

Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven

Opleiding Podotherapie

Kwantitatief experimenteel meetonderzoek naar effect van schokdemping onder de hiel tussen PPT en Thermofix.

Student:	Alper Tolgahan Aytas
Studentennummer:	2187871
Begeleider:	Henk Bronts
Datum:	Juni 2016

Voorwoord:

Het wetenschappelijke experiment dat voor u ligt is de afsluiting van een 4 maanden durende afstudeerperiode, voor de studie Podotherapie aan de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven. Het uitvoeren van dit onderzoek heb ik als zeer leerzaam ervaren.

Het doel van deze studie is het inzichtelijk maken van de schokdempende eigenschappen van twee veelgebruikte materialen (PPT en Thermofix) onder de hiel binnen podotherapie. Dit onderzoek kan een bijdrage leveren om een advies te kunnen geven aan podotherapeuten omtrent de materiaalkeuze, wanneer zij schokken willen dempen onder de hiel.

Graag wil ik iedereen bedanken die een bijdrage heeft geleverd aan de totstandkoming van dit onderzoek. Speciale dank aan Henk Bronts die mij uitstekend heeft begeleid tijdens dit afstudeeronderzoek en tijdens mijn studie. Daarnaast wil ik mijn medestudenten, familie en vrienden bedanken voor de bijdrage die ze hebben geleverd en voor de motivatie die ze mij hebben gegeven om dit onderzoek uit te voeren.

Ook wil ik alle proefpersonen bedanken die zich beschikbaar hebben gesteld voor dit onderzoek.

Alper Tolgahan Aytas

Juni 2016

Samenvatting:

Achtergrond: Plantaire hielpijn (PHP) is een veel voorkomende voetklacht waardoor er beperkingen ontstaan tijdens activiteiten in het dagelijkse leven en tijdens recreatieve activiteiten. Er zijn verschillende behandelmethodes om PHP te verhelpen, bijvoorbeeld zooltherapie. Een voetzoolorthese is een conservatieve behandeling binnen podotherapie en bestaat uit verschillende elementen en materialen. Tijdens het behandelen van PHP met een voetzoolorthese, wordt er vaak gebruik gemaakt van schokdemping onder de hiel. De mogelijkheid van een materiaal om schokken te dempen is afhankelijk van het visceuze en het elastische gedrag van een materiaal, het is daarom van belang om de juiste verhouding te kiezen. Materiaal keuze binnen de podotherapie kunnen per therapeut verschillen. In een hakverhoging of ascendens posterior element (AsP) worden harde materialen zoals bijvoorbeeld Thermofix (TF) vaak gebruikt om beenlengteverschillen te corrigeren. Zachte materialen worden in de vorm van een AsP gebruikt met als doel de schokken te dempen (PPT). In dit onderzoek worden de schokdempende eigenschappen van deze twee veelgebruikte materialen vergeleken, om zo een advies te kunnen geven aan podotherapeuten omtrent de materiaalkeuze, wanneer zij schokken willen dempen onder de hiel. Dit leidt tot de onderzoeksvraag: In hoeverre verlaagt 5 mm van het materiaal PPT de verticale piekdrukken in vergelijking tot 5 mm van het materiaal TF?

Methode: Dit onderzoek was een kwantitatief experimenteel meetonderzoek, waarbij het verschil in schokdemping tussen PPT en TF materiaal als een AsP element onder de hiel werd gemeten. Er namen 25 gezonde proefpersonen deel aan dit onderzoek. Metingen werden in drie verschillende condities uitgevoerd. Blootvoets meting (nulmeting), meting met 5 mm PPT AsP en 5 mm TF AsP. Met behulp van Emed x400 drukmeetplatform werden de piekdrukken onder de voet gemeten. De drukwaardes onder de voet werden onderverdeeld in verschillende regio's (masks). Met behulp van SPSS werden de drukwaardes tussen de drie verschillende condities voor de achtervoet en voorvoet onderling met elkaar vergeleken.

Resultaten: Uit het meetonderzoek blijkt dat er een significant verschil aanwezig is tussen de drie condities voor de achtervoet ($p < 0,001$). Er kwam naar voren dat er bij lopen met een PPT AsP significant minder piekdruk werd geconstateerd dan bij lopen op blote voeten ($p = 0,019$) of op 5 mm TF AsP ($p < 0,001$). Er zijn geen significante verschillen waargenomen bij de drie verschillende condities voor de voorvoet ($p = 0,059$).

Conclusie: Er kan geconcludeerd worden dat PPT de piekdruk significant vermindert in tegenstelling tot TF. Ook kan de conclusie getrokken worden dat er geen toename van druk ontstaat onder de voorvoet bij een hakverhoging van 5 mm PPT of TF.

Abstract:

Background: Plantar heel pain (PHP) is a common foot complaint that causes limitations for everyday activities and during recreational activities. There are several methods of treatment for PHP, for example sole-therapy. A foot-orthoses is a conservative treatment within podiatry and consist of different elements and materials. Shock absorption is often used under the heel when treating PHP with a foot-orthoses. The ability of a certain material to absorb shocks depends on the viscous and the elastic behavior of the material, it is therefore imperative to choose the right ratio. The choice of material within podiatry can differ between therapists. For a heel lift or a ascendens posterior element (AsP) hard materials such as Thermofix (TF) are often used to correct leg length discrepancy. Soft materials are used in the form of a AsP with the purpose of absorbing the shocks (PPT). In this study the shock absorbing characteristics of these two widely used materials are compared, in order to offer a recommendation to podiatrists regarding the choice of materials when they want to absorb shocks under the heel. This leads to the following research question: How much does 5 mm of the PPT material reduce the vertical peak pressures compared to 5 mm of the TF material?

Method: This study was an experimental measuring research where the difference in shock absorption between the PPT and the TF material as a AsP element under the heel is measured. 25 able bodied test subjects participated in the study. Measurements were conducted under three different conditions. Barefoot measurement (baseline), 5 mm PPT AsP measurement and 5 mm TF AsP measurement. With the help of the Emed x400 pressure platform the peak pressures under the foot were measured. The pressure values under the foot were categorized into regions (mask). SPSS was used to compare the pressure values between the three different conditions for the rearfoot and forefoot.

