

Fontys paramedische hogeschool

Opleiding podotherapie

Optimaal schokdempend materiaal

Een vergelijking tussen PPT en Softsole

Personalia:

Geschreven door:

Steven de Vries, student podotherapie vierdejaars te Fontys, Eindhoven

Studentnummer 2207499

de Boogaert 225

1901GP Castricum

Bereikbaar via: sjadevries85@gmail.com

Telefoon nummer: 0637650832

Begeleider: Henk Bronts, docent Fontys, Eindhoven

Bereikbaar via: h.bronts@fontys.nl

Opdrachtgever: Michiel Flipse, podotherapeut

Bereikbaar via: info@michielflipse.nl

Juli 2016

Samenvatting Nederlands:

Inleiding: Als gevolg van vergrijzing en overgewicht neemt de kans op het ontwikkelen van voetklachten onder de Nederlandse bevolking toe. Tijdens het lopen ontstaan er grote krachten op het lichaam, vooral tijdens hiellanding. Het onvermogen van het lichaam om deze krachten op te vangen kan leiden tot verscheidene gezondheidsklachten. Deze gezondheidsklachten worden vaak behandeld met externe schokdemping in de vorm van inlegzolen. Hiervoor wordt in de praktijk vaak PPT gebruikt. Het vetkussen onder de hiel bestaat van nature uit visco-elastische componenten. Softsole materiaal heeft ook visco-elastisch componenten. Om schokgeïnduceerde gezondheidsklachten beter te behandelen is het belangrijk om materiaal te gebruiken dat de piekdruk het meest verlaagd. Dit leidt tot de onderzoeksvraag: "Wat is het effect van een hakverhoging van het materiaal Softsole op de maximale verticale piekkrachten tijdens hiellanding in vergelijking tot een hakverhoging van het materiaal PPT."

Methode: Dit onderzoek is gedaan door middel van een kwantitatief experimentele studie. Er zijn 25 gezonde proefpersonen tussen de 18 en 40 jaar oud geworven in Eindhoven. Van alle participanten is de verticale piekdruk tijdens hiellanding gemeten met behulp van het Emed x400 drukmeet-platform. Er is gebruik gemaakt van de driestaps methode om de beginpositie te bepalen. De piekdruk is gemeten in drie condities, namelijk een nulmeting en op hakverhoging van 5 mm PPT en 5 mm Softsole. De data is op ratio niveau getoetst door middel van een variantieanalyse voor herhaalde metingen met post hoc.

Resultaten: PPT verminderd de piekdruk met ongeveer 40,60 kPa ($p=0,019$) t.o.v. de nulmeting. Er is geen significant verschil in piekdruk tussen de nulmeting en met een hakverhoging van 5 mm Softsole. Het lopen op een hakverhoging van 5 mm geeft geen significante verandering van piekdruk onder de voorvoet.

Conclusie: Een hakverhoging van 5 mm PPT verlaagd de piekdruk tijdens hiellanding significant. Een hakverhoging van 5 mm Softsole verlaagd de piekdruk niet.

Abstract English:

Introduction: The chance of having foot complaints in the Dutch population is rising. During walking huge forces can arise on the body, especially at the moment of heel strike. The inability of the body to cope with these forces may lead to a large spectrum of health complaints. These complaints are often treated with external shock absorption in the shape of inlays. PPT material is mostly used in these cases. The fat-pad under the heel has visco-elastic properties. Softsole material also has visco-elastic components. In order to treat shock-induced health complaints, we should use the material that is most effective in lowering peak pressure. This introduces the question: "What is the effect of a heel rise made from Softsole on the maximum vertical peak pressure compared to a heel rise made from PPT material?"

Methods: In order to answer this question a quantitative experimental measuring study was conducted. 25 healthy test subjects between 18-40 years old were recruited in Eindhoven. The vertical peak pressure during heel strike was measured using the Emed x400 pressure platform. By means of the three step method the start position was assessed. Peak pressure measurement occurred in three conditions, namely a barefoot control condition and on heel rises of 5 mm PPT and Softsole. Data has been tested using an Anova for repeated measurements with post-hoc.

Results: PPT lowered the vertical peak pressure during heel strike with an average of 40,60 kPa ($p=0,019$) in comparison to the control condition. No significant reduction in peak pressure was observed with a Softsole heel rise. Walking on a 5 mm heel rise did not significantly raise peak pressure under the forefoot.

Conclusion: A 5 mm PPT heel rise significantly lowers vertical peak pressure during heel strike. A heel rise made from 5 mm Softsole material does not.

