminä sekä kiputiloina. Tämä on sidoksissa myös jalkineissa kävelyyn, jonka vaikuttavana tekijänä on sopivan korkuinen käyntivara suhteessa lestin koronkorkeuteen. Käyntivaran liian jyrkkä astekulma aiheuttaisi varpaiden luonnollisen asennon katoamisen, jolloin askellukseen muodostuisi epävarmuutta, joka voisi johtaa eteenpäin nojatessa henkilön

kaatumiseen. Kuten aikaisemmin on mainittu, ortopedinen kenkälesti on tukipohjallisten kanssa toiminnallinen kokonaisuus, jossa toinen osapuoli täydentää toista. Jalkineiden kokonaisvaltainen tukevuus pohjautuu myös osaksi kenkälestille lisättyihin ja siitä poistettuihin laajuuksiin ja tukipohjallisten yksilölliseen informaatioon. Esimerkiksi kantapään luonnolliselle kuperalle muodolle on nyt muodostunut sen mukavuutta ja tukevuutta lisäävä kovera alusta eli peti. Tästä voidaankin päätellä tukipohjallisten suoran integraation yksilöllisiin kenkälesteihin toimineen positiivisesti jalkaterän muotojen ja lihaksiston tukirunkona aktiivisissa toiminnoissa. Ihmiskehon painon tasainen jakautuminen jalkaterälle myös ennaltaehkäisee monien epämiellyttävien oireiden muodostumista, kuten kovettumia.

5.3 Yhteenveto

Yksilöllisten kenkälestien ominaisuuksien havainnointi vaatii mittatilausjalkineiden konkreettista valmistusta ja käyttökokemusten tarkkaa analysointia. Mittatilausjalkineiden valmistuksen haasteeksi paljastui lestin rintapöydän ja kantapään istuvuuden muotoilu. Tilanne korjaantui tarvittavien laajuuksien poistolla, ja kahden koeneuloksen tuottamisella mahdollistettiin kävelyssä kantapään vakaa tukevuus. Pedilen-lestin pinnan karheuden luoma liikevastus asettikin vaatimuksia käytettävien materiaalien ominaisuuksille, mikä tässä tapauksessa johti osaksi liukaspintaisen nahkavuorin käyttöön. Kipsinegatiivin valmistaminen jäljentää todenmukaisesti oikean ja vasemman jalkaterän kaikkia muotoja, mikä rajoittaa teollisten komponenttien käyttöä valmistuksessa. Tästä syystä muun muassa jalkineiden muotoja tukevat kärki- ja kantakovikkeet kaavoitettiin ja valmistettiin yksilöllisesti kummallekin kenkälestille termoplastisista levymateriaaleista.

Asiakkaan antaman palautteen pohjalta voidaan sanoa, että Pedilen Rigid Foam -kemikaalista valmistetut ortopediset kenkälestit ovat tässä tapauksessa olleet hyödyksi standardijalkaiselle henkilölle. Tulokset viittaavat vahvasti menetelmän mahdollistavan yksilöllisten jalkineiden optimaalisen istuvuuden ja mukavuuden sekä ennaltaehkäisevän jalka- ja selkäongelmia. Tämä kannustaa ortopedisen lähtökohdan käyttöön mittatilausjalkineiden valmistuksessa myös tulevaisuudessa.

6 POHDINTA JA ITSEARVIOINTI

Tutkimustyölle asetettujen kysymysten vastaukset on saatu ammattikirjallisuudesta, konkreettisen lopputuloksen tuottamisesta ja sen kvalitatiivisesta testauksesta sekä asiakkaan käyttökokemusten analysoinnista. Monien kysymysten vastaukset on integroitu Pedilen-kenkälestien ja mittatilausjalkineiden valmistusta kuvaavaan osioon. Opinnäytetyössä käytetyssä kirjallisessa lähdemateriaalissa ja keskusteluissa Antilan & Hiltusen kanssa korostettiin hyvin voimakkaasti kokonaisvaltaista ymmärrystä anatomisista rakenteista, niiden välisistä vaikutussuhteista ja laiminlyönnistä aiheutuvista seurauksista. Kaikki käytetyt lähteet osoittavat tämän lähtökohdan olevan prioriteeteista korkein, sillä juuri tällä voidaan vaikuttaa pysyvästi loppukäyttäjän kokemuksiin ja niihin seurauksiin, joiden avaimia vastuulla kantavat niiden suunnittelijat ja valmistajat. Työssä käytetty ortopedinen valmistusmenetelmä on osoittautunut mahdollistavan optimaalisen tarkan yksilöiden anatomisten rakenteiden huomioinnin mittatilausjalkineiden käsityömaisessä valmistuksessa. On kuitenkin syytä korostaa vahinkojen olevan aina mahdollisia lähtökohdista ja valmistusmenetelmistä riippumatta.

