

De 'optimale' plaatsing van een transversaalsteun

Juni 2016

Daniëlle Vrolijk



De 'optimale' plaatsing van een transversaalsteun

Afstudeerproject

7 maart – 15 juni 2016

Auteur: Daniëlle Vrolijk

Studentnummer: 12083194

e-mailadres: danielle.vrolijk92@gmail.com

Opleiding Mens en Techniek | Bewegingstechnologie

De Haagse Hogeschool

Johanna Westerdijkplein 75

2521 EN Den Haag

Eerste begeleider: M.L.C. Kessels (MSc)

Tweede begeleider: H. van der Sloot

Stagebedrijf

Academisch Medisch Centrum

Meibergdreef 9

1105 AZ Amsterdam- Zuidoost

Begeleider: J.B.J. Zwaferink (PhD student)

Datum: 15 juni 2016



Voorwoord

Mijn naam is Daniëlle Vrolijk, een student Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool. Naar aanleiding van mijn afstuderen heb ik een scriptie geschreven met als onderwerp: 'De 'optimale' plaatsing van een transversaalsteun'.

Op het Academisch Medisch Centrum (AMC) is een studie gestart waarbij drie innovatieve zoolconcepten zijn getest. Met behulp van in-shoe drukmetingen is de plantaire piekdruk gemeten bij mensen met diabetes mellitus tijdens het lopen op de zoolconcepten. Gedurende de studie ontstond de vraag: welke locatie van de transversaalsteun heeft de grootste procentuele plantaire drukafname tot gevolg bij mensen met diabetes mellitus in de huidige schoen technische praktijk? Door mijn onderzoeksgeest en mijn interesse in het effect van orthopedisch schoeisel op het leven van mensen met diabetes, ben ik hard aan de slag gegaan met deze vraag.

Na het verkrijgen van de drukmeetgegevens uit een eerder onderzoek en het verwerven van eigen data bij Penders Voetzorg in Delft, kon ik mijn onderzoeksvraag beantwoorden. Tijdens dit onderzoek stonden mijn externe begeleider, Jennefer Zwaferink, en mijn afstudeerbegeleiders, Manon Kessels en Hester van der Sloot, altijd voor mij klaar. Zij hebben mijn vragen beantwoordt en mij kritische wedervragen gesteld, zodat ik op de goede weg bleef en mijn onderzoek kon volbrengen. Dankzij hun kan ik u dit verslag aanbieden.

Hierbij wil ik dan ook graag mijn begeleiders bedanken voor hun goede ondersteuning. Daarbij wil ik het AMC en Penders Voetzorg bedanken voor het beschikbaar stellen van de data, ondersteunende materialen en de fijne werkplekken.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Daniëlle Vrolijk

Amsterdam, 14 juni 2016

Samenvatting

Inleiding: Bij mensen met diabetes mellitus is het van belang om met behulp van orthopedisch schoeisel de plantaire drukken te verlagen om het risico op een voetulcus te verkleinen. Een van de schoenaanpassingen die effectief is gebleken in het verlagen van de druk onder de voorvoet is het plaatsen van een transversaalsteun. De vraag is echter: Welke locatie van de transversaalsteun heeft de grootste procentuele plantaire drukafname tot gevolg bij mensen met diabetes mellitus in de huidige schoen technische praktijk?

Methode: In een database was data beschikbaar van 23 proefpersonen waarbij de plantaire drukken zijn gemeten tijdens het lopen op drie verschillende orthopedische zolen. Met behulp van deze data en de afstanden van de apex van de transversaalsteun tot aan de capiti metatarsalia, is de correlatie bepaald tussen de locatie van de transversaalsteun en de procentuele drukafname. Vervolgens is gekeken bij welke positie van de transversaalsteun de grootste procentuele drukafname optreedt en in welk zoolconcept dit het best wordt toegepast.

Resultaten: De locatie (gecorrigeerd voor hoogteverschillen tussen de zolen) van de transversaalsteun voorspelt voor 22.8% de procentuele drukafname op de capiti metatarsalia ($r=0.477$). De grootste procentuele drukafname wordt verkregen bij een gemiddelde afstand van de apex van de transversaalsteun tot aan de capiti metatarsalia van $17\pm 3\text{mm}$. De transversaalsteunen in de DIAFOS-OSB zolen worden het best gepositioneerd.

Conclusie: De grootste procentuele drukafname wordt behaald bij een plaatsing van gemiddeld 17mm ten opzichte van de capiti metatarsalia. Er is meer onderzoek noodzakelijk om uitsluitsel te geven of dit het daadwerkelijke optimum is.

Inhoudsopgave

Inleiding	4
Methode	6
Proefpersonen.....	6
Aangemeten zolen	6
Meetinstrumenten.....	7
Dataverzameling	7
Data-analyse.....	8
Statistische analyse	9
Resultaten	12
Discussie	16
Conclusie	21
Literatuurlijst	22
Bijlage 1 – schoenconcepten	24
Bijlage 2 – Dataverwerving.....	26
Bijlage 3 – Bepaling locatie en hoogte transversaalsteun.....	27
Bijlage 4 – Dataverwerking drukmetingen	31
Bijlage 5 – Projectplan.....	32
Bijlage 6 – Persoonlijke leerdoelen	38

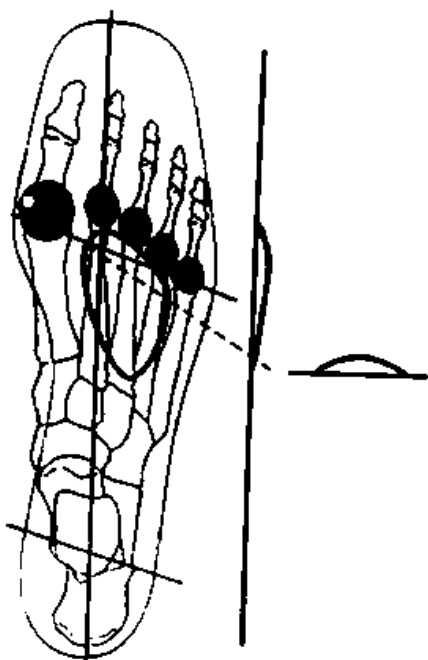
Inleiding

Een veel voorkomende complicatie bij mensen met diabetes mellitus (DM) is een (plantaire) voetulcus. Een voetulcus ontstaat door een combinatie van perifere neuropathie en hoge plantaire drukken (Waaijman et al, 2014). In 80% van de gevallen kan een voetulcus voorkomen worden, indien orthopedisch schoeisel wordt gedragen en hoge plantaire drukken ($> 200\text{kPa}$) worden gemeden (Waaijman et al, 2014). De plantaire piekdruk is onafhankelijk van het lichaamsgewicht (Cavanagh et al, 1991), maar wel afhankelijk van voetdeformiteiten (Tang et al, 2015) en wordt verhoogd onder de calcaneus en de hallux bij een hoge loopsnelheid (Segal et al, 2004). De plantaire piekdrukken kunnen gemeten worden met behulp van verschillende drukmeetinstrumenten. Het onderzoek van Bus et al (2013) heeft aangetoond dat met behulp van in-shoe drukmetingen risicogebieden met hoge plantaire piekdrukken in beeld kunnen worden gebracht, waardoor het orthopedische schoeisel gericht aangepast kan worden. Op deze manier wordt efficiënt gewerkt en worden grote drukafnames bewerkstelligt, waardoor het risico op een voetulcus afneemt. Op basis van dit onderzoek is de implementatie van in-shoe drukmetingen bij mensen met DM in de schoen technische praktijk gestart.

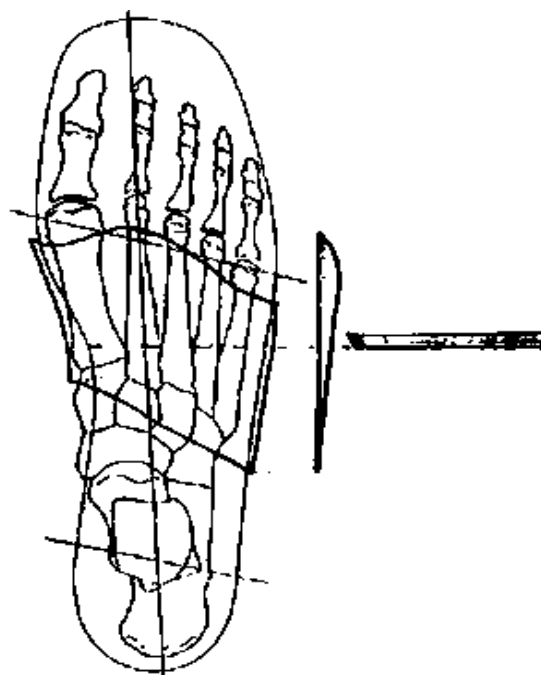
Uit het nationale DIAFOS onderzoek is gebleken dat verschillende schoenaanpassingen een plantaire drukverlaging tot gevolg hebben (Bus et al, 2012). Zo blijkt een ondersteuning van het mediale voetgewelf gemiddeld 18% drukverlaging onder de mediale voorvoet tot gevolg te hebben. De ondersteuning van het mediale voetgewelf wordt voornamelijk toegepast om de druk op capiti metatarsalia I tot en met III te ontlasten (Arts et al. 2015). Daarnaast is in verschillende onderzoeken aangetoond (Guldmond et al, 2006; Mueller et al, 2006; Lott et al, 2007; Bus et al, 2012 & Arts et al, 2015) dat een voorvoetsteun ook de plantaire piekdruk onder de capiti metatarsalia verlaagd. Een drukverlaging onder de capiti metatarsalia en de hallux is van groot belang voor mensen met DM, aangezien dit risicolocaties zijn voor het ontstaan van een voetulcus (HealthWise Staff, 2014). Er zijn verschillende voorvoetsteunen die de plantaire piekdruk op de capiti metatarsalia kunnen verlagen (Lee et al, 2014). In de praktijk worden voornamelijk de pelotte (retro capitale mediale steun, RCMS) en een transversaalsteun (retro capitaal transversale balk, RCTB) toegepast (zie *Figuur 1* en *Figuur 2*).

Meerdere studies hebben het effect van de plaatsing van een pelotte op de plantaire druk onder de capiti metatarsalia onderzocht (Hastings et al, 2007 & Brodtkorb et al, 2008). In het onderzoek van Hastings et al (2007) is gekeken naar de optimale plaatsing bij mensen met DM, waaruit een optimale plaatsing van 16 tot 21mm proximaal van de caput metatarsale (CM) II ten opzichte van de apex van de pelotte naar voren kwam.

Over de optimale plaatsing en de relevantie van de transversaalsteun is daarentegen nog weinig bekend. Terwijl de transversaalsteun wel vaker dan de pelotte wordt toegepast in de praktijk (Arts et al, 2015). Daarbij blijkt de transversaalsteun een twee keer zo grote procentuele drukafname (op de twee locaties met de hoogste piekdrukken $> 200\text{kPa}$) tot gevolg te hebben in vergelijking met een pelotte (Bus et al, 2012). Ook blijkt uit het onderzoek dat een verplaatsing van een voorvoetsteun een groot effect heeft op de plantaire druk. Hieruit komt dus naar voren dat een goede plaatsing van een voorvoetsteun belangrijk is.



Figuur 1: Schematische weergave van een pelotte (retro capitale mediale steun, RCMS)



Figuur 2: Schematische weergave van een transversaalsteun (retro capitaal transversale balk, RCTB)

Afgelopen jaren zijn er verschillende orthopedische schoenconcepten ontwikkeld die als doel hebben de plantaire druk zo effectief mogelijk te verlagen bij mensen met DM en een hoog risico op het krijgen van een voetulcus. In dit onderzoek zal worden gekeken naar het effect van de plaatsing van een transversaalsteun op de plantaire druk onder de capiti metatarsalia in deze verschillende concepten. De onderzoeksvraag luidt als volgt: Welke locatie van de transversaalsteun heeft de grootste procentuele plantaire drukafname tot gevolg bij mensen met diabetes mellitus in de huidige schoen technische praktijk? De onderzoeksvraag zal beantwoordt worden met behulp van eerder verworven data uit de huidige schoen technische praktijk. In dit retrospectieve onderzoek zal de locatie die de grootste plantaire drukafname tot gevolg heeft ook wel de 'optimale' plaatsing worden genoemd.

Uit het onderzoek van Hastings et al (2007) blijkt dat de apex van de pelotte het best 16 tot 21mm proximaal van de capiti metatarsalia kan worden geplaatst, naar verwachting zal deze locatie bij de transversaalsteun ook de grootste procentuele drukafname opleveren. Daarnaast wordt verwacht dat deze plaatsing in de schoenconcepten reeds wordt toegepast.

Na het beantwoorden van de onderzoeksvraag, worden richtlijnen opgesteld voor de plaatsing van de transversaalsteun. Met de richtlijnen zou een protocol opgesteld kunnen worden voor het optimaal plaatsen van de transversaalsteun bij mensen met DM, zodat het werk van de orthopedische schoenmaker geoptimaliseerd en versneld kan worden.

Methode

In de methode zal omschreven worden hoe de data is verworven voor dit retrospectieve onderzoek. De methode omvat de data die al beschikbaar was en de nieuw verkregen data.

Proefpersonen

23 proefpersonen met DM (type I en II) zijn geïnccludeerd voor het toenmalige cross- sectionele onderzoek. De karakteristieken van de proefpersonen zijn terug te vinden in *Tabel 1*. Alle proefpersonen hadden sensibiliteitsverlies in de voeten als gevolg van perifere neuropathie en een hoog risico op het ontstaan van een voetulcus. De proefpersonen waren geclassificeerd in risicogroep twee of drie op basis van de International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF). Dit houdt in dat er sprake was van perifeer vaatlijden, een voetdeformiteit of een ulcus in het verleden. De proefpersonen droegen (semi- of) op maat gemaakte schoenen en waren dus gewend aan het lopen op aangepast schoeisel. Er was een gelijke verdeling tussen de personen die in het dagelijks leven op maat gemaakte schoenen (OSA¹) of semi- op maat gemaakt schoenen (OSB²) droegen. De exclusiecriteria waren: een actieve voetulcus, onvermogen om meer dan tien meter te lopen, extreme voetdeformiteiten (zoals een Charcot voet), amputatie van meer dan twee digiti of hallux en onvermogen om instructies op te volgen. De proefpersonen zijn geworven via de polikliniek en de revalidatiearts van de afdeling Revalidatie in het Reinier de Graaf Gasthuis in Delft. Alle proefpersonen hadden voorafgaand aan het onderzoek toestemming gegeven voor deelname aan het onderzoek. Het meetprotocol was goedgekeurd door de medische ethische commissie van het Academisch Medisch Centrum (AMC) in Amsterdam.