Results: The study shows that there is a significant difference between the three conditions for the rearfoot ($p < 0,001$). It shows that walking with a PPT AsP measures significantly less peak pressure than walking barefoot ($p = 0,019$) or with 5 mm TF AsP ($p < 0,001$). There has not been any detection of significant differences with the three different conditions for the forefoot ($p = 0,059$).

Conclusion: It can be concluded that PPT significantly reduces the peak pressure opposed to TF. It may also be concluded that there is not an increase of pressure under the forefoot when using a 5 mm PPT or TF heel lift.

Inhoudsopgave

1.	Inhoud	
2.	Inleiding	6
3.	Methoden	7
3.1	Onafhankelijke en afhankelijke variabelen	7
3.2	Proefpersonen	7
3.3	Inclusie- en exclusiecriteria	7
3.4	Materiaal	8
3.5	Meetapparatuur	8
3.6	Meetprotocol	8
3.7	Data analyse	9
3.8	Hypotheses	10
4.	Resultaten	10
5.	Discussie	12
6.	Conclusie	14
7.	Referentie lijst	15
Bijlage I	Informatiebrief	16
Bijlage II	Toestemmingsverklaring (informed consent)	18
Bijlage III	Geheimhoudingsverklaring	19
Bijlage IV	Vragenlijst screening	20
Bijlage V	Tijdsplanning	21
Bijlage VI	Screeningsprotocol, benodigdheden en begrote kosten	22

2. Inleiding

Plantaire hielpijn (PHP) is een veel voorkomende voetklacht waardoor er beperkingen ontstaan tijdens activiteiten in het dagelijkse leven en tijdens recreatieve activiteiten.¹ PHP kan verschillende oorzaken hebben.² De meest voorkomende oorzaak van PHP is overbelasting van de plantaire peesplaat onder de voet, wat uiteindelijk kan leiden tot het ontstaan van een fasciitis plantaris.^{1,3} Er zijn verschillende behandelmethodes om PHP te verhelpen.⁴ Een van de behandelmethodes die gebruikt kan worden om PHP te verhelpen is zooltherapie.⁴ Zooltherapie met behulp van een voetzoolorthese kan binnen podotherapie toegepast worden voor verschillende doeleinden zoals; voetstand behouden, corrigeren of delen van de voet ontlasten.⁵ Een voetzoolorthese bestaat uit verschillende elementen en materialen.⁵ Zooltherapie met behulp van een voetzoolorthese is een conservatieve interventie voor PHP binnen podotherapie.⁴ Tijdens het behandelen van PHP met een voetzoolorthese, wordt er vaak gebruik gemaakt van schokdemping onder de hiel.^{4,5} Om schokdemping te creëren onder de hiel wordt er een specifiek element (ascendens posterior (AsP)) in een voetzoolorthese verwerkt.⁵

Theoretisch gezien is de mogelijkheid van een materiaal om schokken te dempen afhankelijk van het visceuze en het elastische gedrag van een materiaal. Bij visceus gedrag vervormt het materiaal bij belasting, waarbij het een gedeelte van de energie van de schok opneemt. Deze vervorming blijft daarna echter in stand. Bij elastisch gedrag neemt het materiaal na deze vervorming weer zijn oude vorm aan. Bij het kiezen van een materiaal om schokken te dempen is het daarom van belang om de juiste verhouding tussen elastisch en visceus gedrag te vinden.⁵

De materialen die binnen de podotherapie gebruikt worden voor schokdemping onder de hiel, kunnen per therapeut verschillen. De therapeut baseert deze keuze op basis van ervaring. Helaas is de enige bekende meetwaarde van de verschillende materialen binnen de podotherapie de shore-waarde.⁶

De shore-waarde is een aanduiding voor de hardheid van een materiaal.^{5,6} Met andere woorden het is de weerstand van het materiaal tegen indrukking.⁶ Het is met name een oppervlakte-eigenschap.⁵ De shore-waarde van een materiaal wordt voor binnen de podotherapie gebruikelijke producten als rubbers, kurk en polyurethanen, gemeten door de shore-A test, door middel van een durometer.⁶

In de podotherapie worden met name zachte materialen, materialen met een lage shore-waarde gebruikt om schokken te dempen.⁷ Echter zoals hier boven al duidelijk wordt, zegt de shore-waarde van een materiaal niet veel over de mogelijkheid van een materiaal om schokken te dempen.⁶

In de klinische setting wordt de afname van de piekdruk onder de voet vaak gebruikt om de schokdemping onder de voet te meten.^{8,9} Eerdere onderzoeken hebben ook aangetoond dat een voetzoolorthese en een op maat gemaakte hielcup de piekdruk onder de calcaneus ook daadwerkelijk kunnen verminderen.^{8,9}

Een materiaal wat binnen de podotherapie veel wordt gebruikt voor hakverhogingen is het relatief harde materiaal Thermofix (TF) met een shore-waarde van 50. Dit materiaal wordt veel gebruikt om bijvoorbeeld beenlengte verschillen te corrigeren.⁵ Thermofix is niet alleen hard maar heeft ook

verende eigenschappen. De wat stevigere, elastische en visceuze samenstelling van Thermofix kan er voor zorgen dat dit materiaal misschien minder last heeft van doorslageffect waardoor die wellicht beter zou kunnen dempen. Daarnaast wordt het relatief zachte materiaal PPT (wat staat voor Professional Protective Technology, shore-waarde 15), in de praktijk veel gebruikt in hakverhogingen met als doel de schokken te dempen.⁵

In dit onderzoek worden de schokdempende eigenschappen van deze twee veelgebruikte materialen vergeleken, om zo een advies te kunnen geven aan podotherapeuten omtrent de materiaalkeuze, wanneer zij schokken willen dempen onder de hiel.

Dit leidt tot de onderzoeksvraag: In hoeverre verlaagt 5 mm van het materiaal PPT de verticale piekdrukken in vergelijking tot 5 mm van het materiaal TF?