Prosessin tuloksena tuotettiin ammattilaisen opastuksella mittatilausvalmisteiset kenkälestit vaativalla ortopedisellä valmistusmenetelmällä Pedilen Rigid Foam -kemikaalista. Hän opasti ja opetti kärsivällisesti kipsinegatiivin ja Pedilen-lestin valmistuksen alusta alkaen, mikä tuki oikeaoppista kipsinegatiivin ja Pedilenin valmistusta sekä sen jatkotyöstöä. Työlle asetetut odotukset toteutuivat ja lopputuloksen pohjalta muodostui selkeitä näkemyksiä valmistusmenetelmän moniulotteisista hyödyistä myös standardijalkaisten mittatilausjalkineissa. On kuitenkin kyseenalaistettava, voiko tämä reaktio olla jalkineiden uutuudenviehätyksen loitsu, joka vain hetkelisesti lumoo? Ehkä sen toteutukseksi on vain astuttava toisiin jalkineisiin. Kaikesta huolimatta Pedilen Rigid Foam -kemikaali on osoittautunut toimivaksi ja helppokäyttöiseksi valmistusmateriaaliksi, terveysriskeistä huolimatta. Tutkittaessa Pedilen Rigid Foam -kemikaalin sisältöä on vain kysyttävä, miksi kemikaali ei ole saanut lisää erillisiä varoitusmerkkejä, sillä se koostuu terveydelle vaarallisista aineista. Tässä kohdassa on pysähdyttävä ja mietittävä, onko lopputulos kuitenkaan valmistajan terveyden vaarantamisen ja kaiken vaivannäön arvoinen.

Työskentelyprosessin suurimpana kompastuskivenä oli opinnäytetyön aiheen laajuuden rajaaminen, sillä kokonaisvaltaisen ymmärryksen vaatimuksena on teemojen selkeä käsittely pintaa syvemältä – lempeä pyörre, johon tekijänä koin suurta vetoa. Rajoittavina tekijöinä olivat työn aikarajan lisäksi valmistusmenetelmään liittyvän kirjallisuuden vähäisyys ja tiettyjen osa-alueiden suhteen julkaistun taustamateriaalin puuttuminen kokonaan. Merkittäväksi lähdeoteokseksi muodostui Handbook of footwear design and manufacture -kirja sen tuoreuden ja laajuuden vuoksi. Tämän opinnäytetyön mahdollistaman oppimisprosessin loppuunsaattaminen on

ollut pitkän sairasloman aiheuttamasta viivästyksestä huolimatta erittäin palkitsevaa. Prosessi on kasvattanut minua ja olen nauttinut tämän aiheen käsittelystä, lähdeaineistojen lukemisesta, tekstin luomisesta ja uusien lähestymistapojen esille tuomisesta, kuin myös saamastani konkreettisen tuotteen palautteesta. Olen kiitollinen prosessissa avustaneita ohjaajia ja opponenttia sekä tekstin oikolukijoita kohtaan. Uskallankin verrata opinnäytetyöprosessia elävään symbioosiin, jossa yksi osa-alue vahvistaa toista ja joka on ongelmatapauksissa sopeutumiskykyinen uusien tilanteiden asettamiin haasteisiin.

Tämän opinnäytetyön pohjalta ehdottaisin jatkotutkimukseksi Antilan (viitattu 1.2.2018) haastattelussa mainitseman jalkaterän 3D- ja 4D-skannauksen ja 3D-tulosteisen kenkälestien valmistuksen tutkimista. Tämä osio on progressiivisesti kehittymässä ja muuttamassa jalkineiden valmistusta ja siihen suhtautumista.