Aangemeten zolen

De 23 proefpersonen kregen ieder drie paar orthopedische zoolconcepten aangemeten, namelijk het TrueContour concept, het DIABETEC concept en het DIAFOS-OSB concept. Voor alle aanpassingen, zoals de locatie van de transversaalsteun, in de steunzoolontwerpen is informatie gebruikt over de plantaire druk. Er zit echter wel verschil in hoe de drukmetingen zijn gebruikt; hoe de voetvorm data is verkregen; de gebruikte materialen en de achterliggende wetenschappelijke principes. Het TrueContour zoolconcept was gebaseerd op een algoritme die rekening hield met de blootvoetse drukken en een 3D-scan van een schuimafdruk van de voet. Voor het DIABETEC concept is dezelfde input gebruikt, maar hierbij heeft de orthopedische schoenmaker de locatie van de transversaalsteun bepaald. Het DIAFOS-OSB concept is gemaakt door een senior schoenmaker, die getraind is in het vervaardigen van OSB zolen op basis van het DIAFOS concept (zie *Bijlage 1*). De richtlijn voor het plaatsen van de transversaalsteun bij de DIAFOS-OSB zolen was 16-21mm van de apex van de transversaalsteun tot aan CM I. In *Bijlage 1* is de verdere informatie terug te vinden over de totstandkoming van de drie zoolconcepten. Alle zolen waarin een transversaalsteun is toegepast, zijn in het onderzoek meegenomen. In *Tabel 2* zijn het totaal aantal zolen met een transversaalsteun (links en rechts) per zoolconcept terug te vinden. In totaal waren er 136 zolen voor het huidige onderzoek beschikbaar. In *Bijlage 2* (sessie 1) staat omschreven welke informatie is verzameld voor het produceren van de zolen.

¹ Orthopedisch schoeisel, type A (zowel de zool als de schoen zijn volledig op maat gemaakt)

² Orthopedisch schoeisel, type B (zool op maat gemaakt, maar de schoen is standaard gefabriceerd)

Tabel 1: Algemene gegevens proefpersonen

Leeftijd (jaren)	66 ± 10
Aantal mannen / vrouwen	15 / 8
BMI	31 ± 6
Aantal personen DM type I / type II	3 / 20
Aantal jaren gediagnosticeerd met DM	17 ± 11
Aantal personen met een ulcus in het verleden	11
Aantal personen amputatie (≤ twee digiti)	2

Gemiddelde ± standaarddeviatie of aantal (#).

DM staat voor diabetes mellitus.

Tabel 2: Aantal beschikbare zolen

Zoolsoort	Aantal zolen
TrueContour	46
DIABETEC	44
DIAFOS- OSB	46

Totaal aantal zolen per zoolconcept (links en rechts). OSB (Orthopedisch Schoeisel type B) zijn semi- op maat gemaakte schoenen.

Meetinstrumenten

Voor het ontwerp van de zolen zijn onder anderen positieve gipsmodellen van de voeten gemaakt, door schuimafdrukken van de voeten te vullen met gips. Verder zijn blootvoetse drukmetingen uitgevoerd met behulp van het EMED drukmeetsysteem (Novel GmbH, Munich, Duitsland). De gipsafdrukken en de blootvoetse drukmetingen zijn in het huidige onderzoek gebruikt om de locaties van de capiti metatarsalia vast te stellen (zie *Bijlage 3*). Verder is in het huidige onderzoek data gebruikt van in-shoe drukmetingen uitgevoerd met behulp van het Pedar X-systeem (Novel GmbH, Munich, Duitsland). Er is gemeten met een samplefrequentie van 50Hz. Het systeem bestond onder anderen uit twee inlegzolen die in de schoenen waren geplaatst, op de originele zolen. Er waren verschillende groottes inlegzolen beschikbaar. De inlegzolen waren 2mm dik en per cm² bevond zich een sensor die de plantaire druk heeft gemeten.

Dataverzameling

Tijdens sessie 3 van het eerder uitgevoerde onderzoek (zie *Bijlage 2*) zijn in-shoe drukmetingen uitgevoerd tijdens het lopen op drie verschillende steunzoolconcepten, namelijk: TrueContour, DIABETEC, en DIAFOS-OSB. Deze steunzoolconcepten zijn, voor de meting, in een Podartis schoen (zie *Figuur 3*) geplaatst. Een standaard gefabriceerde verbandschoen van Pullman (zie *Figuur 4*) is gebruikt als referentiemeting. De in-shoe drukmetingen per zoolconcept zijn in een willekeurige volgorde uitgevoerd. Gedurende de drukmetingen is over een gangpad van twintig meter gelopen, waarbij de snelheid is gemeten met behulp van een stopwatch. Een maximale afwijking van 10% in de loopsnelheid was toegestaan. Alle metingen die hier niet aan voldeden, zijn verwijderd. De eerste keer heen en weer lopen (40 meter) is niet geregistreerd, zodat de proefpersonen konden wennen aan de zolen en de meetopstelling. Er zijn minimaal twaalf stappen per voet en per concept gemeten.

De data van de blootvoetse en de in- shoe drukmetingen zijn opgeslagen in een database en waren voorafgaand aan het huidige onderzoek aanwezig op het AMC. De zolen en de gipsmodellen van de proefpersonen zijn opgeslagen bij Penders Voetzorg in Delft.

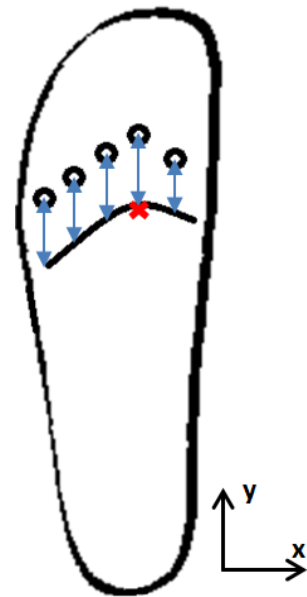
Na het huidige onderzoek zijn bij Penders Voetzorg de afstanden van de apex van de transversaalsteun ten opzichte van de capiti metatarsalia bepaald (in mm). De apex is het hoogste punt (in z-richting, zie *Figuur 5*) van de transversaalsteun. De afstand is in y-richting (zie *Figuur 5*) bepaald van het middelpunt van de capiti metatarsalia tot aan de apex van de transversaalsteun. De blootvoetse drukmetingen, de gipsmodellen en de zolen zijn hiervoor gebruikt (zie *Bijlage 3*). Ook is met behulp van een hoogtemeter de hoogte (in mm, in z-richting) van de apex opgemeten ter hoogte van CM II (zie het rode kruis in *Figuur 5*).



Figuur 3: Podartis schoen, hierin zijn de TrueContour, DIABETEC en DIAFOS-OSB zolen getest



Figuur 4: Pullman verbandschoen



Figuur 5: De afstanden (in y-richting) van de capiti metatarsalia tot aan de apex van de transversaalsteun. Het rode kruis is de locatie waar de hoogte (in z-richting) van de transversaalsteun wordt bepaald.

Data-analyse

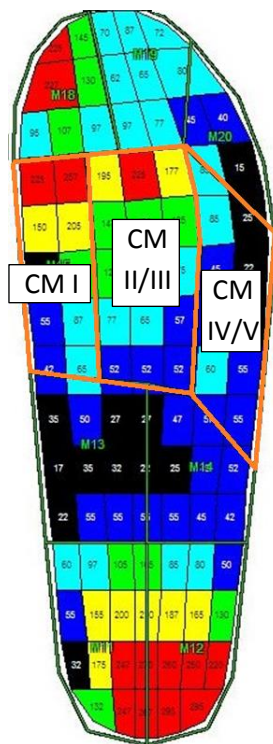
De opgeslagen data van de in-shoe drukmetingen bestond uit de gemiddelde piekdruk per sensor van alle gemeten stappen. Vervolgens zijn met behulp van de multimask software van Novel (versie 20.3.32, Novel GmbH) de gemiddelde piekdrukken van tien regio's per voet bepaald (zie *Figuur 6*). In *Bijlage 4* staat omschreven hoe dit is berekend. De gemiddelde plantaire piekdrukken van de volgende regio's zijn meegenomen in het huidige onderzoek (zie *Figuur 6*):

1. Mediale deel van de voorvoet – CM I
2. Middelste deel van de voorvoet – CM II + III
3. Laterale deel van de voorvoet – CM IV + V

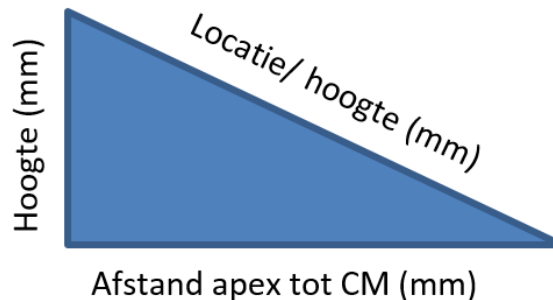
Na het verkrijgen van de data is het procentuele verschil per regio berekend tussen het zoolconcept en de standaardschoen (Pullman). De procentuele verandering van de piekdruk is bepaald met behulp van de volgende vergelijking:

$$\text{Procentuele drukverandering} = \frac{\text{piekdruk zoolconcept} - \text{piekdruk Pullman}}{\text{piekdruk Pullman}} \cdot 100\%$$

De hoogte en de locatie van de transversaalsteun zijn van invloed op de plantaire druk (Hastings et al, 2007 & Brodtkorb et al, 2008). Tijdens het opmeten van de hoogtes van de transversaalsteunen, bleek een relatief grootte spreiding te zitten in de hoogtes per zoolconcept. Om deze reden konden de zolen niet worden ingedeeld op basis van de hoogte van de transversaalsteun. Indien in het huidige onderzoek naar voren komt dat de hoogte van invloed is op de plantaire drukverandering, dan dient gecorrigeerd te worden voor de hoogteverschillen tussen de zolen. Er zijn daarom combinaties van de hoogte van de transversaalsteun en de afstanden van de apex van de transversaalsteun tot aan CM I, CM II/III en CM IV/V berekend. De locatie/ hoogte is berekend met behulp van de stelling van Pythagoras (zie *Figuur 7*).



Figuur 6: Indeling plantaire piekdruk in tien anatomische regio's



Figuur 7: Locatie/ hoogte berekend met behulp van de stelling van Pythagoras van de afstand van de apex van de transversaalsteun tot aan de caput metatarsale (CM) en de hoogte van de transversaalsteun

Statistische analyse

Voor de statistische analyse is gebruik gemaakt van SPSS 23.0 (IBM, Armonk, New York, Verenigde Staten).

Beschrijvende statistiek

De gemiddelden en de standaarddeviaties van de afstand van de apex van de transversaalsteun tot CM I tot en met V, de hoogte en de procentuele drukverandering per zoolconcept zijn in een tabel genoteerd. Ook is zijn de gemiddelden en standaarddeviaties van de gemiddelde afstand en de gemiddelde procentuele drukverandering per zoolconcept in de tabel opgenomen.

Correlatie procentuele drukverandering

De correlatie van de procentuele drukverandering en diverse variabelen is in drie stappen bepaald. Allereerst is de normaal verdeling bepaald, vervolgens de correlatie van de gemiddelde waardes en vervolgens de correlatie per regio. Voor het overzicht zijn de SPSS analyses met betrekking tot de correlatie aangegeven met een nummer.

Correlatie hoogte, afstand en locatie/ hoogte

1. Allereerst is met behulp van de Shapiro- Wilk test gekeken of de data normaal verdeeld is. Indien er sprake is van een normale verdeling, is met behulp van de One Way Repeated Anova en de post-hoc Bonferonni test gekeken of de gemiddelde waardes significant verschillen tussen de zolen. Indien de data niet normaal is verdeeld, is de Friedman test gebruikt om de verschillen te bepalen en de Wilcoxon Signed Ranked test om te kijken tussen welke zolen een significant verschil bestaat.

Indien de procentuele drukafname significant verschilt tussen alle zoolconcepten, dan is vervolgens gekeken welk zoolconcept de grootste procentuele drukafname tot gevolg heeft. Dit zoolconcept is verder geanalyseerd. Als er geen significant verschil tussen de drie concepten wordt gevonden, dan is

er dus geen zoolconcept nadrukkelijk het best. In dit geval zal er geen onderscheid worden gemaakt tussen de zolen en worden alle meetgegevens in de verdere analyse meegenomen. Als twee zoolconcepten een significant grotere drukafname hebben dan het derde zoolconcept, dan zullen deze twee beste zolen nader bekeken worden.

2. Vervolgens is nagegaan of de gemiddelde procentuele drukafname wordt beïnvloedt door de hoogte of de gemiddelde locatie van de transversaalsteun. Indien de variabelen die tegen elkaar worden uitgezet (*Tabel 3*) normaal verdeeld zijn, is de correlatie bepaald met behulp van de Pearson correlatie test. Bij een niet normale verdeling is de Spearman correlatie test gebruikt.

Indien geen correlatie wordt gevonden tussen de locatie van de transversaalsteun en de procentuele drukverandering bij het zoolconcept die de grootste procentuele drukafname tot gevolg heeft, zullen alle meetgegevens (van TrueContour, DIABETEC en DIAFOS-OSB) in de analyse worden meegenomen.

Indien de correlatie tussen de hoogte en de procentuele drukafname significant is, is de hoogte van invloed op de procentuele drukafname. In dit geval is correctie noodzakelijk voor de hoogteverschillen tussen de zolen. De correlatie zal dan ook bepaald worden tussen de gemiddelde locatie/ hoogte van de transversaalsteun en de gemiddelde drukafname.

Correlatie locatie/ hoogte per regio

Als er een correlatie is gebleken tussen de gemiddelde locatie van de transversaalsteun en de procentuele drukafname bij het zoolconcept met de grootste drukafname, dan zullen de volgende analysestappen ook alleen voor dit zoolconcept worden uitgevoerd. Indien er geen correlatie is gevonden, maar wel na het analyseren met alle zoolconcepten (TrueContour, DIABETEC en DIAFOS-OSB) samen, dan zullen de volgende stappen worden uitgevoerd met alle zolen.

Er wordt een correlatie verwacht tussen de hoogte, de afstand en de gemiddelde procentuele drukafname (Hastings et al, 2007 & Brodtkorb et al, 2008). Om deze reden zijn de volgende analysestappen omschreven met de locatie/ hoogte. Indien er geen sprake is van een correlatie tussen de hoogte en de gemiddelde procentuele drukafname, dan zullen volgende stappen uitgevoerd worden met behulp van de afstand in plaats van de locatie/ hoogte.