3. Methode

Dit onderzoek betreft een kwantitatief experimenteel meetonderzoek, waarbij het verschil in schokdemping tussen PPT en TF als een AsP element onder de hiel wordt gemeten. Er nemen 25 gezonde proefpersonen deel aan dit onderzoek. Voor ieder nieuw onderzoek worden er nieuwe materialen gebruikt. Er wordt een nulmeting genomen zonder een element onder de hiel. Vervolgens wordt er een 5 mm PPT en een 5 mm TF als AsP element onder de hiel gebruikt en hiervan de verticale piekdruk gemeten. Het gemiddelde van de verticale piekdruk die uit de drie afzonderlijke metingen per conditie voortkomen, worden met elkaar vergeleken. Metingen vinden plaats in het MART lab Fontys Paramedische Hogescholen te Eindhoven. Metingen worden uitgevoerd met een Emed x400 drukmeetplatform. Data wordt verwerkt met behulp van *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS).

3.1 Onafhankelijke en afhankelijke variabelen:

Er gelden onafhankelijke variabelen en afhankelijke variabelen in dit onderzoek. Het meten van zonder AsP, met PPT AsP en TF AsP zijn de onafhankelijke variabelen van nominaal meetniveau. De afhankelijke variabelen van ratio meetniveau is de verticale piekdruk.

3.2 Proefpersonen:

Er nemen 25 proefpersonen deel aan dit kwantitatief experimenteel meetonderzoek. Proefpersonen worden mondeling gevraagd om deel te nemen. Selectie van proefpersonen vindt plaats binnen vriendenkring, medestudenten en eventueel docenten binnen Fontys Paramedische Hogeschool.

3.3 Inclusie- en exclusiecriteria:

Inclusiecriteria:

- | | |
|------------------------|---|
| -leeftijd 18-40 | -proefpersonen lopen zelfstandig en zonder hulpmiddelen |
| -mannen en vrouwen | -geen operatie gehad aan de onderste extremiteiten |
| -gezonde proefpersonen | |

Exclusiecriteria:

- chronische ziekten
- proefpersonen met klachten of gediagnosticeerde pathologieën aan voet, enkel, knie, heup of rug.
- beperking range of motion (ROM) bovenste sprong gewricht (BSG)

Deze proefpersonen worden geëxcludeerd omdat de punten die beschreven staan in de exclusiecriteria invloed kan hebben op een normale gangpatroon. Dit betekent dat dit gevolgen kan hebben op de waarde bij het meten van de druk onder de voet.

3.4 Materiaal:

Voor de effectiviteit moet een AsP element van zacht materiaal minimaal 3 mm dik zijn.¹⁰ In dit onderzoek wordt er gemeten met 5 mm PPT en 5 mm TF. De overige gebruikte materialen en benodigdheden, zie bijlage VI.

3.5 Meetapparatuur:

Meetprocedure bestaat uit twee delen.

- Screening: invullen 'Vragenlijst screening' en meting van de BSG met een goniometer.
- Meetonderzoek: dataverzameling met drukmeetplatform.

Eerst vindt de screening plaats. Voor het eerste onderdeel van de screening wordt de 'vragenlijst screening' gebruikt, zie bijlage IV. Voor het tweede deel van de screening wordt de goniometer gebruikt. Als de proefpersoon voldoet aan de onderzoekscriteria, mag de proefpersoon deelnemen aan het tweede deel van het onderzoek, het 'meetonderzoek.' De drukmeting wordt uitgevoerd met Emed x400 drukmeetplatform van Novel GmbH München, Duitsland. Het drukmeetplatform heeft een frequentie van 100 (Hz) en heeft een sensorruimte van 475x320 mm. Op het drukmeetplatform bevinden zich 6080 sensoren. Het Emed x400 drukmeetplatform heeft een drukbereik van 10 tot 1270 (kPa).

3.6 Meetprotocol:

Ethische aspecten:

Voordat het onderzoek begint, krijgt de proefpersoon een informatiebrief over het onderzoek, zie bijlage I. Tevens wordt er een mondelinge uitleg gegeven over wat het onderzoek inhoudt. Hierna wordt er een toestemmingsverklaring (informed consent) getekend door de proefpersoon, zie bijlage II. Wanneer alles duidelijk is en het toestemmingsformulier is getekend, mag de proefpersoon officieel deelnemen aan het onderzoek. Tevens wordt er een geheimhoudingsverklaring getekend door de onderzoekende partij, zie bijlage III.

Meetonderzoek (dataverzameling):

Het meetonderzoek bestaat uit drie verschillende condities. Drie metingen met een paspanty, zonder AsP element onder de hiel. Drie metingen met een paspanty ter bevestiging van de AsP, met 5 mm PPT AsP element onder de hiel. Drie metingen met een paspanty ter bevestiging van de AsP, met 5