LÄHTEET

617H-1 - Pedilen Rigid Foam (2016). Safety Data Sheet. Haettu 22.1.2018 osoitteesta

https://professionals.ottobockus.com/media/pdf/617H-1_en-US.pdf

617P21 – Hardener for Pedilen Rigid Foam (2016). Safety Data Sheet. Haettu 22.1.2018 osoitteesta

https://professionals.ottobockus.com/media/pdf/617P21_en-US.pdf

Ala-Kokko, T. & Koivulampi, A. (2008). *Jalaksen kevyesti ohjaavien pohjalisten vaikutus jalkaterään seisomatyöntekijöiden koemana*. Opinnäytetyö. Fysioterapian koulutusohjelma. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu. Haettu 14.9.2016 osoitteesta

<http://www.theseus.fi/handle/10024/1385>

Alumeco (n.d.). Alumiinin kierrätys. Haettu 23.3.2018 osoitteesta

<https://www.alumeco.fi/asiantuntemus-ja-teknikka/yleistae/alumiinin-kierraetus>

Bartleby (2000). Henry Gray (1821–1865). *Anatomy of the Human Body*. 1918. Haettu 13.7. 2017 osoitteesta

<http://www.bartleby.com/107/>

Chemical Book (n.d.). Product Catalog. Haettu 22.1.2018 osoitteesta

http://www.chemicalbook.com/ProductIndex_EN.aspx

Choklat, A. (2012). *Footwear Design (Portfolio Skills: Fashion & Textiles)*. London: Laurence King Publishing Ltd.

Duodecim (2016). Terveet jalat sanasto. Haettu 28.11.2017

https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=tju00350&p_hakusana=pronaatio

Hervonen, A. (2001). *Tuki- ja liikuntaelimestön anatomia*. 6 painos. Tampere: Kirjapaino Virtaset Oy.

Hierontajaakko (2015). Lihasten nimet latinasta suomeksi. Haettu 22.2.2018 osoitteesta

<https://www.hierontajaakko.com/single-post/2015/02/21/Lihasten-nimet-latinasta-suomeksi>

Jukka Korpela (n.d.). Pienehkö sivistyssanakirja. Haettu 28.11.2018 osoitteesta

<http://jcorpela.fi/siv/>

Jylhä-Vuorio, H. & Vähä-Aho, S. (2003). *Keramiikan materiaalit*. 2. painos. Nurmijärvi: Kirjakas Ky.

László, V. & Mólnar, M. (2006). *Handmade Shoes for Men*. Potsdam: h.f.ullmann.

Liukkonen, I. & Saarikoski, R. (2013). *Jalat ja terveys*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Luximon, Y. (2013). Shoe-last design templates. Teoksessa A. Luximon (toim.) *Handbook of footwear design and manufacture*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 197–213.

Ma, X. & Luximon, A. (2013). Design and manufacture of shoe lasts. Teoksessa A. Luximon (toim.) *Handbook of footwear design and manufacture*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 177–196.

Mäkelä, S. (2012). *Polyuretaanisolumuovien konservointi*. Opinnäytetyö. Konservoinnin Koulutusohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Haettu 12.1.2017 osoitteesta
<http://www.theseus.fi/handle/10024/47033>

Nisula, T. (2012). *Erytisjalkineiden ja tukipohjallisten hankintakäytännön laadun kehittäminen Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin tarpeisiin*. Opinnäytetyö. Kuntoutuksen Koulutusohjelma. Metropolian Ammattikorkeakoulu. Haettu 15.9.2016 osoitteesta
<http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2012061412694>

Ottobock (n.d.). Materials: components & Systems. Haettu 22.1.2018 osoitteesta
https://www.ottobock.se/media/local_media_1/bu-prosthetics/material-katalog-646k1-15-16.pdf

Reichert, B. (2008). *Käytännön anatomia 1 – ylä- ja alaraajojen tutkiminen palpaation keinoin*. 2. painos. Suomentaja: Karin Ståhl. Jyväskylä: Gummerus Kirjanpaino.

Respecta (n.d.). Ortoosit ja tuet. Haettu osoitteesta 23.11.2007
<https://www.respecta.fi/fi/ratkaisut/apuvalineet/ortoosit/>

Saaristo, S. (1989). *Kengän suunnittelu- ja valmistustekniikka*. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Schmeltzpfenning, T. & Brauner, T. (2013). Foot biomechanics and gait. Teoksessa A. Luximon (toim.) *Handbook of footwear design and manufacture*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 27–44.