3. De correlaties zijn bepaald tussen de procentuele drukverandering op CM I, II/III en IV/V en de bijbehorende locaties/hoogtes³ van de transversaalsteun (zie *Tabel 4*). Indien alle data normaal is verdeeld is de Pearson correlatie test gebruikt en anders de Spearman correlatie test.

Tabel 3: De correlaties tussen de procentuele drukverandering en de hoogte en de afstand.

Correlatie is bepaald tussen de volgende variabelen:	
Gemiddelde procentuele drukverandering	Hoogte van de transversaalsteun
	Gemiddelde afstand apex tot CM

De correlatie (r) is bepaald tussen de gemiddelde procentuele verandering - de hoogte en de gemiddelde afstand van de apex van de transversaalsteun tot de capiti metatarsalia (CM). De testen zijn uitgevoerd voor het zoolconcept die de grootste procentuele drukafname tot gevolg heeft. Indien geen correlatie wordt gevonden, zal de statistiek worden toegepast op alle meetgegevens (TrueContour, DIABETEC en DIAFOS-OSB). De correlatie wordt bepaald met de Pearson correlatie test (normaal verdeeld) of de Spearman correlatie test (niet normaal verdeeld).

³ Lees 'afstand' indien de correlatie tussen de hoogte en de procentuele drukverandering niet significant is.

Tabel 4: De correlaties tussen de procentuele verandering per regio en de bijbehorende locatie/ hoogte

Correlatie is bepaald tussen de volgende variabelen:	
Procentuele drukverandering op CM I	Locatie/ hoogte CM I
Procentuele drukverandering op CM II/III	Locatie/ hoogte CM II/III
Procentuele drukverandering op CM IV/V	Locatie/ hoogte CM IV/V

De correlatie (r) is bepaald tussen de procentuele verandering van een regio en de bijbehorende locatie/ hoogte. De correlatie is bepaald met de Pearson correlatie test (normaal verdeeld) of de Spearman correlatie test (niet- normaal verdeeld). De locatie/ hoogte met behulp van de stelling van Pythagoras berekend tussen de hoogte van de transversaalsteun en de afstand van de apex van de transversaalsteun tot caput metatarsale (CM) I, II/III en IV/V. Indien er geen correlatie is gebleken tussen de hoogte en de procentuele drukafname, dan wordt de locatie/ hoogte vervangen door de afstand van de apex van de transversaalsteun tot de genoemde capiti metatarsalia.

De 'optimale' plaatsing

Nadat de relevantie van de locatie van de transversaalsteun op de plantaire drukafname in kaart is gebracht, is gekeken welke locatie de grootste procentuele drukafname tot gevolg heeft. De 'optimale' plaatsing van de transversaalsteun is bepaald voor het zoolconcept die de meeste drukverlaging tot gevolg heeft onder de capiti metatarsalia, of indien er hierbij geen correlatie is gevonden, voor alle zolen samen.

Voor het bepalen van de 'optimale' plaatsing zijn zes grafieken gemaakt (zie Tabel 5). Op de x-as staat de afstand van de apex van de transversaalsteun tot CM I tot en met V en de gemiddelde afstand. Op de y-as staat de gemiddelde procentuele verandering van de piekdruk op alle capiti metatarsalia. In de grafieken is de best passende lijn (kubische correlatie) getekend, waarna visueel per grafiek het minimum is bepaald. Het laagste punt in de grafiek geeft de grootste procentuele drukafname aan, de laagste punten worden genoteerd in een tabel.

Tabel 5: De gemaakte grafieken voor het bepalen van de 'optimale' plaatsing van de transversaalsteun

x-as		y-as
1	Afstand tot CM I	Gemiddelde procentuele drukverandering op de capiti metatarsalia
2	Afstand tot CM II	
3	Afstand tot CM III	
4	Afstand tot CM IV	
5	Afstand tot CM V	
6	Gemiddelde afstand tot de capiti metatarsalia	

Er zijn zes grafieken gemaakt waarbij de gemiddelde procentuele drukverandering op alle capiti metatarsalia staat uitgezet tegen de afstand van de apex van de transversaalsteun tot de caput metatarsale (CM) I t/m V en de gemiddelde afstand.

Plaatsing in de praktijk

Nadat bepaald is welke plaatsing de grootste procentuele drukafname tot gevolg heeft, is het interessant om te kijken in welk zoolconcept de transversaalsteun het best is gepositioneerd. Er is gekeken welk concept het dichtst in de buurt komt van de plaatsing die de grootste procentuele drukafname tot gevolg heeft. Indien één concept als best naar voren komt, is het interessant om de richtlijnen van dit concept nader te bekijken en wellicht te adviseren in de schoen technische praktijk.

Om de verschillen in positionering van de transversaalsteun naar voren te brengen zijn de gemiddelde afstanden en de standaarddeviaties per zoolconcept in een histogram weergegeven.

Resultaten

Beschrijvende statistiek

Met behulp van de Shapiro-Wilk test blijken de afstanden, de procentuele drukverandering op CM I en de gemiddelde procentuele drukverandering per zoolconcept normaal verdeeld. De hoogte en de procentuele drukverandering op CM II/III en CM IV/V zijn niet normaal verdeeld. In *Tabel 6* is te zien dat er een significant verschil bestaat tussen alle zolen, met uitzondering van de afstand van de apex van de transversaalsteun tot CM II en de procentuele verandering van CM II/III en IV/V. De DIAFOS-OSB zolen hebben de grootste procentuele drukafname tot gevolg en dit verschilt significant met de TrueContour en de DIABETEC zolen, met uitzondering van de procentuele drukverandering op CM IV/V.

Tabel 6: De gemiddelden en standaarddeviaties per zool

	TrueContour	DIABETEC	Diafos OSB
Afstand apex tot...:	Gem. ± std	Gem. ± std	Gem. ± std
CM I* (mm)	29 ± 9	33 ± 10	21 ± 7
CM II* ¹ (mm)	41 ± 8	37 ± 9	26 ± 7
CM III* (mm)	39 ± 8	33 ± 9	21 ± 7
CM IV* (mm)	37 ± 7	32 ± 9	20 ± 7
CM V* (mm)	37 ± 6	32 ± 10	17 ± 7
Gemiddelde afstand* (mm)	37 ± 7	33 ± 9	21 ± 7
Hoogte (mm):	12 ± 0	11 ± 1	9 ± 1
Procentuele verandering piekdruk op:			
CM I* (%)	-26 ± 22	-35 ± 23	-41 ± 18
CM II/III ¹ (%)	-34 ± 13	-40 ± 19	-49 ± 11
CM IV/V ² (%)	-8 ± 32	-17 ± 28	-22 ± 25
Gemiddelde drukverandering* (%)	-25 ± 10	-31 ± 15	-38 ± 9

De gemiddelden (gem.) en standaarddeviaties (std) van de afstand van de apex van de transversaalsteun tot caput metatarsale (CM) I t/m V, de hoogte van de transversaalsteun en de procentuele drukverandering per regio per zool. Tussen alle concepten bestaat een significant verschil, behalve tussen: de afstand CM II en de procentuele drukafname CM II/III tussen TrueContour en DIABETEC. Ook is geen significant verschil gevonden tussen alle zoolconcepten in de procentuele drukafname van IV/V. De significante verschillen zijn bepaald met behulp van de One Way Repeated Measurements ANOVA en posthoc Bonferonni (normaal verdeeld) of de Friedman en de Wilcoxon Signed Ranked test (niet normaal verdeeld). Zie ook in de tabel:

* normaal verdeeld (Shapiro- Wilk test, $p > 0.05$ of $W > 0.9$)

1: Geen significant verschil tussen TrueContour en DIABETEC

2: Geen significant verschil tussen alle zoolconcepten

Correlatie procentuele drukverandering

Correlatie per hoogte, afstand en locatie/ hoogte

Aangezien naar voren komt dat de DIAFOS-OSB zolen de grootste procentuele drukafname tot gevolg hebben, is de correlatie bepaald tussen de gemiddelde procentuele drukafname en de gemiddelde afstand en de hoogte. Er bestaat geen significante correlatie tussen de gemiddelde drukverandering en de hoogte ($r_s = 0.138$, $p > 0.05$ ($n = 45$)) of de gemiddelde afstand ($r = 0.086$, $p > 0.05$ ($n = 45$)).

Omdat er geen significante correlatie is gevonden tussen de gemiddelde drukafname en de gemiddelde afstand of hoogte bij de DIAFOS-OSB zolen, is gekeken naar dezelfde correlatie als alle meetgegevens van de drie zoolconcepten in de analyse worden meegenomen.

Er bestaat een significante correlatie tussen de hoogte van de transversaalsteun en de gemiddelde procentuele drukverandering, $r_s = 0.229$, $p < 0.01$ ($n = 132$). De hoogte voorspelt voor 5.2% de verklarende variantie van de gemiddelde procentuele drukverandering.

De gemiddelde afstand van de apex van de transversaalsteun tot de capiti metatarsalia correleert significant met de gemiddelde procentuele drukverandering, $r = 0.471$, $p < 0.001$ ($n = 132$). De gemiddelde afstand voorspelt voor 22.1% de verklarende variantie van de gemiddelde procentuele drukverandering.

De hoogte blijkt van invloed op de procentuele drukafname. Om deze reden is correctie voor de hoogteverschillen tussen de zolen noodzakelijk en is de correlatie berekend tussen de gemiddelde locatie/ hoogte en de gemiddelde drukverandering. De correlatie bleek $r = 0.477$, $p < 0.001$ ($n = 132$). De locatie (gecorrigeerd voor de hoogteverschillen tussen de zolen) voorspelt voor 22.8% de verklarende variantie van de drukafname.

Correlatie locatie/ hoogte per regio

Aangezien geen correlatie blijkt bij het bekijken van de DIAFOS-OSB zolen, is in het vervolg de data van TrueContour, DIABETEC en DIAFOS-OSB bekeken. Verder blijkt de hoogte van invloed op de procentuele drukafname, daarom is voor de hoogteverschillen tussen de zolen gecorrigeerd en is gekeken naar de locatie/ hoogte.

Bij het bekijken van de meetgegevens van TrueContour, DIABETEC en DIAFOS-OSB is een significante correlatie gevonden tussen de locatie/ hoogte van CM I van de transversaalsteun en de procentuele drukverandering op CM I, $r = 0.213$ $p < 0.05$ ($n = 133$). De locatie/ hoogte van CM I voorspelt voor 4.5% de verklarende variantie van de procentuele drukverandering op CM I.

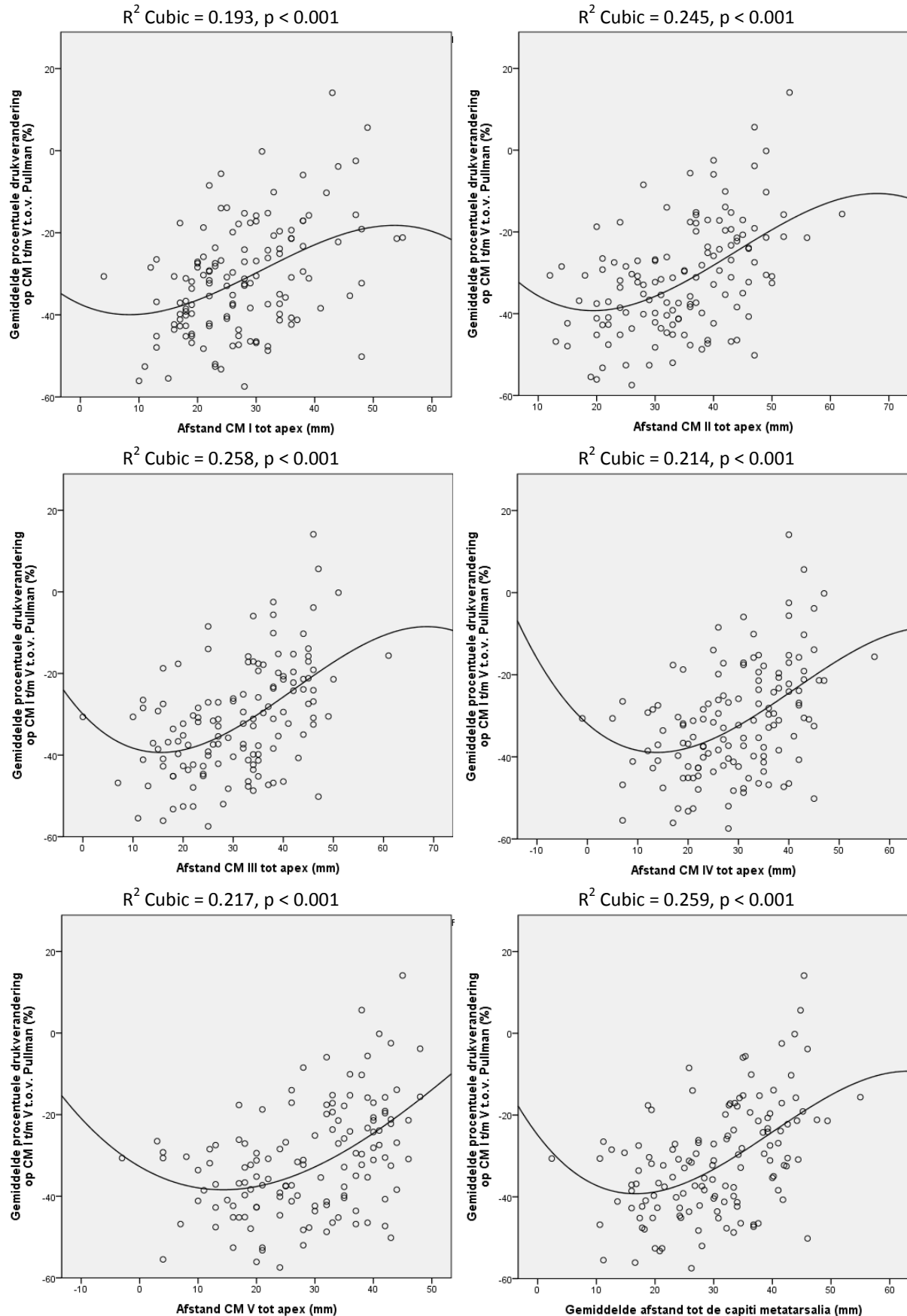
Verder bestaat er een significante correlatie tussen de locatie/ hoogte van CM II/III van de transversaalsteun en de procentuele drukverandering op CM II/III, $r_s = 0.556$, $p < 0.001$ ($n = 131$). De locatie/ hoogte van CM II/III voorspelt voor 30.9% de verklarende variantie van de procentuele drukverandering op CM II/III.