mm TF AsP element onder de hiel. De metingen worden uitgevoerd aan de rechtervoet. AsP materiaal onder de hiel wordt onder de rechter-en linkervoet bevestigd. Voordat het meetonderzoek begint worden er instructies gegeven aan de proefpersoon, over het meetprotocol. De voetmaat van de proefpersoon wordt bepaald door een grondzoolpatroon in de rechterschoen te leggen. Vervolgens wordt er een 5 mm PPT AsP en een 5 mm TF AsP op de maat van de zoolmal uitgeknipt. Het AsP element loopt ongeveer tot aan de lijn van Chopart. Elke proefpersoon krijgt een eigen AsP element. Er worden geen wijzigingen aangebracht aan het uitgeknipte AsP element. Tijdens het meetonderzoek lopen proefpersonen op eigen gekozen snelheid, zonder te rennen. Het meetonderzoek begint met het aantrekken van de paspanty aan de rechter-en linkervoet, door de proefpersoon. Om de startpositie van de proefpersoon te bepalen wordt er gebruik gemaakt van de driestaps-methode. De proefpersoon zet het rechterbeen op het drukmeetplatform en zet vervolgens drie stappen achteruit om op de startpositie te komen. Vervolgens zet de proefpersoon drie stappen vooruit om met de rechtervoet op het midden van het drukmeetplatform neer te komen. De eerste meting is, de drukmeting met een paspanty, van de rechtervoet, zonder AsP element onder de hiel. Op het teken van de onderzoeker zet de proefpersoon zijn stappen, en loopt over het drukmeetplatform, met de rechtervoet. Dit wordt in totaal drie keer herhaald en hieruit wordt een gemiddelde berekend. De data uit de drukmeting wordt opgeslagen. Nadat de data veilig is opgeslagen kan de meting met de PPT AsP element beginnen. Er wordt 5 mm PPT AsP element tussen de paspanty en de hiel geschoven (links en rechts). Vervolgens wordt er gemeten volgens hetzelfde meetprotocol als hiervoor. Wanneer de metingen met de PPT AsP element klaar is mag deze eruit geschoven worden. Er wordt 5 mm TF AsP element tussen de paspanty en de hiel geschoven (links en rechts). Voor de derde meting geldt hetzelfde meetprotocol als bij de vorige twee metingen. Nadat de metingen veilig zijn opgeslagen is het meetonderzoek voltooid. De metingen worden afgenomen door een vierdejaars student podotherapie die getraind is in het doen van metingen met het Emed x400 drukmeetplatform. Er nemen 25 proefpersonen deel aan dit onderzoek, volgens het bovengenoemde meetprotocol. Voor dit onderzoek worden er in totaal 225 metingen afgenomen. Samen met het onderzoek van onderzoeker 2 worden er 300 metingen gedaan.

3.7 Dataverwerking en analyse:

Om de plantaire hieldruk te meten wordt de voet verdeeld in regio's, zogenaamde masks. Dit werd gedaan met het programma automask die de voet in vier regio's verdeeld. Dit geeft meer informatie dan wanneer de voet als een geheel wordt gezien. Deze regio's zijn achtervoet, middenvoet, bal van de voet (voorvoet) en tenen. In dit onderzoek worden de piekdrukken gemeten onder de hiel bij gezonde personen. Dit betekent dat de data uit de verdeelde vier regio's voldoende is om de plantaire hieldruk te analyseren. Data analyse van de verkregen data uit het meetonderzoek, wordt geordend en uitgewerkt met behulp van SPSS. Iedere proefpersoon is drie keer gemeten per conditie (zonder

AsP, met PPT AsP en TF AsP) tijdens het meetonderzoek. Het gemiddelde van de drie metingen wordt meegenomen als data per proefpersoon. Vervolgens wordt over alle proefpersonen het gemiddelde en de standaarddeviatie berekend. Met de Repeated measures ANOVA analyse wordt het verschil van de gemiddelde piekdruk van zonder AsP, met PPT AsP en TF AsP met elkaar

vergeleken. Na de ANOVA analyse wordt er met behulp van de Bonferroni toets van de post-hoc test de onderlinge verschillen tussen de groepen getoetst. Om te kijken of de piekdrukken verplaatsen naar de voorvoet, worden deze analyses ook toegepast op de voorvoet.

3.8 Hypotheses:

Groepering meetonderzoeken:

Meting 1: proefpersonen zonder AsP element onder de hiel, met paspanty.

Meting 2: proefpersonen met 5 mm PPT AsP element onder de hiel, met paspanty.

Meting 3: proefpersonen met 5 mm TF AsP element onder de hiel, met paspanty.

Hypotheses:

Meting 2 toont vermindering van piekdruk in vergelijking met meting 1.

Meting 3 toont vermindering van piekdruk in vergelijking met meting 1.

Meting 2 toont vermindering van piekdruk in vergelijking met meting 3.

4. Resultaten

Aan dit onderzoek deden 25 proefpersonen mee (n=25), die afzonderlijk met drie verschillende interventies gemeten zijn (nulmeting, PPT, TF). Metingen werden uitgevoerd door twee podotherapie studenten. Voor het onderzoek werden de meetresultaten van de rechtersvoet gebruikt.

De gemiddelde leeftijd van de proefpersonen die deelnamen aan dit onderzoek was 23,8 jaar. Het gemiddelde gewicht van de proefpersonen was 75,6 KG. In tabel 1 zijn de kenmerken van de proefpersonen schematisch weergegeven.

Tabel 1: weergave waardes leeftijd, gewicht en aantal deelnemers

	n	Gemiddelde	Standaarddeviatie	Range
Leeftijd (jaar)	25	23,8	5,4	18 - 36
Gewicht (kg)	25	75,6	12,9	47 - 95
Geldige n	25			

De gemiddelde verticale piekdruk (n=25) van de drie verschillende interventies resulteerde in de volgende uitkomsten. De gemiddelde verticale piekdruk van de nulmeting was 352 kPa, van PPT 311,4 kPa en van TF 380,2 kPa. In tabel 2 zijn de gemeten waardes voor de achtersvoet schematisch weergegeven.

Tabel 2: weergave piekdrukken achtervoet

	Gemiddelde (kPa)	Standaarddeviatie	Range
Nulmeting	352,0	90,3	230 - 560
PPT	311,4	54,0	220 - 430
TF	380,2	84,1	235 - 545

Uit de Repeated Measures ANOVA analyse is gebleken dat er een significant verschil aanwezig is tussen de drie condities voor de achtervoet ($p < 0,001$ op basis van Huynh-Feldt correctie). Met de Bonferroni post-hoc test is de significantie tussen de verschillende condities getest. Hieruit kwam naar voren dat er bij lopen met een PPT AsP significant minder piekdruk werd geconstateerd dan bij lopen op blote voeten ($p = 0,019$) of op 5 mm TF AsP ($p < 0,001$). De PPT AsP verlaagde de drukken gemiddeld met 40,6 kPa (11,5%) ten opzichte van blootvoets lopen en met 68,8 kPa (18,1%) ten opzichte van lopen op 5 mm TF AsP. Lopen op een AsP van 5 mm TF verhoogde de piekdruk zelfs met gemiddeld 28,2 kPa (8%) ten opzichte van blootvoets lopen. Dit verschil was echter niet significant ($p = 0,421$). De Repeated Measures ANOVA analyse gaf geen significante verschillen weer bij de drie verschillende condities voor de voorvoet ($p = 0,059$). In tabel 3 zijn de gemeten waarden voor de voorvoet schematisch weergegeven.