Sigma-aldrich (n.d.). Products. Haettu 22.1.2018 osoitteesta

<https://www.sigmaaldrich.com/finland.html>

Solunetti (n.d.). Yleistä lihaskudoksesta. Haettu 20.2.2018 osoitteesta <http://www.solunetti.fi/fi/histologia/lihaskudos/>

Suomisanakirja (n.d.). Sanakirja. Haettu 13.12.2007 osoitteesta <https://www.suomisanakirja.fi>

Terveyskirjasto (n.d.) Lääketieteen sanasto. Haettu 13.12.2017 osoitteesta https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=jal00010

Tukes (2017). Uudet varoitusmerkit. Haettu 22.1.2018 osoitteesta <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaaineet/Luokituspakkaaminen-ja-merkinnat/Uudet-varoitusmerkit/>

UKK-instituutti (n.d.). Biomekaniikan perusteet. Haettu 15.9.2016 osoitteesta <http://tule-liikunta.fi/wp-content/uploads/TULE-ABC-biomekaniikan-perusteet-UKKi.pdf>

Wardell, S. (1997). *Slip casting*. London: A & C Black.

Xiong, S. & Zhao, J. (2013). Foot models and measurements. Teoksessa A. Luximon (toim.) *Handbook of footwear design and manufacture*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 72—86.

Yick, K. L., Tse, C. Y. (2013). Textiles and other materials for orthopaedic footwear insoles. Teoksessa A. Luximon (toim.) *Handbook of footwear design and manufacture*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 341—368.

Ng, E. Y. L. (2013). Foot Problems and their implications for footwear design. Teoksessa A. Luximon (toim.) *Handbook of footwear design and manufacture*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 90—114.

Haastattelu ja henkilökohtaiset tiedonannot:

Antila, M. 2018. Kenkä mestari. Henkilökohtainen tiedonanto puhelimitse 22.3.2018.

Antila, M. 2018. Kenkä mestari. Teemahaastattelu. Tampere 1.2.2018.

Hiltunen, K. 2016. Suutari. Mittojen otto. Yrityskäynti. Tampere 12.8.2016.

Hiltunen, K. 2016. Suutari. Pedilen Rigid Foam valu ja kenkälestin valmistus. Yrityskäynti. Tampere 29.9.2016.

Melkko, M. 2017. Asiakas. Mittatilausjalkineiden palaute. Puhelinkeskustelu tekijälle 15.11.2017.

Niemelä, M. (2017). Yliopettaja. Kipsi, muotti ja valaminen. Sähköpostiviesti tekijälle 15.11.2017.

Kuvalähteet:

Kuva 3. Gray, H. Fig. 290 & Fig. 291. Haettu 13.7.2017 osoitteesta <http://www.bartleby.com/107/66.html>

Kuva 4. Gray, H. Fig. 268 & Fig. 269. Haettu 13.7.2017 osoitteesta <http://www.bartleby.com/107/63.html>

Kuva 5. László, V. & Mólnar, M. (2006). *Handmade Shoes for Men*. Potsdam: h.f.ullmann.

Kuva 7. Groupeapocom (n.d.). Harris & Beath kumimatto. Haettu 22.3.2018 osoitteesta <https://groupeapocom.com/en/product/81110>

Kuva 9. Melkko, M. (2016). Vaahtokumimuotti.

Kuva 14. Melkko, M. (2016). Koroke ja käyntivara kappaleet.

Kuva 15. Melkko, M. (2016). Muovikalvosidos.

Kuva 16. Melkko, M. (2016). Kipsaus.

Kuva 17. Melkko, M. (2016). Kipsinegatiivin sementointi ja irrotus.