Inhoudsopgave:

Titelblad	Pagina 1
Samenvatting Nederlands	Pagina 2
Abstract English	Pagina 3
Inhoudsopgave	Pagina 4
1: Inleiding	Pagina 5
2: Methode	
2.1 Selectieproces proefpersonen	Pagina 6
2.2 Drukmeet systeem	Pagina 6
2.3 Meetprotocol	Pagina 6
2.4 Materiaal	Pagina 7
2.5 Overige benodigdheden	Pagina 7
2.6 Dataverwerking	Pagina 7
2.7 Ethische paragraaf	Pagina 8
3: Resultaten	Pagina 9
4: Discussie	
4.1 Samenvatting van bevindingen	Pagina 10
4.2 Sterke en zwakke punten van dit onderzoek	Pagina 11
4.3 Aanbeveling aanvullend onderzoek	Pagina 12
5: Conclusie	Pagina 13
Literatuur	Pagina 14
 Bijlage 1: Informatiebrief	 Pagina 16
Bijlage 2: Toestemmingsverklaring (informed consent)	Pagina 18
Bijlage 3: Vragenlijst	Pagina 19

1: Inleiding:

Voetklachten zijn een groeiend probleem in Nederland. Sinds 2002 neemt de levensverwachting en daarmee de vergrijzing in Nederland sneller toe dan voorheen **(1)**. Tevens is er al jaren een toename van overgewicht onder de Nederlandse bevolking **(2)**. Een leeftijd boven de 75 jaar en een BMI van boven de 30 (overgewicht) vergroten het risico op voetklachten **(3-4)**. Uit onderzoek blijkt dat maar liefst 24% van de vrouwen en 14% van de mannen in Nederland non-traumatische voetklachten ondervonden die langer dan 4 weken aanhielden **(4)**. Voetklachten die langer dan vier weken aanhouden leiden vaak tot een verminderde mobiliteit, met pijn als de voornaamste klacht. 10% van de voetklachten bestaan uit achtervoetproblemen (hielklachten, voornamelijk fasciitis plantaris) **(5)**.

Tijdens het lopen ontstaan er grote krachten op het lichaam, vooral op het moment van de hiellanding. Het menselijk lichaam beschikt over meerdere mechanismen om deze krachten te dempen. Een van deze mechanismen is het plantair capiton onder de hiel **(3)**. Een verminderd plantair capiton stelt het lichaam minder goed in staat om schokken op te vangen. Uit meerdere onderzoeken is gebleken dat er een causaal verband bestaat tussen een verminderd plantair capiton onder de hiel en klachten als chronische lage rug pijn, achilles tendinitis, degeneratie van kraakbeen en andere door schokken veroorzaakte overbelastingsletsels **(3)**. Hielklachten die verband hebben met een verminderd plantair capiton worden in de praktijk vaak behandeld met externe schokdemping van synthetisch materiaal **(3)**. Uit onderzoek blijkt dat schokabsorberende inlegzolen de incidentie van overbelastingsletsels in de onderste extremiteiten significant verlagen **(6)**. Er is echter niet bekend welk materiaal hier nu het meest geschikt voor is.

Om te bepalen welk materiaal het meest geschikt is voor schokdemping moet men zich realiseren dat een schok bij hiellanding een kracht is. De grote van deze kracht is een product van massa x versnelling ($F=MA$). Met andere woorden, om de kracht die de hiel op de grond uitwerkt (en de grond op de hiel) te verminderen zou de versnelling van de hiel verminderd moeten worden **(3)**. Een vermindering van deze versnelling kan teweeg worden gebracht door middel van schokdempende inlegzolen **(7)**. Voor schokdempende inlegzolen worden onder andere open cel en gesloten cel schuimen gebruikt. Deze schuimen worden gemaakt door polymeren onder grote druk bloot te stellen aan gassen. De cellen in beide soorten schuimen zijn in staat om lateraal en verticaal te bewegen, wat ze zeer geschikt maakt om krachten op te vangen **(8)**. Een veelgebruikte open cel schuim (polyurethaan) is PPT, ofwel Professional Protective Technology. Er kunnen ook visco-elastische materialen gebruikt worden voor schokdemping. Het vetkussen onder de hiel bestaat zelf ook uit elastische en viscose componenten **(3)**, wat visco-elastische materialen een logische keuze maakt om te gebruiken voor schokdempende inlegzolen.

Er zijn verschillende onderzoeken gedaan om de effectiviteit van schokdempende materialen te testen en te vergelijken **(7,9-12)**. Om de effectiviteit van een schokdempend materiaal te meten wordt vaak gekeken naar maximale verticale piekdruk tijdens hiellanding op het materiaal. Hoe lager deze piekdruk (in kPa) is tijdens hiellanding, hoe beter het materiaal de schokken dempt **(7,9-10, 12)**.

Door de groeiende patiëntenpopulatie **(1-4)** en het daarmee toenemende risico op (ernstige) gezondheidsproblemen **(3)** is het belangrijk om uit te vinden welk materiaal het meest geschikt is voor schokdemping. PPT wordt in de praktijk veelvuldig gebruikt, onder andere omdat men het kent van de opleiding podotherapie en makkelijk te verwerken is. De effectiviteit van PPT als schokdempend materiaal wordt ondersteund in de literatuur **(8-10)**. Er zijn echter ook aanwijzingen voor het nut van visco-elastische materialen voor schokdemping **(3,9)**. Veel visco-elastische materialen kunnen gemakkelijk en snel in een klinische setting bewerkt worden met minimaal gebruik van werktuigen en ruimte. Vaak zijn er voor de bewerking van deze materialen geen bijzondere fabricatie vaardigheden nodig **(8)**. Een eenvoudig verkrijgbaar visco-elastisch materiaal dat voldoet aan al deze voorgaande punten is Softsole plaatmateriaal.