Tabel 3: weergave piekdrukken voorvoet

	Gemiddelde (kPa)	Standaarddeviatie	Range
Nulmeting	501	226,1	175 - 1050
PPT	483	218,4	185 - 1080
TF	457	206,3	225 - 1135

5. Discussie

Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat er een significant verschil aanwezig is tussen de drie condities voor de achtervoet ($p < 0,001$). Hieruit komt naar voren dat er bij lopen met een PPT AsP minder piekdruk aanwezig is dan bij lopen op blote voeten ($p = 0,019$) of op 5 mm TF AsP ($p < 0,001$). Lopen op 5 mm TF AsP verhoogt de piekdruk ten opzichte van blootvoets lopen. Dit verschil is niet significant ($p = 0,421$). Ter aanvulling is er gekeken naar de significante verschillen van de gemiddelde piekdrukken onder de voorvoet. Er zijn geen significante verschillen waargenomen bij de drie verschillende condities voor de voorvoet ($p = 0,059$).

Dit betekent dat er twee van de drie vooraf gestelde hypothesen aangenomen kunnen worden voor de achtervoet: 'meting 2 toont vermindering van piekdruk in vergelijking met meting 1' en 'meting 2 toont vermindering van piekdruk in vergelijking met meting 3'. Dit betekent dat PPT AsP de piekdruk onder de hiel het meest vermindert. Dit brengt een aantal vraagtekens met zich mee. Waar gaat de piekdruk heen? 'Of' verplaatst de piekdruk zich naar de voorvoet? Om deze aspecten mee te nemen in dit onderzoek is er ter aanvulling gekeken naar de significante verschillen in piekdruk onder de voorvoet. Om de verschillen onder de voorvoet te analyseren zijn dezelfde drie condities gebruikt als voor de achtervoet. Uit de onderzoeksresultaten is gebleken dat er geen significante verschillen aanwezig zijn onder de voorvoet ($p = 0,059$). Dit zou betekenen dat er vanuit gegaan kan worden dat de piekdruk zich niet verplaatst naar de voorvoet. Het zou kunnen dat de druk dus beter verdeeld wordt over de hiel en dat het materiaal daadwerkelijk een deel van de energie overneemt.

Uit dit onderzoek is gebleken dat TF minder goed dempt dan PPT. De mogelijkheid van een materiaal om schokken te dempen is afhankelijk van de visco-elastische eigenschappen van dat materiaal. De visco-elastischeiteit is een combinatie van twee gedragingen van het materiaal.⁵ Visceus gedrag wil zeggen dat het materiaal vervormt bij belasting en elastische gedrag dat het materiaal terug keert naar zijn oorspronkelijke staat wanneer de belasting wordt weggenomen.⁵ De mogelijkheid tot schokdemping is afhankelijk van de verhouding tussen deze twee eigenschappen. De verhouding tussen visceuze en elastische eigenschappen van TF is dus waarschijnlijk ongunstiger dan die van PPT. Uit de literatuur blijkt verder dat de elasticiteitsmodulus (E-modulus) hierbij van belang is.¹¹ E-modulus is een maat voor de stijfheid van een materiaal.¹¹ Materialen met een hoge waarde voor E-modulus vallen onder stijve materialen en materialen met een lage waarde voor E-modulus vallen onder slap.¹¹ Uit de literatuur blijkt verder dat materialen die geschikt zijn voor schokabsorptie een hoge elasticiteitsgrens en een lage E-modulus hebben.¹¹ PPT is op het eerste gezicht slapper dan TF en zal daarom waarschijnlijk ook een lagere E-modulus hebben. Dit zou ook een verklaring kunnen zijn voor de betere schokdempende eigenschappen van PPT.

Jammer genoeg is er weinig bekend over de eigenschappen van de materialen die gebruikt zijn in dit onderzoek. Verder onderzoek over materiaaleigenschappen zal zeer gunstig zijn om de invloeden van verschillende eigenschappen van materialen met betrekking tot schokdemping te vergelijken. Een betere materiaalkennis over de materialen die binnen de podotherapie veel worden gebruikt kan van toegevoegde waarde zijn om de toepassing van deze materialen met een specifiek doel te verantwoorden.

Uit het onderzoek van Windle CM., Gregory SM., Dixon SJ. bleek dat een voetzoolorthese de piekdruk onder de calcaneus kan verminderen.⁸ In dit onderzoek zijn er samen met PPT nog drie verschillende materialen geanalyseerd.⁸ PPT was niet het materiaal die de meeste vermindering van piekdruk gaf.⁸ Het materiaal Sorbothane (visco- elastisch polymeer) gaf meer drukvermindering dan alle andere materialen die geanalyseerd zijn, dus ook PPT.⁸ De diktes van PPT en Sorbothane die gebruikt zijn in dit onderzoek waren als volgt. Er werd een PPT zool van 3 mm onder de gehele voet gebruikt.⁸ Sorbothane zool bestond uit een polyurethane voetbed, met 1 mm Sorbothane materiaal onder de hiel en de bal van de voet afgedekt met polyester materiaal.⁸ Een knelpunt van het onderzoek van Windle CM. et al. kan zijn, dat er verschillende diktes in materialen zijn gebruikt tijdens de metingen.⁸ Dit zou invloed kunnen hebben op de onderzoeksresultaten. Bovendien is 3 mm PPT te dun in verband met doorslageffect.