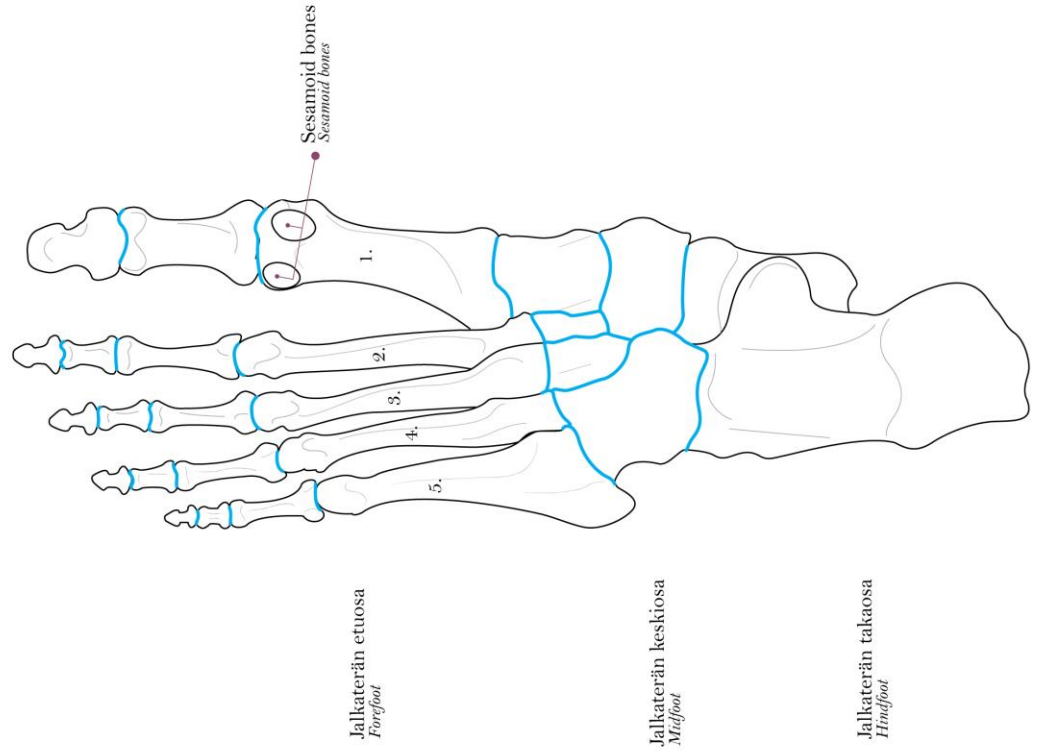
Kuva 22. Tuononen, N. (2017). Viimeistely Pedilen-lesti.

Kuva 23. Melkko, M. (2016). Mood Board.

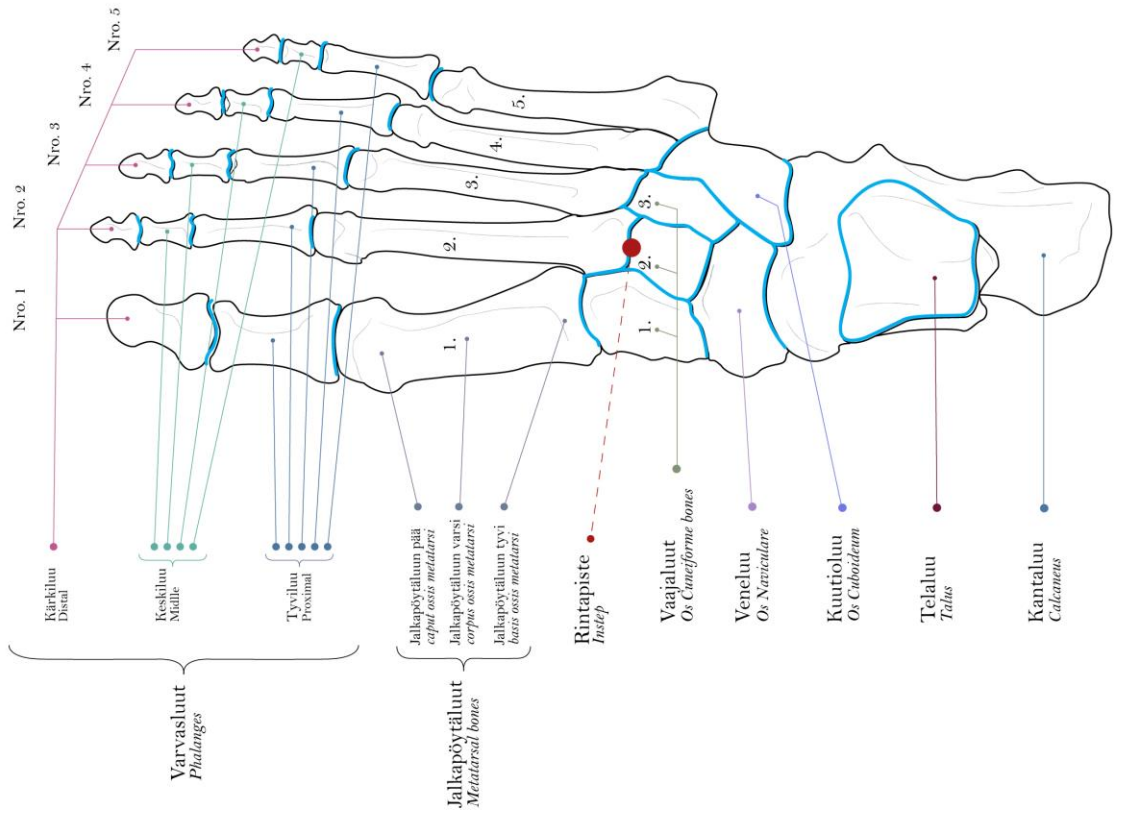
Kuva 26. Tuononen, N. 2017. Mittatilausjalkineet.