De vraag van dit onderzoek is: Wat is het effect van een hakverhoging van het materiaal Softsole op de maximale verticale piekkrachten tijdens hiellanding in vergelijking tot een hakverhoging van het materiaal PPT.

De hypothese is dat Softsole de maximale verticale piekdruk tijdens hiellanding onder de calcaneus sterker vermindert dan PPT of geen hakverhoging.

2: Methode:

Om antwoord te geven op de onderzoeksvraag is er een kwantitatief experimentele meetstudie verricht onder 25 proefpersonen. De metingen zijn uitgevoerd gedurende twee dagen in april 2016. De metingen vonden overdag plaats in het MART lab van de Fontys Paramedische Hogeschool in Eindhoven. Hierbij werd gebruik gemaakt van het Emed x400 drukmeet-platform van Novel GmbH München, Duitsland. De data is verwerkt met SPSS en is op ratio niveau getoetst door middel van een variantieanalyse (Anova) voor herhaalde metingen met post hoc.

2.1 Selectieproces proefpersonen:

Er zijn 25 proefpersonen geworven binnen het gebouw van de Fontys aan de Theodor Fliednerstraat in Eindhoven. Alle participanten moeten voldoen aan alle volgende inclusie criteria. Alleen gezonde mannen en vrouwen die geen operaties hebben ondergaan aan de onderste extremiteiten werden geïnccludeerd. De proefpersonen hebben een leeftijd van 18 tot 40 jaar oud. Door een maximale leeftijd te stellen van 40 jaar worden de resultaten minder beïnvloed door aandoeningen als artrose met mogelijke gewrichtsbeperkingen (natuurlijke degeneratie) en een instabiel gangpatroon. Tevens lopen alle participanten zelfstandig en zonder hulpmiddelen. Proefpersonen zijn uitgesloten van dit onderzoek indien er sprake was van voet, enkel, knie, heup en/of rug klachten of pathologieën. Proefpersonen met ROM beperkingen in het bovenste spronggewricht werden uitgesloten (deelnemers moesten minimaal 40° plantairflexie en 10° dorsaalflexie in het BSG halen vanuit een plantigrade voetstand, onbelast actief). Ook werden proefpersonen met een chronische ziekte uitgesloten van dit onderzoek. Klachten, beperkingen of pathologieën in een of meerdere van deze gebieden kunnen een afwijkend looppatroon veroorzaken, wat de drukmeting zou kunnen beïnvloeden. Diabetes Melitus patiënten werden geëxcludeerd vanwege mogelijke stijfheid (van bindweefsel, banden en pezen) die de drukmeting kan beïnvloeden. Daarnaast zou deelname van personen met pathologieën en klachten het onderzoek mogelijk WMO plichtig maken.

2.2 Drukmeet systeem:

Omdat de druksensoren in een drukmeet-platform altijd parallel staan aan de ondersteunde oppervlakte is het drukmeet-platform uiterst geschikt om de werkelijke verticale piekdruk te meten **(13)**. Om de maximale verticale piekdruk (kPa) tijdens hiellanding te meten is er gebruik gemaakt van het Emed x400 drukmeet-platform van Novel GmbH München, Duitsland (frequentie 400 Hz, hysteresis < 3%, nauwkeurigheid $\pm 5\%$ ZAS). Het platform heeft 6080 sensoren met een sensor gebied van 475x320 mm² en een drukbereik van 10-1270 kPa.

2.3 Meetprotocol:

Voorafgaande aan de metingen kregen de proefpersonen een voorlichtingsformulier met mondelinge toelichting (bijlage 1), welke direct getekend werd. Daarnaast tekenden proefpersonen het informed consent formulier (bijlage 2). Hierna startte de screening. Proefpersonen vulden hierbij een korte vragenlijst in (bijlage 3) en er werd een gericht voetonderzoek uitgevoerd door een vierdejaars student podotherapie. Hierbij werd gekeken naar mogelijke bewegingsbeperkingen van het bovenste spronggewricht. Beide voeten werden getest met behulp van een goniometer, maar alleen de rechtervoet

werd gebruikt voor de metingen. Ook werd het gewicht van de proefpersoon gewogen en genoteerd. Vervolgens werd de juiste maat bepaald voor de hakverhogingen en werden deze vervaardigd.