Ook de locatie/ hoogte van CM IV/V correleert significant met de procentuele drukverandering op CM IV/V, $r_s = 0.218$, $p < 0.05$ ($n = 130$). De locatie/ hoogte van CM IV/V voorspelt voor 4.8% de verklarende variantie van de procentuele drukverandering op CM IV/V

De 'optimale' plaatsing

De plaatsing die de grootste procentuele drukafname tot gevolg heeft, is bepaald voor de zolen TrueContour, DIABETEC en DIAFOS-OSB samen. In *Figuur 8* t/m *Figuur 13* is de gemiddelde procentuele drukverandering uitgezet tegen de afstanden van de apex van de transversaalsteun tot CM I tot en met V en de gemiddelde afstand. Alle correlaties zijn significant ($p < 0.001$). De 'optimale' plaatsing is het laagste punt in de grafiek, aangezien daar de procentuele drukafname het grootst is. In *Tabel 7* zijn de 'optimale' afstanden (in mm) van de apex van de transversaalsteun proximaal ten opzichte van CM I tot en met V en het gemiddelde terug te vinden.

Figuur 8 t/m Figuur 13: De gemiddelde procentuele drukverandering uitgezet tegen de afstand van de caput metatarsale (CM) I t/m V en de gemiddelde afstand met daarbij de best passende lijn (kubische correlatie).



Tabel 7: De 'optimale' plaatsingen van de apex van de transversaalsteun proximaal van de capiti metatarsalia (in mm)

	Afstand CM I	Afstand CM II	Afstand CM III	Afstand CM IV	Afstand CM V	Gemiddelde afstand
Optimale plaatsing (mm)	8 ± 3*	19 ± 3	16 ± 3	14 ± 3	15 ± 3	17 ± 3

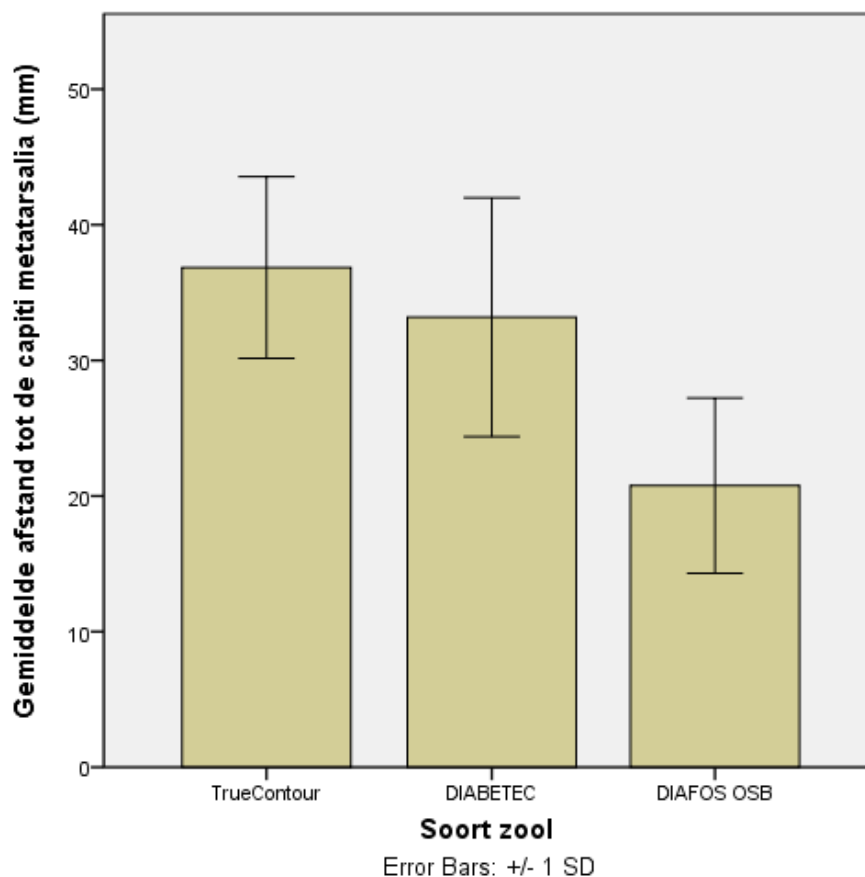
De 'optimale' plaatsing van de transversaalsteun is bepaald aan de hand van een scatterplot van de gemiddelde procentuele drukverandering uitgezet tegen de afstand van de apex van de transversaalsteun tot de caput metatarsale (CM) I t/m V en de gemiddelde afstand. De optimale afstanden zijn de minima (de grootste procentuele afname) van de kubische lijn in de grafieken. De meetgegevens van TrueContour, DIABETEC en DIAFOS-OSB zijn in één grafiek geplot. Het gevonden optimum kan afwijken van het daadwerkelijke optimum.

* betekent minder dan drie datapunten links van het minimum bij CM I.

Plaatsing in de praktijk

De gemiddelde afstand van de apex van de transversaalsteun tot aan de capiti metatarsalia van TrueContour (37 ± 7 mm), DIABETEC (33 ± 7 mm) en DIAFOS-OSB (21 ± 6 mm) staan weergegeven in een histogram (zie *Figuur 14*). Uit *Tabel 6* blijkt een significant verschil tussen de zolen met betrekking tot de gemiddelde afstand, $F(2, 86) = 96.0$, $p < 0.001$. Mauchly's test laat zien dat de sphericiteit wordt aangenomen, $\chi^2(2) = 1.42$, $p > 0.05$. Met de Bonferonni post hoc test is aangetoond dat de DIAFOS-OSB zolen significant dichterbij de capiti metatarsalia zijn geplaatst dan de TrueContour en de DIABETEC zolen ($p < 0.001$). Ook wordt met deze test aangetoond dat de TrueContour en de DIABETEC zolen significant verschillen in afstand ($p < 0.05$).

Figuur 14: Gemiddelde afstand tot de capiti metatarsalia per zoolsoort



Discussie

In dit onderzoek is gekeken naar de plaatsing van de transversaalsteun bij verschillende innovatieve schoenconcepten. Er is onderzocht welke locatie van de transversaalsteun de grootste procentuele drukafname tot gevolg heeft bij mensen met DM. Er zijn drie deelvragen opgesteld, die nader besproken zullen worden: de correlatie, de 'optimale' plaatsing en de plaatsing in de praktijk. De onderzoeksvraag is beantwoordt met behulp van data uit de huidige schoen technische praktijk. De onderzochte 'optimale' plaatsing kan afwijken van het daadwerkelijk optimum.

Correlatie procentuele drukverandering

Correlatie per hoogte, afstand en locatie/ hoogte

In *Tabel 6* komt naar voren dat de DIAFOS-OSB zolen de grootste procentuele drukafname onder de capiti metatarsalia tot gevolg hebben. Er is echter geen significant verband gevonden tussen de hoogte of de gemiddelde afstand van de transversaalsteun en de gemiddelde procentuele drukafname. Dit is tegen de verwachting in, aangezien in het onderzoek van Hastings et al (2007) en Brodtkorb et al (2008) wel een verband is aangetoond tussen de genoemde variabelen.

Een mogelijke verklaring voor het feit dat er geen correlatie gevonden is, is dat de spreiding van de locatie en de hoogte van de transversaalsteun relatief klein is (respectievelijk 7mm en 1mm). De kleine spreiding komt doordat in het concept gebruik is gemaakt van een richtlijn met betrekking tot de plaatsing en de hoogte van de transversaalsteun (zie *Bijlage 1*).

Daarnaast wordt wellicht geen verband gevonden, doordat bij het bekijken van de plaatsing binnen een zoolconcept de proefpersonen onderling worden vergeleken. De methode voor het bepalen van de plaatsing van de transversaalsteun bij de zolen is echter meer geschikt voor het vergelijken binnen een proefpersoon. Bij het bepalen van de afstand van de transversaalsteun tot aan de capiti metatarsalia in het huidige onderzoek, zijn op het gipsmodel de capiti metatarsalia gelokaliseerd (zie *Bijlage 3*). Per gipsmodel (per voet van een proefpersoon) zijn de capiti metatarsalia gelokaliseerd. Dit gipsmodel is gebruikt voor het bepalen van de locatie van de transversaalsteun bij alle drie de zoolconcepten. Bij het vergelijken tussen de proefpersonen (binnen een zoolconcept) zijn dus verschillende gipsmodellen gebruikt. Het kan echter voorkomen dat de capiti metatarsalia in werkelijkheid meer proximale of distale zitten dan dat deze op het gipsmodel zijn gelokaliseerd. Vervolgens zijn de afstanden binnen een zoolconcept en dus tussen de proefpersonen vergeleken. De gevonden verschillen kunnen grotendeels worden verklaard door de verschillen in plaatsingen van de transversaalsteunen, maar de afstanden worden ook voor een deel bepaald door lokalisatiefouten. Bij het vergelijken binnen een proefpersoon gaat dit probleem in mindere mate op. De capiti metatarsalia zijn één keer op het gipsmodel gelokaliseerd en vervolgens op drie zolen geprojecteerd. De afstanden die worden vergeleken zijn dus bepaald met hetzelfde gipsmodel. De foutmarge is hiermee dus minder groot dan bij het vergelijken tussen proefpersonen. In een vervolgonderzoek wordt aangeraden geen retrospectief onderzoek uit te voeren, maar dienen de capiti metatarsalia gepalpeerd te worden bij de proefpersonen. Vervolgens wordt aangeraden te lopen met de zolen, waarna een afdruk ontstaat van de capiti metatarsalia op de zool. Op deze manier wordt nauwkeuriger de positie van de capiti metatarsalia ten opzichte van de transversaalsteun bepaald tijdens het gaan en is er een vergelijking mogelijk tussen de proefpersonen.

Aangezien geen correlatie is gevonden tussen de locatie van de transversaalsteun en de procentuele drukafname bij de DIAFOS-OSB zolen, zijn de meetgegevens van TrueContour, DIABETEC en DIAFOS-OSB in de verdere analyse meegenomen.

Wanneer alle drie de zoolconcepten worden meegenomen in de analyse, wordt een significante correlatie gevonden tussen de gemiddelde procentuele drukverandering en de hoogte ($r = 0.229$) en de gemiddelde afstand ($r = 0.471$). De hoogte heeft een klein effect op de procentuele drukafname ($0.10 < r < 0.30$) en voorspelt deze voor 5.2%. De afstand voorspelt voor 22.2% de procentuele drukafname en heeft een medium effect hierop ($0.30 < r < 0.50$). In het onderzoek van Brodtkorb et al (2008) wordt echter gesuggereerd dat de hoogte van grotere invloed is dan de locatie op de procentuele drukafname dan de locatie van de pelotte. Het verschil kan verklaard worden doordat in het onderzoek van Brodtkorb et al (2008) alleen is gekeken naar de afstand en de procentuele drukafname op CM II. Er is hierbij slechts gekeken naar de druk op de sensor die correspondeert met CM II. In het huidige onderzoek is de druk opgedeeld in grotere regio's (zie *Figuur 6*). De hoogte van de transversaalsteun vermindert de druk onder de capiti metatarsalia, maar verhoogd de druk proximaal van de capiti. In het huidige onderzoek wordt de druk proximaal van de capiti metatarsalia ook meegenomen, wat dus mogelijk het verschil verklaart met het onderzoek Brodtkorb et al (2008). Om deze reden komt in het onderzoek van Brodtkorb et al (2008) het effect van de hoogte van de pelotte op de drukafname op CM II beter naar voren. Het is dus mogelijk dat in het huidige onderzoek de invloed van de hoogte op de procentuele drukafname wordt onderschat.

Aangezien beide variabelen van invloed zijn op de procentuele drukafname is ook de correlatie bepaald van de locatie/ hoogte en de procentuele drukafname, deze bleek 0.477 te zijn. De locatie/ hoogte heeft dus een medium effect op de procentuele drukafname en voorspelt deze voor 22.8%.

Correlatie locatie/ hoogte per regio

De correlatie tussen de procentuele drukverandering en de locatie/ hoogte van de capiti metatarsalia varieert per regio tussen de 0.213 en de 0.556. De hoogste correlatie wordt gevonden tussen de procentuele drukverandering op CM II/III en de locatie/ hoogte tot CM II/III. Voor het bekijken van de correlatie zijn alle zolen meegenomen in de analyse.

Opvallend is dat de correlatie ten opzichte van de locatie/ hoogte van CM I relatief laag is ($r = 0.213$). De locatie/ hoogte heeft een kleine invloed (4.5%) op de procentuele drukverandering. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het middelpunt van de CM lastig te vinden was op het gipsmodel. De gevonden CM I op het gipsmodel kwam niet altijd overeen met de piekdrukken van de blootvoetse drukmeting.

De correlatie tussen de procentuele verandering van CM II/III en de locatie/ hoogte van CM II/III is het hoogst is ($r = 0.556$) in vergelijking met de andere regio's ($r = 0.213$ en $r = 0.218$). De locatie/ hoogte van CM II/III heeft een groot effect (30.9%) op de procentuele drukverandering van CM II/III ($r > 0.50$). Mogelijk kan dit verklaard worden doordat bij de meeste proefpersonen de hoogste druk in deze regio optreedt (72%).

Uit de resultaten blijkt de correlatie van de locatie/ hoogte van CM IV/V op de procentuele drukafname op CM IV/V laag is ($r = 0.218$). De locatie/ hoogte van CM IV/V heeft een klein effect (4.8%) op de procentuele drukverandering op CM IV/V. Dit kan mogelijk worden verklaard doordat

de hoogste druk vrijwel niet lateraal wordt gevonden (maar in 2% van de gevallen). Bij de proefpersonen waarbij de piekdruk onder CM I ligt, is de druk onder de laterale capiti metatarsalia heel erg laag ($< 100\text{kPa}$). Wanneer wordt gekeken naar het gevolg van de plaatsing van de transversaalsteun op de drukverandering van de regio CM IV/V, is vaak een kleine afname of een toename te zien. De correlatie tussen de locatie van de transversaalsteun en de procentuele drukverandering op CM IV/V is daarom relatief laag.