Jalkaterän luusto

Inferiörinen näkymä
Alapuolinen näkymä



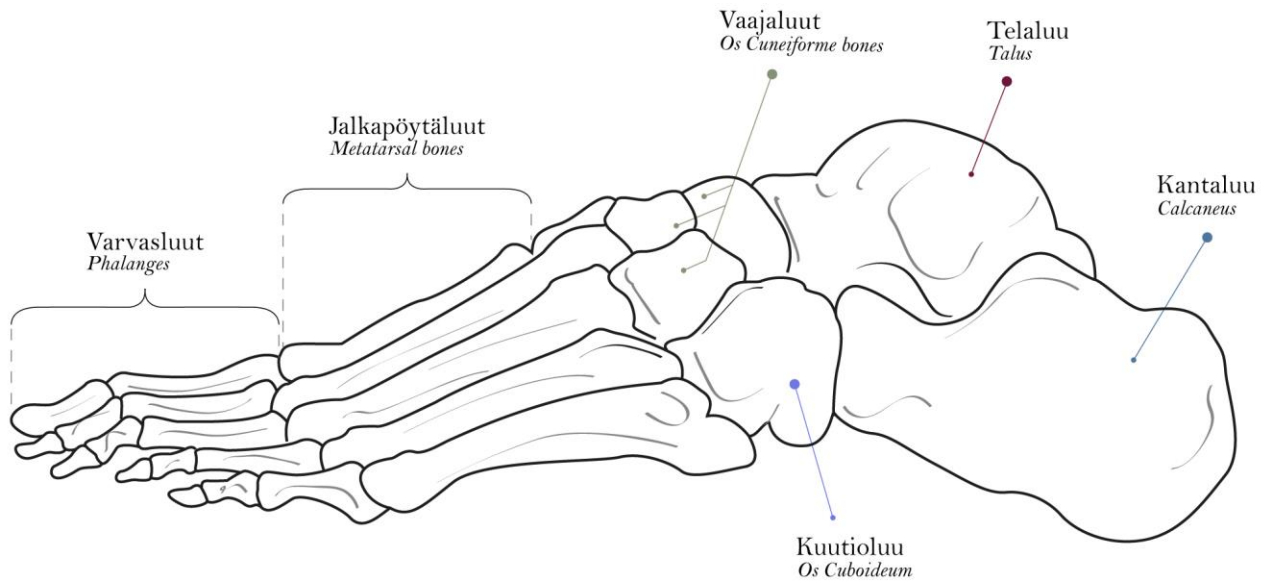
Superiörinen näkymä
Yläpuolinen näkymä



Jalkaterän lateraalinen ja mediaalinen näkymä