Na de screening en het vervaardigen van de hakverhogingen startten de metingen om de maximale verticale piekdruk te bepalen. Er werd gebruik gemaakt van de driestaps methode voor het bepalen van de startpositie. Proefpersonen zetten het rechter been op het drukmeet-platform en zetten vervolgens drie stappen achteruit om op de startpositie te komen. Dan wordt de meting gestart en zetten participanten drie stappen vooruit om met de rechtervoet op het midden van het drukmeet-platform neer te komen. Hierbij lopen proefpersonen op een eigen gekozen snelheid, zonder te rennen. Nadat de startpositie was bepaald werd er driemaal een meting gedaan van de maximale verticale piekdruk (kPa) tijdens hiellanding op alleen een kous (0-meting). Van deze 3 metingen werd het gemiddelde genomen. Hierna werd deze meting herhaald met beiderzijds een kous met hierin een hakverhoging van 5 mm PPT. Vervolgens werd dezelfde meting verricht met beiderzijds een kous met hierin een hakverhoging van 5 mm Softsole materiaal. Een persoon met een beenlengteverschil komt vaak harder neer op het kortere been **(14)**. Het dragen van een enkelzijdige hakverhoging zou waarschijnlijk invloed hebben gehad op de drukmetingen. Om deze reden werden alle hakverhogingen beiderzijds gedragen.

2.4 Materiaal:

Een hakverhoging van zacht materiaal moet minimaal 3 mm dik zijn om effectief te zijn **(8)**. PPT en Softsole materiaal is onder andere verkrijgbaar in een dikte van 5 mm. Na de screening werd de schoenmaat van de proefpersoon bepaald door middel van zool mallen. Zodra de juiste maat bepaald was werden twee hakverhogingen van beide materialen uitgeknipt. Elke proefpersoon kreeg dus eigen hakverhogingen. Hakverhogingen liepen tot ongeveer de lijn van Chopart en werden overal op de volledige dikte gehouden. Op deze wijze vond de hiellanding volledig op de volle dikte van de materialen plaats. Kwaliteitsvermindering van zachtere materialen zoals PPT en visco-elastische materialen treed pas op na 6-12 maanden gebruik **(8,11)**. De gebruikte materialen hebben niet of nauwelijks in werking ingeleverd gedurende dit onderzoek.

2.5 Overige benodigheden:

Om het onderzoek uit te voeren waren er 50 paspanty's nodig. De hakverhogingen werden op de plaats gehouden door deze panty's. Om de hakverhogingen te maken was er genoeg PPT en Softsole materiaal (5 mm dikte) nodig om 50 hakverhogingen te maken van beide materialen. Er was een weegschaal nodig om het gewicht van de proefpersonen vast te stellen. Daarnaast was er een schaar en liniaal nodig om deze hakverhogingen te vervaardigen. Om de juiste maat te bepalen zijn er zoolmallen gebruikt van verschillende schoenmaten.

2.6 Dataverwerking:

De metingen werden afgenomen door een vierdejaars student podotherapie die voorafgaand aan het onderzoek een training in het gebruik van het Emed drukmeet-platform en het omgaan met de bijbehorende software heeft gevolgd. Een veelgebruikte methode om plantaire druk te analyseren is om de voet te verdelen (of masken) in anatomische regionen. Dit geeft meer klinische informatie dan wanneer de voet als een geheel wordt gezien. Eén methode is om de voet onder te verdelen door middel van een horizontale trisectie in tenen, voorvoet, middenvoet en achtervoet. In dit onderzoek is alleen gekeken naar de piekdruk onder de calcaneus bij gezonde personen. In dat geval is een horizontale trisectie voldoende om de plantaire druk te analyseren **(15)**. Proefpersonen liepen over het drukmeet-platform om de gemiddelde maximale verticale piekdruk te berekenen in 3 condities. De zo verkregen data werd verwerkt met SPSS. De data is op ratio niveau getoetst door middel van een variantieanalyse (Anova) voor herhaalde metingen met post hoc. Het gehanteerde significantieniveau was 0.05. Er is gekeken of er

sprake was van Sphericity, wanneer deze verworpen moest worden, werd er een correctie toegepast. In eerste instantie werd er gekeken naar de correctie volgens Greenhouse-Geisser, echter wanneer de epsilon bij deze correctie groter is dan 0,75 werd overgestapt op de correctie volgens Huynh-Feldt. Eventuele verplaatsing van plantaire druk naar de voorvoet tijdens lopen op een hakverhoging van 5 mm is ook berekend met een Anova voor herhaalde metingen.

2.7 Ethische paragraaf:

Voor dit onderzoek zijn alleen gezonde proefpersonen geworven. De bewegingen die de proefpersonen verzocht werden uit te voeren zijn alledaagse bewegingen en daarmee weinig risicovol. Dit project valt derhalve buiten de reikwijdte van de medisch-ethische toetsingscommissie en is niet WMO-plichtig. Deelnemers zijn middels een informatiebrief en mondeling ingelicht over het onderzoek en tekenden een toestemmingsverklaring voor deelname. Persoonlijke gegevens van deelnemers zijn anoniem en volledig volgens de wet bescherming persoonsgegevens verwerkt. Deelnemers kunnen schriftelijk worden geïnformeerd over de resultaten van het onderzoek, indien dit gewenst is. Deelname aan het onderzoek stoppen is te allen tijde en zonder opgave van reden toegestaan.