Uit het onderzoek van Yung-Hui L., Wei-Hsien H. bleek dat een hielcup effectief is voor het verminderen van piekdruk onder de hiel.⁹ In dit onderzoek is er gemeten met een insole-drukmeetsysteem in drie verschillende schoen- hakhoogtes.⁹ De hielcup was van Multiform (thermoplastische cross-linked polyethyleen) materiaal.⁹ Multiform is een materiaal die goede ondersteuning en demping geeft.⁹ De dikte van de Multiform hielcup was niet bekend. Lopen op een Multiform hielcup gaf een significante vermindering van piekruk onder de hiel, bij alle schoen- hakhoogtes.⁹ Er was een drukvermindering van 24,3% bij lopen met een Multiform hielcup ten opzichte van lopen zonder een hielcup.⁹ Een zwak punt van het onderzoek van Yung-Hui L. et al. kan zijn dat de dikte van de hielcup niet beschreven is.⁹

Beide hierboven genoemde studies tonen dat het gebruik maken van zachte materialen onder de hiel, de piekdrucken tijdens het lopen onder de hiel significant verminderen. Wegens de knelpunten van deze twee studies is het moeilijk om de onderzoeksresultaten voor de achtervoet te vergelijken met dit onderzoek.

Schokdemping is lastig te meten. In andere onderzoeken⁷⁻⁹ wordt dit vaak gedaan door het meten van piekdrucken, terwijl dit een indirecte indicator is voor schokdemping. Is de piekdruk- meting de ideale parameter om schokdemping te meten onder de voet? Piekdruk is zeker een belangrijke indicator om schokdemping te meten, maar het is mogelijk dat schokdemping ook gemeten kan worden met betrekking tot andere factoren. Uit een ander onderzoek¹² is gebleken dat wanneer de valsnelheid toeneemt de bewegingsenergie hoger zal zijn van bijvoorbeeld een lichaam. Dit geldt ook voor de massa. Er zal een grotere kracht uitgeoefend moeten worden door de schokdemper om een snel vallend en een zwaarder lichaam tot stilstand te brengen binnen een bepaalde afremweg.¹² De dikte en de inveermogelijkheid (afremweg) van een materiaal (schokdemper) zal invloed hebben op de schokdemping. Misschien zou schokdemping gemeten kunnen worden door de afremweg van de schokdemper te bepalen wanneer de voet neerkomt, in plaats van de piekdruk als parameter te gebruiken.

Binnen podotherapie wordt er vaak TF en PPT materialen gebruikt onder de hiel.⁵ TF wordt vaak gebruikt om een beenlengteverschil te corrigeren en PPT met als doel om de schokken te dempen.⁵ Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat PPT de piekdrukken vermindert in tegenstelling tot TF. Dit betekent dat het gebruik maken van PPT materiaal een juiste keuze is om schokken te dempen onder de hiel. Er wordt vaak gedacht dat de piekdrukken stijgen onder de voorvoet door een hakverhoging. Hierdoor wordt er meestal rekening gehouden met de mogelijkheid, dat een hakverhoging nadelige gevolgen kan hebben onder de voorvoet.⁵ Uit dit onderzoek blijkt dat er geen significante toename van piekdruk ontstaat onder de voorvoet, bij gebruik van PPT AsP en TF AsP van 5 mm. Dit zou betekenen dat er 5 mm PPT of TF gebruikt kan worden onder de hiel als een AsP element, zonder de piekdruk significant te verhogen onder de voorvoet.

Een sterk punt van dit onderzoek is, dat er verschillen worden getoond van materialen die vaak binnen podotherapie worden gebruikt. Dit onderzoek zou antwoord kunnen bieden op verschillende discussies binnen podotherapie over materiaalkeuze, schokdemping en drukverdeling.

Een zwakker punt van dit onderzoek is, dat er gemeten is met twee verschillende materialen en één dikte. Het zou interessant kunnen zijn om uitkomsten te hebben van de piekdruk tussen meerdere materialen en variërende diktes. Een andere zwakke punt van dit onderzoek is, dat er in dit onderzoek geen rekening is gehouden met de verschillen van de kracht tijd integraal en de druk tijd integraal. Het is mogelijk dat de kracht tijd integraal en de druk tijd integraal significante verschillen tonen. Het zou interessant kunnen zijn om tijdens een vervolgstudie, de significantie van de kracht tijd integraal en de druk tijd integraal te onderzoeken, met betrekking tot de drie verschillende interventies die onderzocht zijn in dit onderzoek.

6. Conclusie

In dit onderzoek is er gekeken naar het effect van schokdemping onder de hiel tussen PPT en Thermofix. Uit de onderzoeksresultaten is gebleken dat PPT de piekdruk significant vermindert in tegenstelling tot TF. Ter aanvulling op de onderzoeksmethode zijn de piekdrukken van de voorvoet met elkaar vergeleken. Hieruit is gebleken dat er geen significante verschillen aanwezig zijn in de drukwaardes onder de voorvoet. Deze uitkomsten leiden tot de conclusie dat PPT de meeste vermindering van druk geeft onder de hiel. Ook concludeert dit dat er geen toename van druk ontstaat onder de voorvoet bij een hakverhoging van 5 mm PPT of TF. In dit onderzoek is er geen rekening gehouden met de verschillen van de kracht tijd integraal en de druk tijd integraal. Het zou interessant kunnen zijn om de verschillen tussen deze aspecten te onderzoeken in een vervolgstudie.