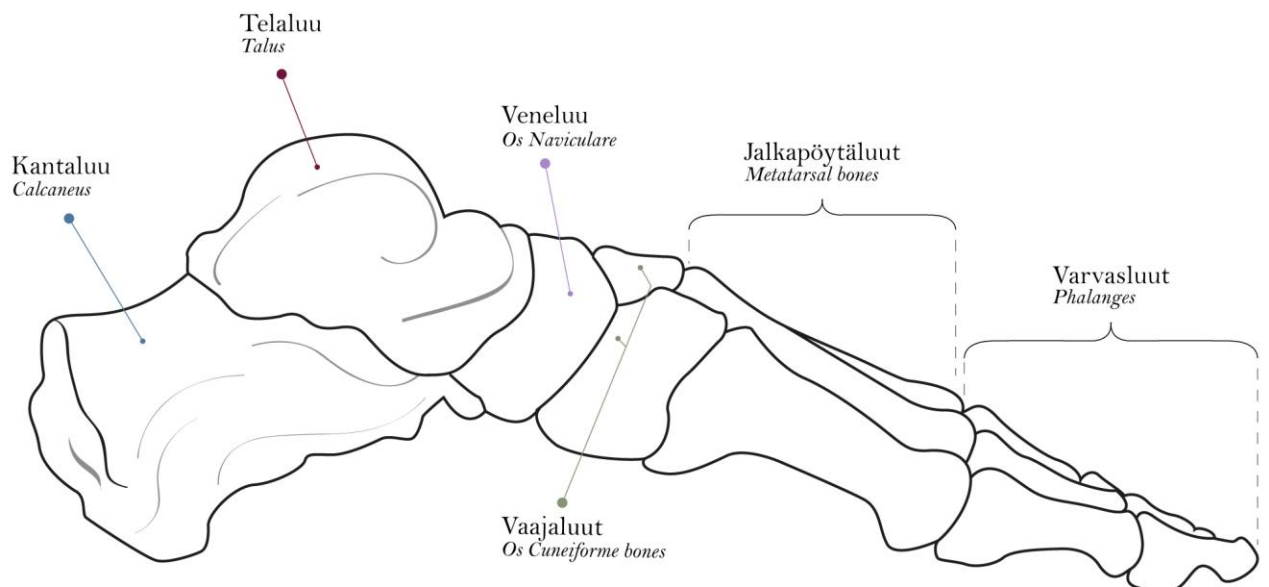
Lateraalinen näkymä

(Ulkosyrjäinen)



Mediaalinen näkymä

(Sisäsyrjäinen)

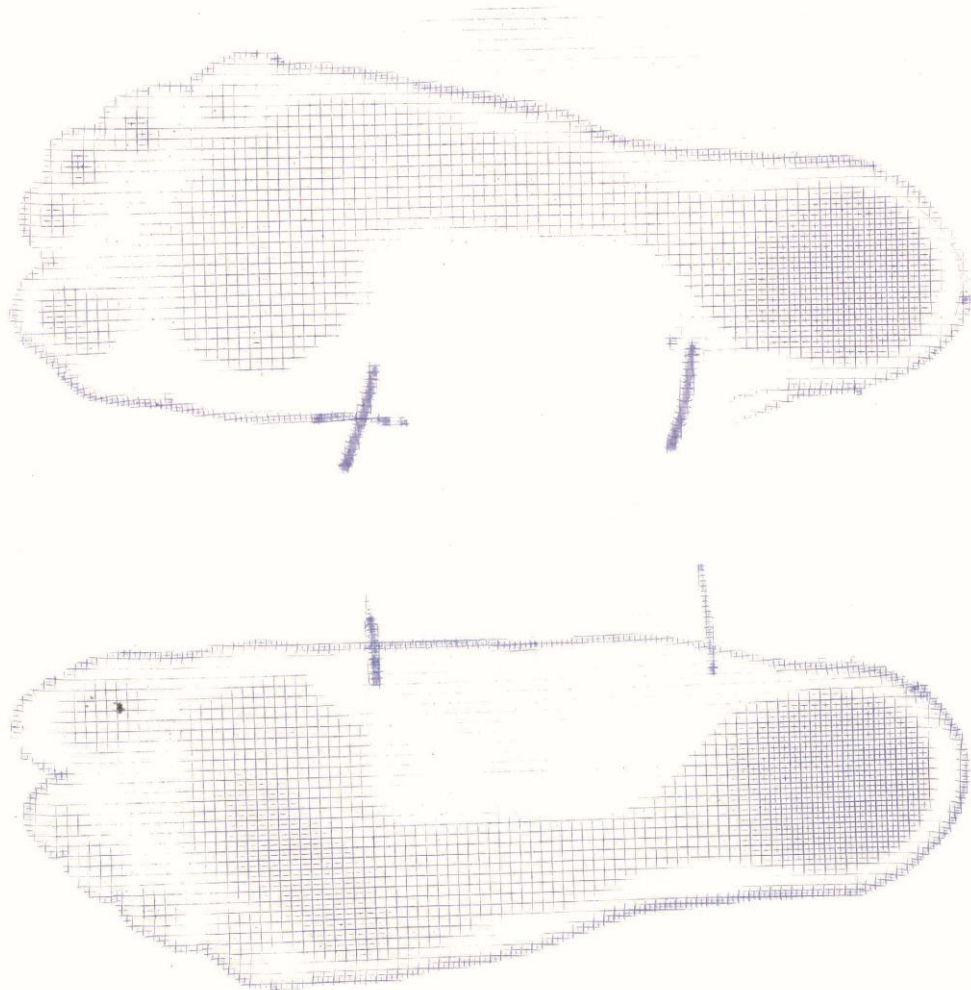
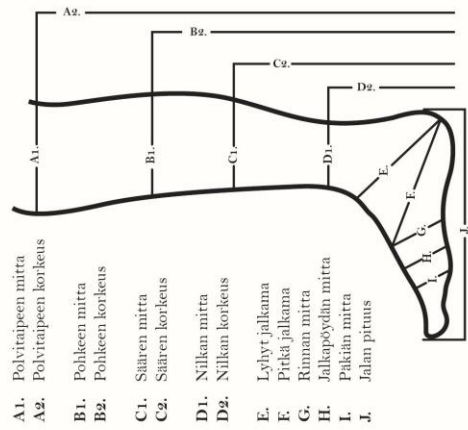