3: Resultaten:

In dit onderzoek is data verzameld van 25 proefpersonen, met een gemiddelde leeftijd van 23,84 jaar en een gemiddeld gewicht van 75,56 kg. Van de participanten was 44% vrouw en 56% man.

De gemiddelde maximaal verticale piekdruk onder de hiel tijdens hiellanding is gemeten in drie condities, namelijk een nulmeting, op een hakverhoging van 5 mm PPT en op een hakverhoging van 5 mm Softsole. De gemiddelde maximale verticale piekdruk onder de hiel voor alle condities en de druk als percentage van de nulmeting worden getoond in tabel 2.

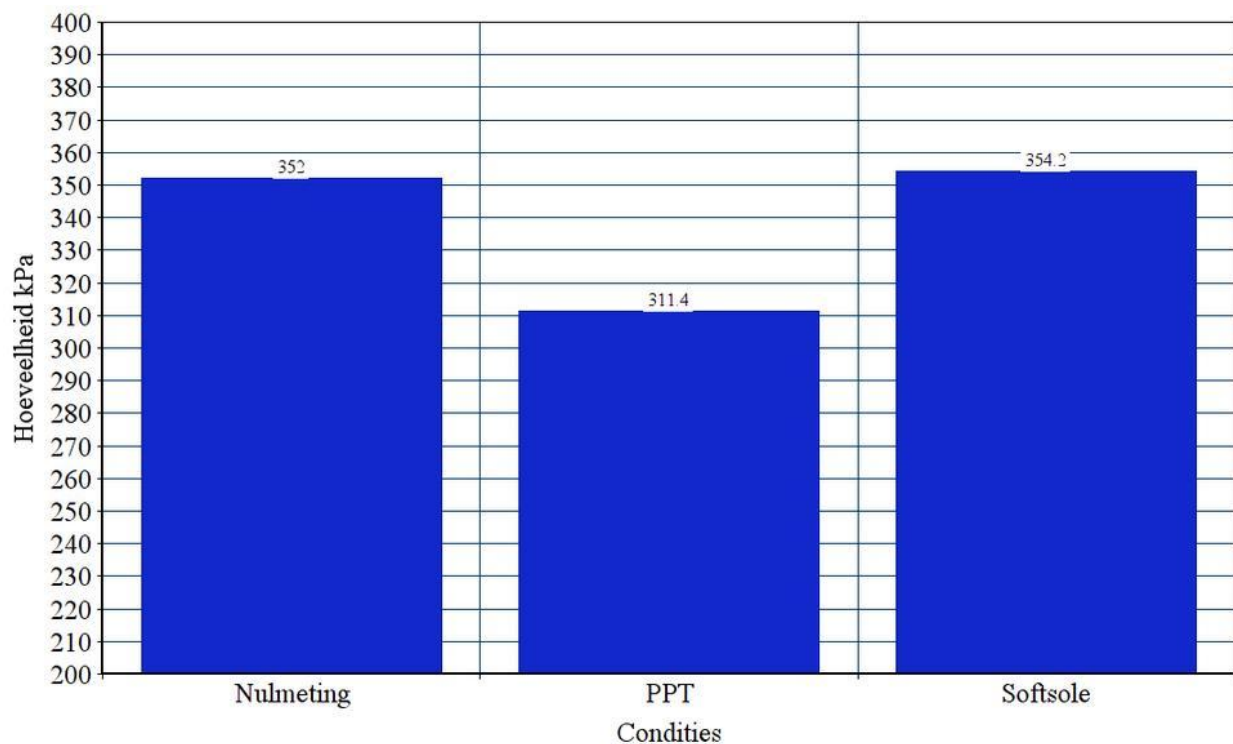
Tabel 1: Gemiddelde piekdruk (kPa) onder calcaneus tijdens hielcontact:

Conditie	Piekdruk (kPa) $\pm$ SD	Piekdruk genormaliseerd t.o.v. nulmeting (%)
Nulmeting	352,00 (90,3)	100,00
5 mm PPT	311,40 (54,0)	88,46
5 mm Softsole	354,20 (64,3)	100,63

In tabel 1 is te zien dat hiellanding op 5 mm PPT de Piekdruk verminderd met 11,54% ten opzichte van de nulmeting. Dit is niet te zien bij landing op het materiaal Softsole.

Er is sprake van een significant verschil tussen de 3 condities ($p=0,001$ na correctie volgens Huynh-Feldt). Uit de Bonferroni post hoc test blijkt dat met de hakverhoging van 5mm PPT de piekdruk significant verminderd met gemiddeld 40,60 kPa ten opzichte van de nulmeting ($p=0,019$) en met 42,8 kPa ten opzichte van de conditie met een hakverhoging van 5 mm softsole ($p=0,019$). Er was geen significant verschil in piekdruk tussen de nulmeting en de conditie met een hakverhoging van 5 mm softsole. Deze resultaten worden weergegeven in figuur 1.