7. Referentielijst

1. McClinton S.M., Cleland J.A., Flynn T.W. Predictors of response to physical therapyIntervention for Plantar Heel Pain. *Foot Ankle Int* 2015, 36 (4): 408-416.
2. Im Yi T., Eun Lee G., Seok Seo I., Seok Huh W., Hee Yoon T., Ra Kim B. Clinical characteristics of the causes of plantar heel pain. *Ann Rehabil Med* 2011, 35: 507-513.
3. Anderson J., Stanek J. Effect of foot orthoses as treatment for plantar fasciitis or heel pain. *J Sport Rehabil* 2013, 22: 130-136.
4. Winkel D., Koos van N., Joldersma P., Pelgrim I., Prof. dr. Martens M. Onderzoek en behandeling van de voet. 1. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2009.
5. Hensbergen van M. Het vervaardigen van zolen Zool- en slijptechnieken. 1. Eindhoven: Fontys Hogescholen; 2011.
6. Holtkamp F., Harlaar J. De effecten van hard en zacht. *Podosophia* 2013, 1: 20-21.
7. Bults M. Het genereren en evalueren van concepten voor een dynamische voet [dissertation]. Enschede: Universiteit Twente; 2015.
8. Windle CM., Gregory SM., Dixon SJ. The shock attenuation characteristics of four different insoles when worn in a military boot during running and marching. *Gait Posture*1999, 9: 31–37.
9. Yung-Hui L., Wei-Hsien H. Effects of shoe inserts and heel height on foot pressure, impact force, and perceived comfort during walking. *Appl Ergon* 2005, 36: 355-362.
10. Lockard, MA. Foot orthoses. *PTJ* 1988, 68 (12): 1866-1873.
11. Budinski KG., Budinski MK. *Materiaalkunde*. Amsterdam: Pearson Prentice Hall; 2009. 864.
12. Riezebos C., Faber H. Schokdemping en sportschoenen. *Versus* 2003, 2: 78-105.

Bijlage I: Informatiebrief

Onderzoek: Kwantitatief experimenteel meetonderzoek, vergelijking schokdemping onder de hiel, tussen PPT en Thermofix.

Wij vragen u vriendelijk om mee te doen aan een medisch-wetenschappelijk onderzoek binnen Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven. U beslist zelf of u wilt meedoen. Voordat u de beslissing neemt, is het belangrijk om meer te weten over het onderzoek. Lees deze informatiebrief rustig door. Bespreek het met uw partner, vrienden of familie. Hebt u na het lezen van de informatie nog vragen? Dan kunt u terecht bij de onderzoeker.

Wat is het doel van het onderzoek?

Binnen podotherapie wordt er gewerkt met verschillende materialen. Bij bepaalde hielklachten wordt er geprobeerd om schokdemping te geven onder de hiel. Dit gebeurt meestal door zacht materiaal binnen een voetzoolorthese te verwerken, onder de hiel. Verschil in gebruik van materiaal kan verschillen per therapeut. Welke materiaal geeft de meeste schokdemping? In dit onderzoek wordt er antwoord gezocht op deze vraag.

Het onderzoek wordt uitgevoerd in de MART lab binnen Fontys Paramedische Hogeschool in Eindhoven. Voordat het onderzoek begint krijgt u schriftelijke en mondelinge informatie over de inhoud van het onderzoek. Hierna is er ruimte om vragen te stellen en te beantwoorden. Zodra u beslist om deel te nemen wordt er een toestemmingsverklaring getekend. Hierna mag u officieel deelnemen aan het onderzoek. Eerste deel van het onderzoek bestaat uit een screening. De screening bestaat uit het invullen van een kort vragenlijst en het meten van de maximale bewegelijkheid van uw bovenste sprong gewricht (enkel). Tweede deel van het onderzoek (meetonderzoek) bestaat uit een blootvoets meting (nulmeting), meting met PPT materiaal onder de hiel en meting met Thermofix materiaal onder de hiel. Tijdens het meetonderzoek is het de bedoeling dat u over een drukmeetplatform loopt, zodat de drukwaardes onder uw hiel worden vastgelegd. Er wordt in totaal drie keer gemeten (nulmeting, meting PPT, meting Thermofix). Als alle metingen zijn uitgevoerd en opgeslagen, is het onderzoek ten einde. Het onderzoek duurt ongeveer 20 minuten.

Van u wordt er verwacht dat u op tijd aanwezig bent op de onderzoekslocatie, en dat u de instructies volgt die wordt gegeven door de onderzoeker.

Er zijn geen voordelen voor u als u deelneemt aan dit onderzoek. Enige nadeel kan zijn dat het u tijd kost, om deel te nemen aan het onderzoek.

U beslist zelf of u meedoet aan het onderzoek. Deelname is vrijwillig. Als u besluit niet mee te doen, hoeft u verder niets te doen. U hoeft niets te tekenen. U hoeft ook niet te zeggen waarom u niet wilt meedoen. U mag ieder moment uit het onderzoek stappen zonder reden of gevolgen.

Uw gegevens worden gebruikt voor dit onderzoek. Alle gegevens blijven anoniem. In de geheimhoudingsverklaring staat vermeld, wie uw gegevens kunnen inzien tijdens het onderzoek.

Er zijn geen kosten gebonden om deel te nemen aan het onderzoek. Er is geen vergoeding wanneer u deelneemt aan het onderzoek. Het deelnemen aan het onderzoek is op vrijwillige basis.

Als u verder nog iets wilt weten of nog vragen heeft kunt u contact opnemen met de onderzoeker (gegevens hieronder vermeld).

Onderzoeker 1: Alper Tolgahan Aytaş
0031 619272776
a.aytas@student.fontys.nl

Onderzoeker 2: Steven de Vries
0031 637650832
steven.devries@student.fontys.nl

Indien u na overweging besluit deel te nemen aan dit wetenschappelijk onderzoek, dan vragen we u om samen met de onderzoeker het toestemmingformulier te ondertekenen.

Met vriendelijke groet,

Alper Tolgahan Aytaş
Onderzoeker
Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven

Bijlage II: Toestemmingsverklaring (informed consent)

Onderzoek: Kwantitatief experimenteel meetonderzoek, vergelijking schokdemping onder de hiel, tussen PPT en Thermofix.

Ik verklaar dat de informatie brief voor aanvang van het onderzoek is toegereikt en dat er een mondelinge uitleg gegeven is over wat het onderzoek inhoud. Er is ruimte geweest om vragen te stellen. Vragen zijn beantwoord. Ik had tijd, om een beslissing te nemen voor deelname.

Ik weet dat meedoen op vrijwillige basis is. Ik kan op ieder moment beslissen om toch niet mee te doen of te stoppen met de deelname aan het onderzoek, daarvoor hoef ik geen reden te geven.

Ik verklaar dat mijn onderzoeksgegevens gebruikt mogen worden voor dit onderzoek.

Ik geef de onderzoekers van dit onderzoek, toestemming om mijn gegevens te gebruiken, voor dit onderzoek.