In het onderzoek van Hastings et al (2007) is de correlatie bepaald tussen de absolute piekdruk op CM II en de afstand tot deze CM. De correlatie bleek 0.663, dit is hoger dan uit het eigen onderzoek blijkt ($r = 0.556$). Het verschil kan deels verklaard worden doordat in het eigen onderzoek een grotere regio is bekeken en een gemiddelde is genomen van de afstanden tot CM II en CM III. Een andere mogelijke verklaring voor het verschil is dat in het onderzoek van Hastings et al (2007) alleen de locatie als variabele is geweest. Bij het eigen onderzoek verschillende de transversaalsteunen tussen de concepten in hoogte en plaatsing. Er waren te weinig meetgegevens beschikbaar om groepen te maken op basis van de hoogte van de transversaalsteun en zoolsoort. Om deze reden is gecorrigeerd voor de hoogteverschillen tussen de zolen, maar de vraag is in hoeverre dit de werkelijkheid evenaart. In een vervolgonderzoek wordt aangeraden de variabelen zoals de hoogte van de transversaalsteun en de materiaalkeuze in de diverse zolen constant te houden. Het laatste punt dat mogelijk het verschil in correlatie met het onderzoek van Hastings et al (2007) kan verklaren, is dat in dit onderzoek de locatiebepaling van de CM waarschijnlijk nauwkeuriger is geweest. De afstand van het begin van de pelotte tot de CM II is vastgesteld met behulp van een CT-scan. In het huidige onderzoek zijn de CM gelokaliseerd op basis van een blootvoetse piekdrukmeting en een gipsmodel. De correlatie gevonden door Hastings et al (2007) lijkt daarom aannemelijker en kan het zijn dat de resultaten van dit onderzoek onderschat worden. In het huidige onderzoek komt een sterke correlatie naar voren tussen de locatie van de transversaalsteun en de procentuele drukafname, ondanks dat er sprake is van een retrospectieve studie en er gebruik is gemaakt van eenvoudigere middelen in vergelijking met het onderzoek van Hastings et al (2007).

Als laatst dient er rekening te worden gehouden met het feit dat de proefpersonen maar een relatief korte inlooptijd hebben gehad (slechts 40 meter lopen). De proefpersonen liepen gedurende de meting op hetzelfde schoeisel (de Podartis schoen), alleen de zolen zijn aangepast. Daarbij waren de proefpersonen ook al gewend om op aangepast schoeisel te lopen in het dagelijks leven. De invloed van de korte inlooptijd zal naar verwachting daarom beperkt zijn, maar kan toch van invloed zijn op de manier van lopen van de proefpersonen. De gevonden plantaire drukken kunnen hierdoor zijn beïnvloedt en daarmee ook de gevonden correlaties.

De gemiddelde locatie (gecorrigeerd voor de hoogteverschillen tussen de zolen) van de transversaalsteun voorspelt voor 22.8% de gemiddelde drukafname ($r = 0.477$). De locatie/ hoogte van de transversaalsteun ten opzichte van CM II/III heeft de grootste invloed op de procentuele drukverandering op CM II/III (in verhouding met de andere regio's). De locatie/ hoogte voorspelt voor 30.9% de procentuele drukafname ($r = 0.556$) op deze regio. De gevonden correlaties liggen wellicht iets hoger en kunnen iets afwijken van de werkelijkheid.

De 'optimale' plaatsing

Dit onderzoek laat zien dat de 'optimale' plaatsing van de apex van de transversaalsteun $17 \pm 3\text{mm}$ proximaal van de capiti metatarsalia bedraagt (zie *Tabel 7*). Dit is de gemiddelde afstand ten opzichte van CM II tot en met V. De 'optimale' plaatsing kan niet bepaald worden ten opzichte van CM I, aangezien het optimum niet binnen de meetgegevens valt (zie *Figuur 8*). De 'optimale' afstanden van de CM II tot en met V zijn achtereenvolgens: 19, 16, 14 en 15mm ($\pm 3\text{mm}$).

Brodtkorb et al (2008) heeft aangetoond dat een plantaire drukafname (in Newton) onder CM II bewerkstelligt kan worden als de pelotte 5-25mm van CM II wordt geplaatst. In het huidige onderzoek vindt in 98% van de gevallen een drukafname plaats en lijkt de drukafname dus onafhankelijk van de locatie van de transversaalsteun. In de 2% van de gevallen, waarbij de gemiddeld plantaire druk toeneemt, is de transversaalsteun relatief ver naar proximaal geplaatst (gemiddeld 44/45mm van de apex van de transversaalsteun tot de capiti metatarsalia).

Hastings et al (2007) heeft een optimale plaatsing van de pelotte gevonden van 16-21mm proximaal van CM II tot aan de apex van de pelotte. In dit onderzoek is gekeken naar de optimale plaatsing bij de absolute drukverandering op CM II, terwijl in het huidige onderzoek is gekeken naar de gemiddelde procentuele verandering van de piekdruk op alle afzonderlijke capiti metatarsalia. Ondanks het verschil in bekeken regio van de plantaire drukafname, blijkt de optimale plaatsing goed overeen te komen. In het huidige onderzoek blijkt de optimale plaatsing van de transversaalsteun namelijk $19 \pm 3\text{mm}$ (16-22mm) ten opzichte van CM II. De hypothese wordt hiermee onderbouwd en de optimale plaatsing van de pelotte en de transversaalsteun lijken dus overeen te komen.

Er zijn geen vergelijkbare studies bekend die de optimale plaatsing van een voorvoetsteun hebben bekeken ten opzichte van de andere capiti metatarsalia.

Ondanks het feit dat het gevonden 'optimum' overeenkomt met de optimale plaatsing van Hastings et al (2007), is een limitatie van de retrospectieve studie dat enkel is gekeken naar zolen in de huidige schoen technische praktijk. De gevonden optimale plaatsing is dus de plaatsing die de grootste procentuele drukafname tot gevolg heeft bij de drie zoolconcepten. De gevonden meest efficiënte plaatsing kan afwijken van de daadwerkelijke optimale plaatsing van de transversaalsteun. Het is wenselijk de optimale plaatsing te bepalen met een onderzoek waarbij de transversaalsteun systematisch wordt geplaatst. Een grote spreiding in locatie van de transversaalsteun is hierbij noodzakelijk. Er wordt aangeraden de transversaalsteun van 30mm tot -5mm proximaal van de capiti metatarsalia te plaatsen met tussenstappen van 5mm (Brodtkorb et al, 2008).

Door de geringe spreiding van de locatie van de transversaalsteun in de zoolconcepten is in *Figuur 8* te zien dat de optimale plaatsing van de transversaalsteun ten opzichte van CM I buiten de meetgegevens valt. Het geprojecteerde optimum kan niet worden onderbouwd met de beschikbare data en zal buiten beschouwing worden gelaten.

Verder is er in het huidige onderzoek geen rekening gehouden met eventuele hallux- of voetdeformiteiten, deze zijn echter wel van invloed op de plantaire piekdruk (Tang et al, 2015) en dus op de optimale plaatsing van de transversaalsteun. Er wordt daarom aangeraden in een vervolgonderzoek hier rekening mee te houden.

De meest efficiënte plaatsing van de transversaalsteun lijkt overeen te komen met de optimale plaatsing van de pelotte en is ten opzichte van CM II t/m V gemiddeld: 19, 16, 14 en 15 mm. De gemiddelde afstand proximaal van de capiti metatarsalia tot aan de apex is $17 \pm 3\text{mm}$. Naar

aanleiding van de gevonden resultaten zijn richtlijnen voor een protocol opgesteld waarin de plaatsing van de apex van de transversaalsteun staat omschreven proximaal ten opzichte van de capiti metatarsalia (zie *Tabel 8*). De genoemde plaatsing heeft de grootste procentuele drukafname tot gevolg bij de TrueContour, DIABETEC en DIAFOS-OSB zolen. Er dient rekening te worden gehouden dat de werkelijke optimale plaatsing van de voorvoetsteun kan afwijken met de richtlijnen.

Tabel 8: Richtlijnen voor plaatsing van de transversaalsteun

Afstand van apex tot:	Plaatsing transversaalsteun
CM II	19 mm
CM III	16 mm
CM IV	14 mm
CM V	15 mm
Gemiddeld afstand	17 mm

Richtlijnen voor de optimale plaatsing proximaal van de afzonderlijke caput metatarsale (CM) II t/m V van de apex van de transversaalsteun en de gemiddelde afstand. Deze optimale plaatsingen zijn de grootste procentuele drukafname bij de TrueContour, DIABETEC en DIAFOS-OSB zolen.

Plaatsing in de praktijk

De gemiddelde afstand van de transversaalsteun tot aan de capiti metatarsalia is het laagst bij de DIAFOS-OSB zolen ($21\text{mm} \pm 6\text{mm}$). De plaatsing ligt gemiddeld 4mm te ver naar proximaal ten opzichte van de 'optimale' plaatsing (17mm). De apex van de transversaalsteun is in het concept door de schoenmaker op 16-21mm van CM I geplaatst (zie *Bijlage 1*). Ondanks de richtlijn is er een spreiding te zien in de uiteindelijke locatie van de transversaalsteun. Hastings et al (2007) suggereert in zijn onderzoek dat de spreiding in de locaties van de pelotte ontstaat doordat deze simpelweg moeilijk te plaatsen is. Dit wordt ook verwacht bij het plaatsen van de transversaalsteun.

Ook bij de TrueContour en de DIABETEC zolen is te zien dat de transversaalsteun relatief te ver proximaal is geplaatst ($37 \pm 7\text{mm}$ en $33 \pm 9\text{mm}$) ten opzichte van het gevonden optimum. Het is onbekend welke algoritme of richtlijnen zijn gehanteerd bij het plaatsen van de transversaalsteunen.

Er dient rekening te worden gehouden met het feit dat er een verschil is opgetreden tussen de gemeten afstand en de richtlijnen voor het positioneren van de transversaalsteun. Het verschil kan zijn ontstaan doordat gebruik is gemaakt van een andere input. De TrueContour en DIABETEC zolen zijn gebaseerd op een scan van de schuimafdruk en de DIAFOS-OSB zolen zijn gepositioneerd na palpatie van de CM I. In het huidige onderzoek is daarentegen het gipsmodel van de schuimafdruk gebruikt. Door deze verschillen van input voor het bepalen van de locatie van de transversaalsteun, kan een verschil ontstaan in de bedoelde plaatsing (richtlijn) en de nagemeten plaatsing. Naar verwachting zijn deze verschillen klein, enerzijds omdat het gipsmodel een positief is van de schuimafdruk. Anderzijds omdat de gevonden plaatsingen van de transversaalsteun in de DIAFOS-OSB zolen overeenkomen met de richtlijnen in dit concept.

De transversaalsteun op de DIAFOS-OSB zolen zijn het dichtstbij de capiti metatarsalia geplaatst (gemiddeld $21 \pm 7\text{mm}$) ten opzichte van de andere concepten. Deze plaatsing heeft de grootste procentuele drukafname tot gevolg. De spreiding van de locatie binnen een zoolconcept is relatief groot ($\pm 7\text{mm}$), wat er op kan duiden dat het plaatsen van de transversaalsteun lastig is.

Conclusie

De locatie (gecorrigeerd voor de hoogteverschillen tussen de zolen) van de transversaalsteun bepaald voor 22.8% de gemiddelde procentuele verandering van de plantaire piekdruk op de capiti metatarsalia ($r = 0.477$). De afstanden van de apex van de transversaalsteun tot CM II tot en met V, die de grootste procentuele drukafnames tot gevolg hebben bij de TrueContour, DIABETEC en DIAFOS-OSB, zijn: 19, 16, 14, 15 mm, ofwel gemiddeld 17mm (± 3 mm). Er dient rekening te worden gehouden dat deze plaatsing kan afwijken van de daadwerkelijke optimale plaatsing, hiervoor is meer onderzoek noodzakelijk. De DIAFOS-OSB zolen zijn het dichtst bij de capiti metatarsalia geplaatst en hebben de grootste procentuele drukafname tot gevolg. Over het algemeen worden de transversaalsteunen te ver naar proximaal geplaatst in de praktijk ten opzichte van het optimum dat in het huidige onderzoek is gevonden.

Literatuurlijst

- Arts, M. H. (2015). Data- Driven Directions for Effective Footwear Provision for the High- Risk Diabetic Foot. *Diabetic Medecine*, 790-797.
- Brodtkorb, T.-H., Kogler, G., & Arndt, A. (2008). The Influence of Metatarsal Support Height and Longitudinal Axis Position on Plantar Foot Loading. *Clinical Biomechanics*, 640-647.
- Bus, S., Haart, M. d., & Nollet, F. (2012, september). *Resultaten uit de Diafos Trial*. Opgehaald van VoetCentraal: <http://www.voetcentraal.nl/bestanden/Diafos-special.pdf>
- Bus, S., Waaijman, R., Arts, M., Haart, M. d., Busch-Westbroek, T., Baal, J. v., & Nollet, F. (2013). Effect of Custom-Made Footwear on Foot Ulcer Recurrence in Diabetes. *Diabetes Care*, 4109-4116.
- Cavanagh, P., Sims, D., & Sanders, L. (1991). Body Mass is a Poor Predictor of Peak Plantar Pressure in Diabetic Men. *Diabetes Care*, 750-5.
- Guldemon, N., Leffers, P., Schaper, N., Sanders, A., Nieman, F., Willems, P., & Walenkamp, G. (2006). The Effects of Insole Configurations on Forefoot Plantar Pressure and Walking Convenience in Diabetic Patients with Neuropathic Feet. *Clinical Biomechanics*, 81-87.
- Hastings, M., Mueller, M., Pilgram, T., Lott, D., Commean, P., & Johnson, J. (2007). Effect of Metatarsal Pad Placement on Plantar Pressure in People with Diabetes Mellitus and Peripheral Neuropathy. *Foot & Ankle International*.
- Healthwise Staff. (2014, November 14). *Diabetes Health Center - Diabetic Foot Ulcer*. Opgehaald van WebMD: <http://www.webmd.com/diabetes/diabetic-foot-ulcer>
- Lee, P., Landorf, K., Bonanno, D., & Menz, H. (2014). Comparison of the Pressure-Relieving Properties of Various Types of Forefoot Pads in Older People with Forefoot Pain. *Journal of Feet and Ankle Research*, 7:18.
- Lott, D., Hastings, M., Commean, P., Smith, K., & Mueller, M. (2007). Effect of Footwear and Orthotic Devices on Stress Reduction and Soft Tissue Strain of the Neuropathic Foot. *Clinical Biomechanics*, 352-359.
- Mueller, M., Lott, D., Hastings, M., Commean, P., Smith, K., & Pilgram, T. (2006). Efficacy and Mechanism of Orthotic Devices to Unload Metatarsal Heads in People With Diabetes and a History of Plantar Ulcers. *Physical Therapy*, 833-842.
- Segal, A., Rohr, E., Orendurff, M., Shofer, J., O'Brien, M., & Sangeorzan, B. (2004). The Effect of Walking Speed on Peak Plantar Pressure. *Foot Ankle Int.*, 926-933.
- Tang, U., Zügner, R., Lisovskaja, V., Karlsson, J., Hagberg, K., & Tranberg, R. (2015). Foot deformities, function in the lower extremities, and plantar pressure in patients with diabetes at high risk to develop foot ulcers. *Diabetic Foot & Ankle*.
- Waaijman, R., Haart, M. d., Arts, M., Wever, D., Verlouw, A., Nollet, F., & Bus, S. (2014). Risk Factors for Plantar Foot Ulcer Recurrence in Neuropathic Diabetic Patients. *Diabetes Care*.