Figuur 1: Piekdruk per conditie.



Het lopen op een hakverhoging van 5 mm geeft geen significante verandering van piekdruk onder de voorvoet ($p=0,498$). In tabel 2 staan de gemiddelde maximale piekdrukken onder de voorvoet tijdens het lopen zonder en met de hakverhogingen van 5 mm PPT en Softsole.

Tabel 2: Gemiddelde maximale piekdruk onder de voorvoet:

Deelnemers	Nulmeting (kPa)	PPT (kPa)	Softsole (kPa)
25	501.60	483.00	475.40

4: Discussie:

4.1 Samenvatting van bevindingen:

De hypothese van deze studie was dat een hakverhoging van 5 mm Softsole de maximale verticale piekdruk tijdens hiellanding onder de calcaneus sterker verminderd dan een hakverhoging van 5 mm PPT of de conditie zonder hakverhoging. De visco-elastische eigenschappen van Softsole hebben dezelfde eigenschappen als het van het nature aanwezige vetkussen onder de hiel. Dit maakte de keuze voor een hakverhoging van Softsole materiaal logisch. De dempende werking van het Softsole materiaal werd in dit onderzoek vergeleken met het materiaal PPT en met de nulmeting (in dit geval de afwezigheid van een hakverhoging).

PPT is een open-cel schuim waarbij de cellen lateraal en verticaal kunnen bewegen en is zeer geschikt om krachten op te vangen. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat een hiellanding op 5 mm PPT de maximaal verticale piekdruk onder de calcaneus verlaagd met gemiddeld 40,60 kPa in vergelijking tot een hiellanding zonder hakverhoging. Deze resultaten komen overeen met bevindingen uit andere onderzoeken **(8-10)**, waarin wordt gerapporteerd dat het neerkomen op PPT de maximale piekdruk onder de hiel verminderd tot ongeveer 90% van de controle meting. Ondanks de vermindering in piekdruk tijdens hiellanding is er geen significante verhoging van piekdruk onder de voorvoet gemeten. Dit komt overeen met bevindingen uit eerder onderzoek **(16)**.

In tegenstelling tot de verwachting verminderde een hakverhoging van Softsole de piekdruk tijdens hiellanding minder goed dan een hakverhoging van PPT. Een hiellanding op PPT verminderd de piekdruk met gemiddeld 42,80 kPa ten opzichte van neerkomen op Softsole. Er is geen significant verschil tussen een hiellanding op Softsole en het neerkomen zonder hakverhoging. De hypothese is dan ook verworpen. Er is tot op heden geen onderzoek gepubliceerd over de werking van Softsole. Het gebrek aan schokdemping van het Softsole materiaal kan dus niet worden verklaard aan de hand van voorgaand onderzoek. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat het Softsole materiaal niet stijf genoeg is. Stijfheid is cruciaal voor de schokdempende werking van het vetkussen onder de hiel **(3)**. Softsole heeft viskeuze en elastische eigenschappen. Mogelijk is de verdeling van deze eigenschappen niet optimaal, waardoor het materiaal niet stijf genoeg is. Gebrek aan stijfheid kan er tevens voor zorgen dat het materiaal te makkelijk vervormt onder de druk van de hiellanding. Hierdoor kom je als het ware gewoon neer op de grond en is er amper of geen sprake van schokdemping.

Sommige materialen zoals visco-elastische materialen dempen schokken door vervorming van het materiaal **(3)**. Vanuit de oorspronkelijke vorm kan het materiaal natuurlijk het meest vervormen en zo het meest schokken dempen. Visco-elastische materialen moeten om deze reden in staat zijn om snel de oorspronkelijke vorm terug te krijgen. Vooral in gevallen waarbij de schokken in een snelle frequentie optreden. Het is mogelijk dat Softsole, tussen de stappen door, niet snel genoeg in de oorspronkelijke vorm terugkeert. In dat geval zou de schok tijdens het eerste hielcontact mogelijk wel gedempt worden. Zodra er wordt gelopen is de tijd tussen de hiellandingen (en de hierbij komende schokken) te kort voor Softsole om in de oorspronkelijke vorm terug te komen. Op deze wijze zou het materiaal continue in een

half tot volledig vervormde staat werken en zou de schokdemping niet optimaal zijn. Dit zou ook een verklaring kunnen zijn voor het gebrek aan schokdempende werking van Softsole.

Non-Newtonian vloeistoffen zijn een mix van vaste en vloeibare materie. Dit soort materialen gedragen zich, afhankelijk van de omstandigheden, soms als een vloeistof en soms als een vaste stof. Indien er in een korte tijd veel druk op een dergelijk materiaal wordt uitgeoefend gaat deze zich meer als een vaste stof gedragen. Mogelijk gedraagt Softsole zich als een non-Newtonian vloeistof en zorgen de omstandigheden tijdens hiellanding er voor dat het materiaal zich meer als een vaste stof gedraagt dan als een vloeistof. Dit zou ook kunnen verklaren waarom er geen sprake is van significante schokdemping bij hiellanding op het Softsole materiaal.