Ik neem deel aan dit onderzoek.

Naam proefpersoon:

Handtekening:

Datum : __ / __ / __

.....

Hierbij verklaar ik dat ik deze proefpersoon voldoende heb geïnformeerd over dit onderzoek. Mag het gebeuren dat het tijdens het onderzoek informatie bekend wordt die de toestemming van de proefpersoon zou kunnen beïnvloeden, dan breng ik de proefpersoon op de hoogte.

Naam onderzoeker:

Handtekening:

Datum: __ / __ / __

Bijlage III: Geheimhoudingsverklaring

Naam: Alper Tolgahan Aytaş

Studentnr°: 2187871

Titel:

Kwantitatief experimenteel meetonderzoek naar effect van schokdemping onder de hiel tussen PPT en Thermofix.

Inhoud (omschrijving):

1. Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven verbindt zich door ondertekening van deze verklaring, informatie met betrekking tot de verstrekte gegevens en uit onderzoek verkregen resultaten waarvan in het kader van bovengenoemd project praktijkgericht onderzoek kennis wordt genomen en waarvan bekend is of redelijkerwijs begrepen kan worden dat dit als geheim of vertrouwelijk wordt beschouwd, strikt geheim te houden.
2. Tevens geldt deze geheimhoudingsverplichting voor de werknemers van Fontys Paramedische Hogeschool, evenals voor anderen die op enigerlei wijze uit hoofde van hun functie toegang hebben of kennis nemen van bedoelde informatie.
3. Bovenstaande laat onverlet dat de student het project praktijkgericht onderzoek kan uitvoeren volgens geldende voorschriften en regels.

Student:

Naam: Alper Tolgahan Aytaş

(handtekening) Datum: 24/5/2016



PGO-coördinator: voor ontvangst

Begeleider:

Naam: Henk Bronts

(handtekening) Datum: 30/5/2016



Naam: _____

(handtekening) Datum: __/__/____

Bijlage IV: Vragenlijst screening

Onderzoek: Kwantitatief experimenteel meetonderzoek, vergelijking schokdemping onder de hiel, tussen PPT en Thermofix.

Leeftijd:

Geslacht:

Gewicht:

Heeft u aandoeningen aan de voeten, enkels, knieën of heupen? Ja / Nee

Zo ja, welke:.....

Heeft u ooit een trauma gehad aan de voeten of benen? Ja / Nee

Zo ja, welke:.....

Heeft u ooit een operatie gehad aan de voeten of benen? Ja / Nee

Zo ja, welke:.....

Bent u bekend met chronische ziektes? Ja / Nee

Zo ja, welke:.....

Onderzoek screening:

ROM BSG: Plantairflexie:.....graden.

Dorsaaiflexie:.....graden.

De proefpersoon mag wel/niet deelnemen aan het onderzoek. (Omcirkel de juiste antwoord).

Datum en plaats:

Naam onderzoeker:

Handtekening:

Bijlage V: Tijdsplanning

Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Literatuur zoeken	x	X																		
Inleiding		X	x																	
Wachten feedback inleiding			x																	
Methode en bijlagen			x	x	x															
Nakijken					x	X														
Projectplan inleveren 24-3-2016						X														
Proefpersonen werven							x	x												
Dataverzameling									x	x										
Data-analyse										x	x	x								
Resultaten												x	x							
Discussie													x	x						
Conclusie														x	x					
Verslag: Nakijken																x				
Verslag inleveren 7-6-2016																	x			
Presentatie: Maken																x	x	x		
Presentatie: Oefenen																		x	x	
Presentatie geven 27-30 juni																				x

Bijlage VI: Screeningsprotocol, benodigdheden en begrote kosten

Screeningsprotocol:

Voordat het meetonderzoek begint wordt er een screening gehouden om vast te stellen of de proefpersoon voldoet aan de onderzoekscriteria. De screening bestaat uit twee onderdelen. Invullen ´Vragenlijst screening´ en meting van de BSG met een goniometer. De screening begint met het invullen van de ´Vragenlijst screening´ en het wegen van het gewicht, zie bijlage IV. Nadat deze volledig is ingevuld wordt er overgegaan naar het volgende onderzoek voor de screening. Dit bestaat uit een meting van de BSG met een goniometer. Met een goniometer wordt de ROM van de BSG bepaald. Onderzoekscriteria ROM BSG: minimaal 50 graden plantairflexie en minimaal 30 graden dorsaalflexie vanuit plantigrade voetstand, onbelaste actieve meting. Uitslag van de ROM BSG wordt als aanvulling ingevuld op de ´Vragenlijst screening.´ Wanneer de ´Vragenlijst screening´ volledig is ingevuld en de ROM van de BSG is bepaald, komt het onderzoek voor de screening ten einde. De informatie uit de screening wordt beoordeeld door de onderzoeker. Als de proefpersoon voldoet aan de onderzoekscriteria mag de proefpersoon officieel deelnemen aan het meetonderzoek.

Benodigdheden:

- PPT 5 mm shore 15 materiaal
- TF 5 mm shore 50 materiaal
- paspanty, AsP element wordt bevestigd door de paspanty die er overheen aangetrokken wordt
- sporttape, back up voor de paspanty. Als de AsP element niet op zijn plaats blijft met de paspanty tijdens gang, wordt deze bevestigd met sporttape
- zoolmal om de maat te bepalen
- schaar, om PPT en TF materiaal uit te knippen
- liniaal
- weegschaal

Begrote kosten:

Voor dit onderzoek zijn er kosten gemaakt voor kopiëren en printen, en voor de aanschaf van de paspanty's. Deze kosten komen voor rekening van de onderzoeker Alper Tolgahan Aytaş. Er zijn ook kosten gemaakt voor de PPT en TF, die gebruikt wordt tijdens het onderzoek. Deze kosten komen op rekening van Fontys Paramedische Hogeschool, Eindhoven. De kosten bedragen in totaal ongeveer €200,-. Tevens wordt het drukmeetplatform van Fontys Paramedische Hogeschool gebruikt.