Figuren

Voorblad: ProReva Orthopedisch Maatwerk (2015). Bezocht op 19 april 2016. Website: <http://proreva.nl/oplossingen/steunzolen/>

Figuur 1 en Figuur 2: Bults, M. (2015, maart 16). *Essay UT Twente*. Opgehaald van University of Twente Student Theses:

http://essay.utwente.nl/67719/3/LEESVERSIE_Bults_Marijn_Bachelor_eindopdracht_s1234862_niet_confidentiele_gedeelte.pdf

Figuur 4: Medily zorgwinkel. (2015). Medily Zorgwinkel. Bezocht op 11 april 2016. Website:

<http://www.medily.nl/verbandschoen-pulman-new-comfort.html>

Figuur 15: Pruis orthopedie (z.d.). Bezocht op 6 april 2016. Website: [http://www.pruis-](http://www.pruis-orthopedie.nl/wp-content/uploads/steunzolen-04-pruis.jpg)

[orthopedie.nl/wp-content/uploads/steunzolen-04-pruis.jpg](http://www.pruis-orthopedie.nl/wp-content/uploads/steunzolen-04-pruis.jpg)

Figuur 25: Vogel Germany (z.d.). Bezocht op 14 april 2016. Website:

http://www.vogelmeetgereedschap.nl/?page_id=557

Bijlage 1 – schoenconcepten

DIABETEC

Het DIABETEC concept is ontworpen door Diabetec, een Duits bedrijf, die de productie van de zolen verzorgt. Aan de hand van een protocol dat is opgesteld door het bedrijf, worden de gegevens voor de productie verzameld. Er is allereerst een 2D scan van de voet gemaakt en er zijn blootvoetse drukmetingen uitgevoerd. Daarnaast is een semi-belaste voetafdruk gemaakt in een schuimdoos volgens de Itec methode (zie *Figuur 15*). Allereerst wordt voornamelijk de hiel in de schuimdoos gedrukt. Vervolgens wordt de voet opgetild en 1cm naar distaal (richting de tenen) geplaatst. Bij deze afdruk ligt de nadruk op een afdruk van de voorvoet. Op deze manier wordt een dynamische afdruk nagebootst. Vervolgens wordt een 3D scan gemaakt van de schuimafdruk, zodat een beeld wordt verkregen van eventuele voetdeformiteiten. Met behulp van de verkregen informatie wordt door een orthopedische schoenmaker de aanpassingen, zoals een voorvoetsteun, polsteringen of verdiepingen, ingetekend op de zool. Het concept wordt teruggestuurd naar de maatnemer, die de zolen en de aanpassingen controleren, waarna het zooltje door het bedrijf Diabetec wordt vervaardigd.



Figuur 15: schuimafdruk van de voet maken

TrueContour

Het TrueContour zoolconcept is bedacht door DiaPedia, een Amerikaans bedrijf, welke de zolen produceert op basis van een 3D scan van de voet en de blootvoetse drukmetingen. De 3D scan is gemaakt van de schuimafdruk die op basis van de Itec methode is gemaakt (zie vorige paragraaf). Aan de hand van een algoritme, welke onbekend is voor buitenstaanders van het bedrijf, worden de zolen geproduceerd. De zolen worden machinaal, met behulp van een freesmachine, geproduceerd.

DIAFOS-OSB

De DIAFOS-OSB zolen worden op maat gemaakt door een orthopedische schoenmaker. OSB schoenen zijn semi- op maat gemaakte schoenen, waarbij op maat gemaakte zolen worden geplaatst in een standaard gefabriceerde schoen. De zolen worden gemaakt op basis van het Diafos concept.

Allereerst wordt CM I gepalpeerd en gemarkeerd met een stukje vilt. Vervolgens wordt een stuk EVA (Ethyleen Vinyl Acetaat) van 6mm en een shorewaarde van 35-40 als basis gebruikt. De basis wordt op maat van het schoeisel gemaakt. Vervolgens wordt het stukje vilt gemarkeerd, waarna het schoeisel met het EVA zooltje wordt aangetrokken. De persoon loopt enige tijd met het schoeisel. Vervolgens wordt de schoen uitgetrokken, waarna een afdruk van de markering op het zooltje zichtbaar is. Vervolgens wordt een schuimafdruk van de voet wordt gemaakt (volgens de Ietec methode, zie 'DIABETEC'), waarna deze wordt gebruikt om een gipsmodel van de voet te maken. Met behulp van het stukje vilt, zichtbaar op het zooltje en op het gipsmodel, kan het zooltje worden opgebouwd. De apex van de transversaalsteun wordt op 16 tot 21mm proximaal van het stukje vilt geplaatst. De transversaalsteun heeft een shorewaarde van 55. Het mediaalgewelf wordt met 5mm opgehoogd. Vervolgens worden andere aanpassingen op het zooltje aangebracht, afhankelijk van eventuele piekwaardes en voetdeformiteiten, zichtbaar op gemaakte blauwdrukken. De polsteringen vinden plaats in de EVA laag. Vervolgens wordt het geheel afgewerkt met 3mm PPT en 3mm plastazote. Na het vervaardigen van de zolen, worden er in-shoe drukmetingen uitgevoerd, indien de plantaire piekdrukken voorkomen die groter zijn dan 200kPa, dan wordt de zool aangepast.

Bijlage 2 – Dataverwerking

Onderstaand is de dataverwerking terug te vinden. De metingen zijn voorafgaand aan het huidige onderzoek uitgevoerd. De dataverwerking bestaat uit drie sessies.

Sessie 1 - Lichamelijk onderzoek en passing

Bij de proefpersonen is allereerst een lichamelijk onderzoek uitgevoerd. Gedurende het lichamelijk onderzoek is informatie verkregen over eventuele ulcushistorie, amputaties, de voetstand (normaal, holvoet, platvoet) en de tenenstand (hallux valgus, hallux rigidus/ limitus)

Verder is ook alle data verzameld die noodzakelijk zijn voor het produceren van de zolen (zie *Bijlage 1*). Tijdens deze sessie zijn blootvoetse drukmetingen uitgevoerd met behulp van het EMED meetsysteem om de dynamische belasting van de voet in kaart te brengen. Hierbij zijn drie stappen per voet gemeten. Daarnaast is een semi-belaste voetafdruk gemaakt in een schuimdoos volgens de letec methode (zie *Bijlage 1 – DIABETEC*). Met behulp van de afdruk in de schuimdoos is vervolgens een gipsmodel van de voet gemaakt, welke is bewaard bij 'Penders Voetzorg' in Delft. Als laatst is ook een blauwafdruk van de voeten gemaakt in statische belaste toestand.

Op basis van de genoemde informatie zijn vervolgens drie schoenconcepten vervaardigd. Hieronder staat per zoolconcept aangegeven welke gegevens voor de zoolproductie zijn gebruikt:

- DIABETEC: 3D scan van de schuimdoos + 2D scan van de voet + blootvoetse drukmetingen
- TrueContour: 3D scan van de schuimdoos + blootvoetse drukmetingen
- DIAFOS-OSB: Blauwdruk + gipsmodel

Voor de uitgebreide uitleg van de productie van de zolen wordt verwezen naar *Bijlage 1*.

Sessie 2 – Pasfase

Gedurende de pasfase zijn de proefpersonen langsgekomen bij Penders Voetzorg in Delft om het schoenconcept DIAFOS-OSB te passen. Er zijn hierbij in-shoe drukmetingen uitgevoerd. Als de plantaire piekdruk groter was dan 200kPa, dan is het schoeisel aangepast door de orthopedisch schoenmaker. De aanpassingen zijn genoteerd.

Sessie 3 - Testfase van de schoenconcepten

Het doel van sessie 3 is het testen van verschillende schoenconcepten:

- Pullman verbandschoen (referentiemeting)
- DIABETEC
- TrueContour
- DIAFOS-OSB

De DIABETEC, TrueContour en DIAFOS-OSB zolen zijn geplaatst in een Podartis schoen.

Per schoenconcept is een in-shoedrukmeting uitgevoerd met behulp van het Novel Pedar-X meetsysteem. Er is met 50Hz gemeten door 100 sensoren van 1cm². De proefpersonen hebben minimaal twaalf stappen per voet gezet om een goed gemiddelde van de drukbelastingen onder de voet te kunnen bepalen. Vervolgens zijn het ruwe signaal en de piekdrukken per sensor opgeslagen.

Bijlage 3 – Bepaling locatie en hoogte transversaalsteun

In dit hoofdstuk zal omschreven worden hoe de hoogte van de transversaalsteun en de afstand van de transversaalsteun ten opzichte van de capiti metatarsalia zijn bepaald. In sessie 1 (zie *Bijlage 2*) zijn gipsmodellen van beide voeten vervaardigd en zijn blootvoetse drukmetingen uitgevoerd.

Bepaling locatie transversaalsteun

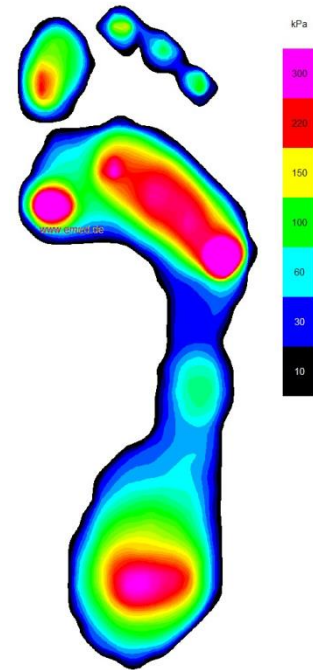
De blootvoetse drukmetingen zijn geanalyseerd met behulp van het EMED/R software van Novel. Op de blootvoetse drukmeting zijn de locaties van de piekdrukken zichtbaar (zie *Figuur 16*). Er is aangenomen dat de centra van de piekdrukken op de voorvoet overeenkwamen met de locaties van de capiti metatarsalia. Er is een afdruk van de blootvoetse drukmeting op ware grootte gemaakt waarop visueel het duidelijkst de piekdrukken te onderscheiden zijn. Dit is gedaan voor beide voeten van alle proefpersonen.

Positionering gipsmodel

Bij Penders Voetzorg in Delft zijn de gipsmodellen van de voeten van de proefpersonen aanwezig. Aangezien de blootvoetse drukmetingen dynamisch zijn bepaald en het gipsmodel semi-dynamisch, kwamen de piekdrukken van de drukmeting niet geheel overeen met de locaties van de capiti metatarsalia van het gipsmodel. Op het gipsmodel zijn, op basis van voetvorm, locaties van de tenen en het voetgewelf, de locaties van de capiti metatarsalia aangegeven. Vervolgens is de afdruk zo op het gipsmodel gelegd dat de hiel, de voorvoet en de tenen van het gipsmodel en de afdruk zo nauwkeurig mogelijk overeenkwamen. Vervolgens zijn met behulp van de scherpe punt (van een passer), de locaties van de capiti metatarsalia van het gipsmodel gemarkeerd op de afdruk. Waarna gecontroleerd is of de markeringen overeenkwamen met de centra van de piekdrukken. Indien deze markeringen erg afweken, is de afdruk verplaatst ten opzichte van het gipsmodel.

Indien de locaties van de capiti metatarsalia op het gipsmodel overeenstemden met de blootvoetse voetafdruk, zijn de locaties gemarkeerd met een paarse stift (zie *Figuur 17*). Op deze manier kan te allen tijde de afdruk op eenzelfde manier op het gipsmodel worden geplaatst.

Als laatst is de afdruk vastgeplakt aan het gipsmodel. Ter voorbereiding is schilderstape op de zool geplakt, distaal van de transversaalsteun.



Figuur 16: blootvoetse drukmeting

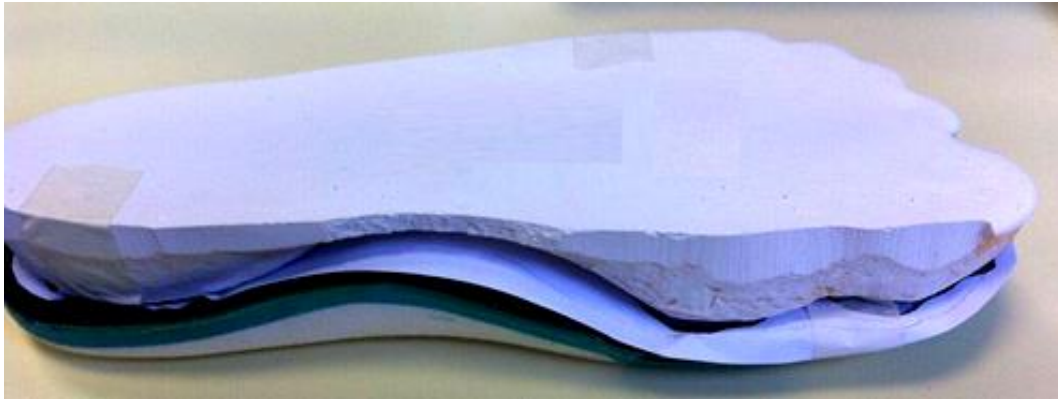


Figuur 17: markering capiti metatarsalia op het gipsmodel

Locatiebepaling transversaalsteun t.o.v. capiti metatarsalia

Het gipsmodel met daaraan vastgeplakt de blootvoetse afdruk zijn op de zool geplaatst. Voor de plaatsing van het gipsmodel op de zool zijn de volgende aspecten meegenomen:

- DIABETEC/ TrueContour: de hiel is in de hielkom geduwd, de voorvoet is in het midden van de zool gepositioneerd (zie *Figuur 18*).



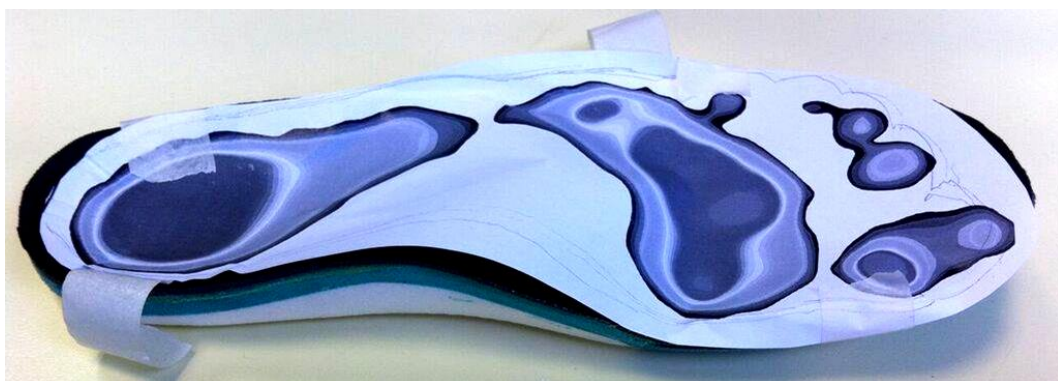
Figuur 18: positionering gipsmodel op de DIABETEC en TrueContour zool

- DIAFOS-OSB: het mediale voetgewelf is in de mediale steun geduwd. De voet is zo veel mogelijk naar distaal geduwd, zodat de hiel gelijkgesteld is aan de achterzijde van de zool (zie *Figuur 19*). Ter controle is gekeken of de voorvoet in het midden van de zool is gepositioneerd.