Hoewel de materiaal keuze voornamelijk afhangt van de mate waarin het materiaal de piekdruk verlaagt, kunnen er in de praktijk ook andere eigenschappen meetellen in de keuze voor het te gebruiken materiaal. Om deze reden is het nuttig om beide materialen ook te vergelijken op andere vlakken, zoals prijs, gebruiksgemak en draagcomfort.

PPT is met ongeveer 1/5 van de prijs een stuk goedkoper dan Softsole. Er zijn weinig verschillen gevonden in de verwerking van de materialen. Beide materialen zijn gemakkelijk en snel te verwerken met een schaar. PPT is echter wel makkelijker te slijpen, doordat het de vorm beter vast houdt dan Softsole. Softsole is visco-elastisch en buigt erg gemakkelijk zonder volledige ondersteuning. Dit maakt het lastiger om Softsole recht te houden tijdens het slijpen. Vrijwel alle deelnemers gaven aan dat het lopen op een hakverhoging van PPT veel fijner loopt dan het lopen op Softsole. Op dit moment wordt PPT veelvuldig gebruikt in de praktijk en zijn Softsole en andere visco-elastische materialen weinig bekend. Met oog op de resultaten van dit onderzoek is PPT de betere keuze om te gebruiken als schokdempend materiaal in inlegzolen/inlegstukjes.

4.2 Sterke en zwakke punten van dit onderzoek:

Een sterk punt is dat er gedurende dit onderzoek voortdurend rekening is gehouden met factoren die invloed kunnen hebben op de drukmetingen. De hakverhogingen zijn allemaal beiderzijds gedragen om eventuele drukverplaatsing naar het been zonder hakverhoging tegen te gaan. Tevens zijn mensen met chronische ziekten (die invloed kunnen hebben op de beweeglijkheid van het bovenste sprong gewricht) en mensen met een bewegingsbeperking in het BSG geëxcludeerd uit dit onderzoek. Het toevoegen van een hakverhoging verandert de hoek in het BSG. Indien er bewegingsbeperkingen zijn in het BSG zou het veranderen van de hoek in het BSG de drukmeting mogelijk beïnvloeden.

Alle drukmetingen en screenings in dit onderzoek zijn door dezelfde persoon uitgevoerd, waardoor er geen sprake is van verschillen in metingen tussen onderzoekers. Indien metingen en screenings door verschillende mensen worden uitgevoerd kunnen er toch verschillen in de uitvoering zitten. Hetgeen mogelijk een effect heeft op de uitkomsten. Het is een sterk punt dat hier rekening mee gehouden is.

Tijdens dit onderzoek is er gebruik gemaakt van het Emed drukmeet-platform. Er zijn vrijwel altijd afwijkingen tijdens drukmetingen met behulp van een drukmeet platform, omdat veel participanten het moeilijk vinden om precies op het midden van de drukplaat neer te komen. In sommige gevallen moesten er meerdere metingen verricht worden voordat de deelnemers goed op het midden van de drukmeetplaat neer kwamen. Sommige deelnemers maakten de eerste 2 stappen afwijkend om vervolgens goed neer te komen op het midden van de plaat. Het is een sterk punt dat er van elke conditie 3 metingen zijn verricht, waarna het gemiddelde van deze 3 metingen berekend is. Deze gemiddelden zijn gebruikt in de dataverwerking. Ondanks dat er gemiddelden gebruikt zijn is er toch veel verschil in piekdruk te zien tussen mensen die zo natuurlijk mogelijk lopen en mensen die probeerden hard neer te komen op de drukplaat. Dit is een zwak punt van dit onderzoek. Voorgaande de metingen zijn deelnemers geïnstrueerd

zo natuurlijk mogelijk te lopen. Er zijn tussen de metingen door geen aanvullende aanwijzingen gegeven en er is gedurende de metingen geen aanpassing geweest aan het looppatroon van de proefpersonen. Sommige deelnemers komen dus wel harder neer dan andere participanten, maar dit is zowel het geval tijdens de nulmeting als tijdens de hiellanding op beide materialen. Doordat mensen consequent waren in de manier van lopen heeft dit vermoedelijk weinig invloed gehad op de meetresultaten.

De loopsnelheid tijdens de metingen is door de participant zelf gekozen. De enige instructie met betrekking tot de loopsnelheid was dat er niet gerend mocht worden. Ondanks dat veel mensen een consequente loopsnelheid aanhielden voor alle metingen, waren er ook deelnemers die een wisselend tempo liepen tijdens de metingen. Enkele participanten kwamen aan het einde van de metingen in tijdsnood, waardoor het looptempo iets versneld werd. Een verhoogd looptempo kan de verticale piekdruk tijdens hiellanding verhogen **(7,9)**. Dit was een zwak punt in het onderzoek. Het wordt dan ook aangeraden bij volgend onderzoek de loopsnelheid van elke deelnemer in de verschillende condities gelijk te houden. Dit is te bereiken door gebruik te maken van een loopband met een ingebouwd drukmeetplatform.