Asiakkaan jalkapainannekuvio ja jalkaterän ympärysmittat

Milka Melkko

Vasen	Oikea
C1. 26,0 cm	C1. 26,5 cm
C2. 18,0 cm	C2. 18,0 cm
D1 25,8cm	D1 26,5 cm
D2. sis. 6,3 cm ulk. 5,5 cm	D2. sis. 6,5cm ulk. 5,0 cm
E. 33,4 cm	E. 33,3 cm
F. 37,0 cm	F. 37,0 cm
G. 25,0 cm	G. 25,0 cm
H. 24,0 cm	H. 23,9 cm
I. 23,5 cm	I. 23,8 cm
J. 25,8 cm	J. 26,1 cm

sis.= sisäpuoli / ulk.= ulkopuoli



Haastattelu: Mika Antila, Mitta-Kenkä

1.2.2018
TAMPERE

1. Miten olette päätyneet Pedilen Rigid Foam ¹⁾ kemikaalin käyttöön ortopedisten kenkälestien valmistuksessa?
2. Millaisissa tilanteissa päädytään tämän kemikaalin käyttöön?
3. Minkälaisia valmistustapoja kemikaalin käyttö on mahdollistanut?
4. Onko tämän kemikaali aineen käyttö täsmällistä ja luotettavaa?
Mitkä tekijät vaikuttavat luotettavuuteen?
5. Mitkä ovat Pedilen Rigid Foamin käytön positiiviset sekä negatiiviset puolet?
6. Millaisia menetelmiä olette käyttäneet aikaisemmin?
7. Millä tavalla ortopediset kenkälestit eroavat standardijalkaisille tuotetuista lesteistä?
8. Millaisia etuja ortopedisten kenkälestien valmistusmenetelmät voisivat tuottaa standardijalkaisille henkilöille?
9. Koetteko digitalisoitumisen vahvistavan sekä mahdollistavan aineettoman työkentelyn myös ortopedisessä ympäristössä? – Tulevaisuuden näkymät: Kipsimuotin korvaus alaraajan ²⁾ 4D-skannauksella sekä kokonaisvaltaisesti kenkälestin valmistuksen 3D-mallinnuksella, että tulostuksella.

¹⁾ Kemikaali

- Tässä kontekstissa tarkoitetaan kemiallisten aineiden seosta, joka on valmistettu teollisesti.

²⁾ 4D

- Objektin ulkopinnan 3D-skannaus, joka sisältää realistiset liikeradat perustuen sisäisiin rakenteisiin.