Figuur 19: positionering van het gipsmodel op de DIAFOS-OSB zool

Nadat het gipsmodel op de zool is geplaatst, is de afdruk losgemaakt van het gipsmodel en aan de zool geplakt (zie *Figuur 20*).



Figuur 20: de afdruk wordt vastgeplakt aan het zooltje

De locaties van de capiti metatarsalia zijn doorgeprikt, zodat op de zool, in de tape een afdruk ontstaat (zie *Figuur 21*).



Figuur 21: de locaties van de piekdrukken worden doorgeprikt, zodat in afdruk in de tape op de zool ontstaat



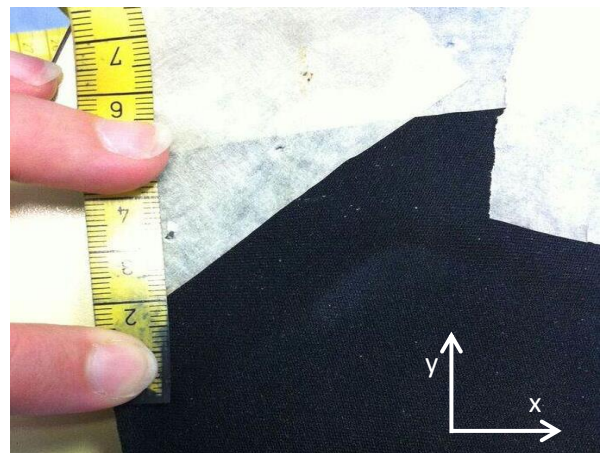
Figuur 22: de apex wordt gemarkeerd, zodat een afdruk kan worden gemaakt op het papier

Vervolgens is de hiel van de blootvoetse voetafdruk losgemaakt van het zooltje, zodat de apex van de transversaalsteun zichtbaar wordt (zie *Figuur 22*). De tenen van de afdruk bleven aan het zooltje vastgeplakt, zodat de afdruk niet verplaatste. De apex van de transversaalsteun is vervolgens met stift gemarkeerd, waarna de afdruk op de zool is geduwd. Hierdoor ontstond een afdruk van de apex op de afdruk (zie *Figuur 22*). De afdruk van de transversaalsteun is alleen gebruikt indien erg afwijkende afstanden tussen de apex en de capiti metatarsalia zijn teruggevonden.

Nadat de locatie van de capiti metatarsalia is gemarkeerd (zie *Figuur 23*), zijn deze opgemeten. De afstand in y-richting van de capiti metatarsalia tot aan de apex wordt in millimeter opgemeten met een meetlint, zie *Figuur 24*. De meetlint werd strak gehouden, zodat de loodrechte afstand in zuivere y-richting bepaald kon worden.



Figuur 23: markering van de capiti metatarsalia op de tape van de zool



Figuur 24: de afstand in y-richting van de capiti metatarsalia tot aan de apex wordt opgemeten

Vervolgens is het gipsmodel nogmaals op de afdruk geplaatst, en hieraan vastgemaakt. Bovenstaande stappen ('Locatiebepaling transversaalsteun t.o.v. capiti metatarsalia') zijn herhaald, zodat de locaties van de transversaalsteun bij alle zolen is bepaald.

Bepaling hoogte transversaalsteun

Bij elke transversaalsteun is ook de hoogte van de transversaalsteun (apex) opgemeten. De hoogte is het verschil tussen het punt distaal van de transversaalsteun ter hoogte van CM II tot aan de apex (het hoogste punt). De hoogte is opgemeten met behulp van een digitale hoogtemeter (zie *Figuur 25*). Indien er sprake was van een lokale verdieping ter hoogte van CM II, dan is de hoogte bepaald lateraal en mediaal van de verdieping. Vervolgens is de gemiddelde hoogte tussen deze twee locaties genoteerd. Doordat de hoogtemeter erg gevoelig is en de zolen van zacht materiaal zijn, is de gemeten hoogte afhankelijk van hoe hard de hoogtemeter tegen de zool aan wordt geduwd. Om het effect hiervan te verkleinen zijn de hoogtes drie keer gemeten. De waarde die het vaakst voorkwam, is genoteerd. Als bijvoorbeeld de volgende waardes zijn gemeten: 6, 7 en 6mm, dan is de waarde 6 genoteerd. Er dient rekening te worden gehouden dat een gemeten hoogte van 6mm kan duiden op een hoogte van 5.6 tot 6.4mm.



Figuur 25: digitale hoogtemeter

Bepaling overige aanpassingen

Van elke zool is opgeschreven of er lokale polsteringen of verdiepingen op de zool zijn toegepast. Er is van ieder zoeltje ook een foto gemaakt vanaf boven en vanaf de laterale/ frontale zijde, loodrecht op de transversaalsteun.

Bijlage 4 – Dataverwerking drukmetingen

In dit hoofdstuk zal omschreven worden welke verwerkingen op de data van de in-shoe drukmetingen zijn toegepast om de piekdruk per regio te bepalen.

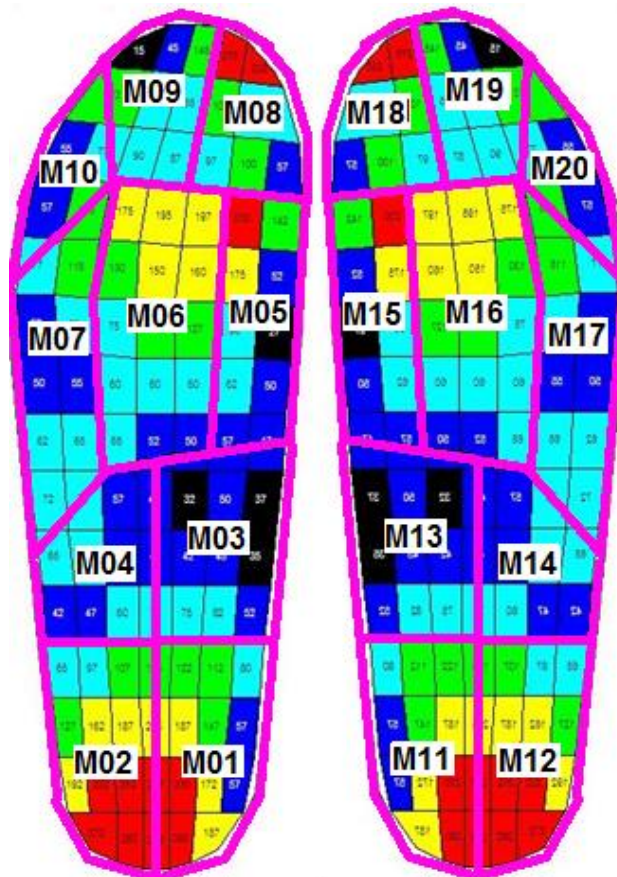
Na de meting is er data beschikbaar die bestaat uit de plantaire piekdruk per sensor, per stap.

Vervolgens is de druk per sensor ingedeeld in tien regio's met behulp van een mask (zie *Figuur 26*):

- M01/M11: mediale hiel
- M02/M12: laterale hiel
- M03/M13: mediale middenvoet
- M04/M14: laterale middenvoet
- M05/M15: mediale deel metatarsalia (CM1)
- M06/M16: middelste deel metatarsalia (CM 2+3)
- M07/M17: laterale deel metatarsalia (CM 4+5)
- M08/M18: hallux
- M09/M19: teen 2-3
- M10/M20: teen 4-5

Met de Multimask software (versie 20.3.32, Novel GmbH) is vervolgens per regio de plantaire piekdruk per stap bepaald. Er is dus één waarde (maximale piekdruk in kPa) per regio per stap verkregen. Gedurende de meting zijn minimaal twaalf stappen gemeten. In Excel zijn de gemiddelde waarden van de gemeten stappen per regio berekend. Alleen de piekdrukken op de metatarsalen zijn meegenomen in het onderzoek.

Bovenstaande stappen zijn uitgevoerd voor alle schoenconcepten (TrueContour, DIABETEC, DIAFOS-OSB en Pullman).



Figuur 26: piekdruk per sensor en de regio's na verwerking met de Novel software

Bijlage 5 – Projectplan

Naam: Daniëlle Vrolijk
Studentnr: 12083194
e-mail: danielle.vrolijk92@gmail.com

Studievoortgang

Behaalde studiepunten in de modules 9 t/m 11 (*max 36*): 36 studiepunten

Minor: Orthopedie afgerond (j/n) ja

Stage 2 afgerond (j/n): nog bezig

Totaal aantal behaalde vrije STPs: 42

Openstaande toetsen (+ module): -

Datum: 4-3-2016

De optimale plaatsing van een voorvoetsteun

Werkveld: Onderzoek
Beroepsrol: Analist/ onderzoeker

Extern project:

Amsterdam Medisch Centrum

Jennefer Zwaferink (j.b.zwaferink@amc.uva.nl) & Sicco Bus (s.a.bus@amc.uva.nl)

Inleiding

Orthopedisch schoenen worden gemaakt voor mensen met diabetes of reuma, om de kans op ulcera te verkleinen. Uit het onderzoek van Waaijman (2014) blijkt dat in 80% van de gevallen een voetulcera voorkomen kan worden wanneer hoge plantaire piekdrukken ($> 200\text{kPa}$) worden gemeden. Het is dus van belang dat de plantaire piekdruk wordt verlaagd in het orthopedische schoeisel. De piekdruk is onafhankelijk van het lichaamsgewicht, maar wordt voornamelijk beïnvloedt door voetdeformiteiten (Cavanagh et al, 1991) en de loopsnelheid (Segal et al, 2004). In een aantal onderzoeken (Guldmond et al, 2006, Lott et al, 2007 en Mueller et al, 2006) blijkt dat een voorvoetsteun de plantaire piekdruk verlaagd. Over de optimale plaatsing van de voorvoetsteun is echter nog tegenstrijdigheid. Uit het onderzoek van Hastings et al (2007) blijkt dat bij mensen met Diabetes Mellitus de plantaire druk met 16-32% kan worden verlaagd, na een voorvoetverhoging van 9-10mm die op 6-11mm proximaal van de metatarsaalkoppen wordt geplaatst. Uit het onderzoek van Lee et al (2014) blijkt echter dat bij mensen met voorvoetpijn een metatarsaal pad van 6mm dik, 5mm distaal van de metatarsaalkoppen een grotere procentuele afname van de piekdruk tot gevolg heeft ten opzichte van de proximale plaatsing.

Momenteel is op basis van een onderzoek van Bus et al (2013) de implementatie van in-shoe drukmetingen in de praktijk gestart. In het onderzoek zijn de piekdrukken voor en na de schoenaanpassing gemeten, totdat de piekdrukken lager zijn dan 200kPa of de piekdruk met meer dan 25% is afgenomen. Met behulp van de implementatie van de in-shoedrukmetingen, wordt data verkregen, wat inzicht geeft over het effect van diverse schoenaanpassingen op de plantaire piekdruk.

Er is dus meer onderzoek noodzakelijk om uitsluitsel te geven over optimale plaatsing van de voorvoetsteun. Ook is er weinig bekend over de toepassing en de plaatsing van de voorvoetsteun in de praktijk.

In dit onderzoek zal gekeken worden naar de optimale plaatsing van een voorvoetsteun op de plantaire drukverdeling in de praktijk. Met de optimale plaatsing wordt de grootste procentuele afname van de piekdruk na de plaatsing van de voorvoetsteun bedoeld. Er zijn verschillende voorvoetsteunen die efficiënt blijken te zijn (Lee et al, 2014). Uit dit onderzoek kwam naar voren dat de druppelvormige voorvoetsteun (pelotte) en een plantaire band het meest efficiënt zijn. Het is echter onbekend of deze soorten voorvoetsteunen dan ook het meest in de praktijk worden toegepast. Een deelvraag van het onderzoek is dan ook: Welke voorvoetsteun wordt in de praktijk het vaakst toegepast? Naar verwachting zal dit de pelotte of de plantaire band zijn.

Vervolgens wordt van de meest toegepaste voorvoetsteun de optimale plaatsing bepaald. De hoofdvraag van het onderzoek is als volgt: Wat is het effect van de plaatsing van een voorvoetsteun op de plantaire drukverdeling onder de voorvoet bij mensen met Diabetes Mellitus?

Uit eerder onderzoek blijkt dat voetdeformiteiten een verhoogde plantaire piekdruk tot gevolg heeft (Cavanagh et al, 1991). Per voetdeformiteit wordt verwacht dat de piekdruk in dezelfde voetregio wordt gedetecteerd. Er wordt verwacht dat de voorvoetsteun een verlaging van de piekdruk tot gevolg heeft. De laagste piekdruk wordt verwacht bij een plaatsing van een voorvoetsteun, proximaal (6-11mm) van de metatarsaalkoppen (Hastings et al, 2007). Deze verwachting geldt voor alle voetdeformiteiten en is dus naar verwachting onafhankelijk van de stand van de voet.

Na het beantwoorden van de deel- en hoofdvraag, zal een protocol worden opgesteld met daarin de optimale plaatsing van de voorvoetsteun bij mensen met Diabetes Mellitus. Per voetdeformiteit en locatie van de piekdruk zal worden aangegeven wat de meest geschikte plaatsing van de druppelvormige voorvoetsteun is. Met behulp van het protocol, kan het werk van de orthopedische schoenmaker geoptimaliseerd en versneld worden en kan ulcera voorkomen worden.

Methode

Voor het onderzoek zal gebruik worden gemaakt van de data die wordt verkregen van metingen in tien schoen technische centra, de dataverwerking is terug te vinden in *Bijlage 1*. Alle data is vooraf aan het onderzoek beschikbaar op het AMC. Allereerst wordt de benodigde data geselecteerd uit de database aan de hand van de volgende inclusie- en exclusiecriteria.

Inclusiecriteria:

- Personen met Diabetes Mellitus en die orthopedisch schoeisel aangemeten krijgen

Exclusiecriteria:

- Proefpersonen die al aangepast schoeisel hebben
- Ulcus
- Amputatie
- Beperkte beweeglijkheid van het voetgewricht
- Andere aanpassingen aan de schoen, dan een voorvoetsteun

Allereerst wordt per soort voorvoetsteun gekeken, hoe vaak deze in de praktijk is toegepast. Dit wordt gedaan door de data te sorteren op het soort voorvoetsteun en de aantallen per soort te noteren. Na de bepaling van de meest gebruikte voorvoetsteun, wordt gekeken naar de optimale

plaatsing. Om de optimale plaatsing van de voorvoetsteun te bepalen worden van de patiënten de hierna besproken patiënt specifieke, schoen technische en drukmeetgegevens meegenomen in het onderzoek.

Patiënt specifieke gegevens

De patiëntcode en de voetdeformiteit worden genoteerd. De voetdeformiteit heeft namelijk invloed op de plantaire piekdruk (Cavangh et al, 1991).

1. Geen
2. Pes planus
3. Pes cavus
4. Charcot
5. Klauwtenen of hamertenen
6. Prominerende metatarsaalkoppen
7. Hallux valgus
8. Anders

Elke voet van de proefpersoon wordt apart in Excel genoteerd. De piekdruk is ook afhankelijk van de loopsnelheid (Segal et al, 2004), daarom wordt ook de gemiddelde loopsnelheid van een meting genoteerd.

Schoen technische gegevens

Van de schoen technische gegevens wordt de soort en de plaatsing van de voorvoetsteun ten opzichte van de metatarsaalkoppen (in mm) genoteerd.

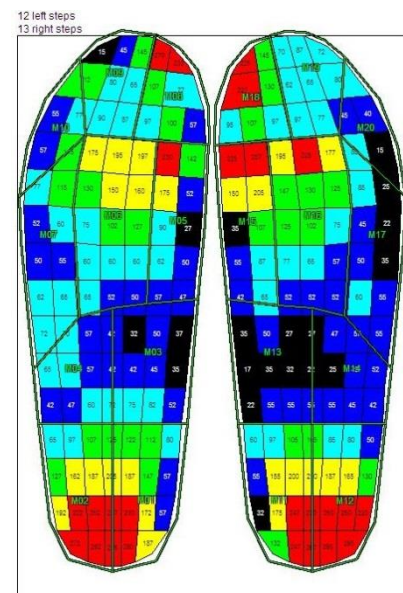
Drukmeetgegevens

De data bestaat uit de piekdrukken per sensor, zie *Figuur 27*.

Vervolgens wordt de piekdruk per regio bepaald met behulp van de Multimask software van Novel. De regio's van de hiel en de middenvoet worden samengevoegd. In Excel wordt de hoogste gemiddelde plantaire druk van de volgende regio's genoteerd:

4. Hiel – de mediale hiel (M01/M11) en de laterale hiel (M02/M12)
5. Middenvoet – de mediale middenvoet (M03/M13) en de laterale middenvoet (M04/M14)
6. Mediale deel van de voorvoet – metatarsale 1 (M05/M15)
7. Middelste deel van de voorvoet – metatarsale 2 + 3 (M06/M16)
8. Laterale deel van de voorvoet – metatarsale 4 + 5 (M07/M17)
9. Hallux (M08/M18)
10. Tenen 2 + 3 (M09/M19)
11. Tenen 4 + 5 (M10/M20)

Figuur 27: plantaire piekdruk



Dataverwerking

De proefpersonen worden ingedeeld in de acht groepen, afhankelijk van de regio waar de piekdruk van de voet plaatsvindt. In elke groep dienen minimaal vijf metingen beschikbaar te zijn, anders wordt deze niet meegenomen in het onderzoek. Er zullen dertig meetgegevens worden bekeken.

Vervolgens wordt per regio gekeken wat de invloed is van de plaatsing en verplaatsing van de voorvoetsteun. Hierbij wordt de piekdruk vergeleken tussen aanpassing 1 en de baseline, en indien beschikbaar tussen aanpassing 2 en de baseline. De procentuele verandering van de piekdruk wordt bepaald met behulp van Vergelijking 1.

Vergelijking 1

$$\text{Procentuele verandering} = \frac{\text{piekdruk na aanpassing} - \text{piekdruk baseline}}{\text{piekdruk baseline}} \cdot 100$$

SPSS

In SPSS worden drie analyses uitgevoerd. Hiervoor dienen allereerst per regel de baseline piekdruk, de piekdruk na de aanpassing, de procentuele verandering van de piekdruk en de bijbehorende locatie van de voorvoetsteun bij deze variabelen, de groep (regio) en de voetdeformiteit te worden ingevuld. Elke voet van de proefpersoon wordt apart ingelezen en indien er twee aanpassingen aan de schoen zijn gedaan, worden ook deze apart ingelezen in SPSS. Elke aanpassing komt dus in een aparte regel te staan, zodat elke regel acht variabelen bevat.

Allereerst wordt gekeken of er per locatie van de voorvoetsteun een significant verschil ($p < 0.05$) is te vinden tussen de absolute piekdruk van de aanpassing en de baseline piekdruk. Met behulp van Shapiro-Wilk wordt gekeken of de data normaal verdeeld is ($p > 0.05$). Als dit het geval is, wordt de Paired Samples T-Test in SPSS uitgevoerd en anders de Wilcoxon Signed Rank Test.

Vervolgens wordt een scatter plot gemaakt waarbij op de x-as de locatie van de voorvoetsteun ten opzichte van metatarsale 2 (in mm) wordt weergegeven en op de y-as de procentuele verandering van de piekdruk. Visueel wordt er gekeken of er een optimum zichtbaar is in de plaatsing van de voorvoetsteun.

Bovenstaande twee analyses worden herhaald voor alle acht groepen.

Als laatst wordt gekeken of de voetdeformiteit samenhangt met de regio waarin de piekdruk plaatsvindt. Er wordt hiervoor een kruistabel gemaakt, met de Chi Square Test ($p > 0.05$) wordt gekeken of er een verband is tussen de voetdeformiteit en de regio waarin de piekdruk plaatsvindt. Met behulp van Cramer's V wordt gekeken hoe sterk het verband is tussen de piekdruk en de voetdeformiteit.

Protocol

Na het verkrijgen van de resultaten, zal een protocol worden opgesteld waarin staat omschreven hoe de voorvoetsteun het best geplaatst kan worden, afhankelijk van de locatie van de piekdruk en de voetdeformiteit.

Planning

Week	Activiteiten	Inleveren/ afspraak
	Literatuur lezen Projectplan opstellen	18-12: inleveren concept projectplan
	Feedback verwerken	15-1: inleveren definitieve projectplan
	Feedback verwerken	25-1: presentatie projectplan
1 – 2 7 – 18 mrt	Verdiepen in database en oriënteren Meekijken drukmetingen Schrijven inleiding en methode	7-3: start afstuderen
3 – 4 21 mrt – 1 april	Meest gebruikte voorvoetsteun bepalen Groepen op basis van regio van de piekdruk maken Excel file maken per voet, de piekdrukken en de aanpassingen	28 maart: 2 ^e paasdag
5 – 6 4 – 15 april	Inleiding & methode inleveren Gegevens invoeren in SPSS Procentuele verandering piekdruk bepalen	8 april: inleveren inleiding en methode
7 – 8 18 – 29 april	SPSS berekeningen; verband aanpassing en piekdruk en verband voetdeformiteit en locatie piekdruk Afwijkende resultaten bekijken; oorzaak achterhalen (secundaire analyse) Resultaten schrijven	27 april: koningsdag
9 – 10 2 – 13 mei	Afwijkende resultaten bekijken; oorzaak achterhalen (secundaire analyse) Verschillen met de literatuur bekijken Discussie & conclusie schrijven	5 mei: hemelvaartsdag / bevrijdingsdag
11 – 12 16 – 27 mei	Afstudeerverslag maken Protocol opstellen	16 mei: 2 ^e pinksterdag 27 mei: inleveren conceptversie artikel
13 – 14 30 mei – 10 juni	Verwerken feedback	
15 13 – 15 juni	Verwerken feedback	15 juni, voor 13.00: inleveren eindverslag

	weeknr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
onderdeel	activiteit datum	7-3 t/m 11-3	14-3 t/m 18-3	21-3 t/m 25-3	28-3 t/m 1-4	4-4 t/m 8-4	11-4 t/m 15-4	18-4 t/m 22-4	25-4 t/m 29-4	2-5 t/m 6-5	9-5 t/m 13-5	16-5 t/m 20-5	23-5 t/m 27-5	30-5 t/m 3-6	6-6 t/m 10-6	13-6 t/m 15-6
oriëntatie	Oriënteren															
	Inleiding schrijven															
	Methode schrijven															
	Inleveren inleiding en methode															
data verkrijgen	Deelvraag: meest gebruikte voorvoetsteun bepalen															
	Groepen maken op basis van regio van de piekdruk															
	Excel file maken met persoon- en meetgegevens															
	piekdruk bepalen															
	Data invoeren in SPSS															
dataverwerking	SPSS uitvoeren															
	Afwijkende resultaten bekijken															
	Resultaten schrijven															
afronding	Verschillen met literatuur bekijken															
	Discussie schrijven															
	Conclusie schrijven															
	Protocol opstellen															
	Verslag op orde maken															
	Inleveren afstudeerverslag															
	Verwerken feedback															
	Definitieve versie inleveren															

legenda

	geplande tijd
	inlevermoment
	vrije dagen

Bijlage 6 – Persoonlijke leerdoelen

Beroep specifieke competentie - Testen en onderzoeken

Ervaring opdoen in het werkveld met het opstellen en uitvoeren van een analyse. Met deze afstudeeropdracht wil ik meer ervaring vergaren met het uitvoeren van een onderzoek (analysefase) en het uitwerken van de resultaten (artikel schrijven).

Leerdoel: Gedurende de 14 weken zal ik zelfstandig de analyse uitvoeren en een artikel schrijven.

Evaluatie: Tijdens het afstuderen was ik volledig om mezelf aangewezen, enerzijds omdat ik in mijn eentje ben gaan afstuderen en anderzijds omdat het stageadres mij erg vrij liet in het uitvoeren van het onderzoek. Hierdoor heb ik het onderzoek en de bijbehorende analyse voor het grootste deel zelfstandig uit kunnen voeren. Tijdens de analyse in SPSS en het schrijven van het artikel liep ik wel tegen enkele problemen aan. De begeleiding vanuit school en het externe bedrijf hielp mij weer op de goede weg door mij te helpen het hoofddoel weer voor ogen te krijgen. Hiermee kon ik het verslag tot een goed einde brengen. Ik merkte dat ik het lastig vind het hoofddoel voor ogen te houden. Dit levert voornamelijk problemen op bij het analyseren, waarbij ik vaak extra deelvragen wil bekijken. Door deze extra zijwegen die ik bekijk, verlies ik het doel uit ogen, en wordt het een onsamenhangend geheel. Ik heb voornamelijk de neiging om 'van de hak op de tak te springen' in de methode, omdat ik zelf helemaal in het project zit. Desondanks is het met een beetje hulp goed gelukt om de analyse zelfstandig uit te kunnen voeren en een artikel te schrijven.

Algemene beroepsgericht competentie – management

Onderzoek zelfstandig uitvoeren; plannen en organiseren. Voornamelijk met het plannen van een onderzoek heb ik nog veel moeite. Gedurende het afstuderen zal ik vooraf een duidelijke planning maken en een logboek bijhouden. Om op deze manier inzicht te krijgen in hoe lang diverse aspecten in beslag nemen.

Leerdoel: Voor het afstuderen een duidelijke planning maken en gedurende het afstuderen een logboek bijhouden.

Evaluatie: Voorafgaand aan het afstuderen heb ik een duidelijke planning gemaakt in Excel. Normaal gesproken werkt ik met een planning waarbij de deelvragen per week staan omschreven. De planning in Excel geeft echter meer overzicht, waardoor ik de deadlines en taken goed in de gaten kon houden. Als ik het logboek vergelijk met de planning is te zien dat ik voornamelijk in het begin veel tijd ben verloren. De data zou vooraf aan het onderzoek beschikbaar zijn, echter bleek deze data niet bruikbaar. De data van de drukmetingen was wel al beschikbaar, alleen moest ik zelf de locaties van de transversaalsteun bepalen. Het opmeten nam veel tijd in beslag, waar ik niet op gerekend had. Het data verkrijgen kostte dus meer tijd dan gepland. De dataverwerking heb ik wel goed ingepland, ondanks het feit dat ik veel extra deelvragen heb beantwoord, die achteraf niet zijn opgenomen in het verslag. Ook moet ik voortaan meer rekening houden met de tijd die ik nodig heb voor het verwerken van de feedback en het schrijven van het verslag. Ondanks alles ben ik tevreden met de planning en de uitvoering ervan. Er zijn altijd onverwachte zaken die meespelen bij een onderzoek, maar door hard te werken heb ik de verloren tijd goed weten te maken.

Persoonsgebonden competentie – reflectie

Bewustwording van eigen kunnen. Regelmatig feedback vragen aan de afstudeerbegeleider en deze positieve of negatieve feedback noteren en bespreken met huisgenoten, vrienden en medestudenten om het geheel te relativeren.

Leerdoel: Om de week feedback vragen aan de afstudeerbegeleider (van het AMC) en het werk van die twee weken bespreken. Eens per vier weken een terugkoppeling maken met de afstudeerbegeleider van school. De feedback wordt genoteerd en besproken met vrienden of familie.

Evaluatie: Gedurende het afstuderen heb ik de mogelijkheid gekregen om geheel zelfstandig het onderzoek uit te voeren. Aangezien het onderzoek anders verliep, dan van tevoren was gedacht, was ik een deel van de tijd aanwezig op het AMC en het andere deel bij Penders Voetzorg. Door de achterstand die ik hierdoor gelijk opliep, ben ik erg druk bezig geweest met het uitvoeren van het onderzoek en heb ik niet de kans gepakt om regelmatig feedback te vragen. Tegen de tijd dat ik alle data had verkregen, was ik ruim zes weken verder. Vervolgens ben ik aan het analyseren begonnen en heb ik veel statistiek uitgeprobeerd. Pas toen ik daadwerkelijk iets op papier heb gezet en aan het verslag ben begonnen, had ik de mogelijkheid om meer feedback te vragen. Ik heb veel feedback gekregen van zowel de externe begeleider als de begeleider van school. Ik merkte dat ik het commentaar goed tot het werk kon richten en mij niet persoonlijk aantrok. Wellicht komt dit ook door de manier van feedback geven, wat voor mij erg fijn was. Ook bij het bespreken van de feedback met mijn directe omgeving kreeg ik veel steun. Het is naar mijn idee goed gelukt om feedback professioneel te kunnen ontvangen en te relativeren.