Een sterk punt van dit onderzoek is dat er gebruik is gemaakt van drukmetingen. Een andere methode is door middel van bewegingssensoren de acceleratie van het tibia te meten. Goed schokdempend materiaal zou een vermindering van de acceleratie van het tibia teweeg moeten brengen. Er is echter aangetoond dat een vergrote knieflexie tijdens hiellanding de grond reactie krachten doet verminderen, terwijl de acceleratie van het tibia toeneemt **(12)**. Dit maakt deze methode minder geschikt dan drukmetingen.

4.3 Aanbeveling aanvullend onderzoek:

De schokdempende werking van PPT is meerdere malen bevestigd **(8-10)**. Er zijn echter aanwijzingen in de literatuur dat er materialen zijn die nog betere schokdemping teweeg brengen **(9)**. Een verminderd plantair capiton en schokken zijn in verband gebracht met verschillende gezondheidsklachten en klachten aan de voeten **(3,6)**. Het is om deze reden belangrijk om het meest effectieve schokdempende materiaal te vinden. Aanvullend onderzoek waarbij de schokdempende eigenschappen van verschillende materialen worden vergeleken wordt aangeraden. Tijdens aanvullend onderzoek dient er rekening te worden gehouden met de sterke en zwakke punten van dit onderzoek.

In dit onderzoek is gekozen voor het meten van de verticale piekdruk. Piekdruk is vaak in verband gebracht met weefselbeschadiging en het is de meest gebruikte parameter om de mate van schokdemping te bepalen **(7,9,10,12,17)**. Om de schokdempende eigenschappen van een materiaal te beoordelen kun je echter ook kijken naar de pressure time integral, of PTI. De PTI kijkt naar druk gedurende de hele landing, en is een vermenigvuldiging van druk en de duur van druk per tijdseenheid. Er wordt dus naast de piekdruk ook gekeken naar submaximale druk.

Er zijn aanwijzingen dat het meten van de PTI zinvol kan zijn bij vaststellen van het risico op plantaire huidbeschadiging. Herhaalde blootstelling aan submaximale druk boven de 150 N / cm² kan het regeneratie proces van de huid verstoren. Deze verstoring kan op den duur huidbeschadiging teweeg brengen. Dit kan een argument zijn om naast de piekdruk ook te kijken naar de PTI. Er is echter gebleken dat piekdruk en PTI sterk aan elkaar gecorreleerd zijn, en het rapporteren van beide parameters mogelijk weinig meerwaarde heeft bij het beschrijven van de schokdempende eigenschappen van de materialen uit dit onderzoek **(17)**. Indien er gekeken wordt naar plantaire weefselbeschadiging dat wordt veroorzaakt door herhaalde blootstelling aan lagere krachten kan het nuttig zijn om een materiaal vergelijkend onderzoek te doen, waarbij wordt gekeken naar de piekdruk en naar de PTI.

In dit onderzoek zijn de materialen PPT en Softsole alleen met elkaar vergeleken. Er is niet gekeken naar de werking van het materiaal in combinatie met bepaalde schoentypes. Verschillende schoentypes hebben van zichzelf verschillende maten van schok-absorptie. Er kan niet zonder meer worden aangenomen dat de materialen dezelfde resultaten hebben in schoenen. Om hier een uitspraak over te maken moet er aanvullende onderzoek worden gedaan door middel van drukmetingen in schoenen.

5: Conclusie:

Er is in dit onderzoek antwoord gezocht op de vraag: "Wat is het effect van een hakverhoging van het materiaal Softsole op de maximale verticale piekkrachten tijdens hiellanding in vergelijking tot een hakverhoging van het materiaal PPT?" Uit dit onderzoek blijkt dat Softsole geen significante vermindering van de piekdruk geeft tijdens hiellanding. PPT vermindert de maximaal verticale piekdruk tijdens hiellanding wel significant.

Literatuur:

1. Garssen J. Demografie van de vergrijzing. CBS 2011. Beschikbaar via: <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/9F0DEB0A-8529-4951-92B2-1DF29352C75F/0/2011k2b15p15art.pdf>. Geraadpleegd 1 maart 2016.
2. Bemelmans WJE, Hoogenveen RT, Visscher TLS, Verschuren WMM, Schuit AJ. Toekomstige ontwikkelingen in overgewicht. RIVM 2004; (RIVM rapport 260301003/2004). Beschikbaar via: <http://rivm.openrepository.com/rivm/handle/10029/8835>. Geraadpleegd 2 maart 2016.
3. Rome K. Mechanical properties of the heel pad: current theory and review of the literature. *The Foot* 1998;8:197-185
4. Gorter K, Kuyvenhoven M, Melker R. Nontraumatic foot complaints in older people, a population-based survey of risk factors, mobility, and well-being. *J Am Podiatr Med Assoc* 2000;90(8):397-402.
5. Gorter K, Louwerens JW. Voetklachten. *Huisarts en Wetenschap* 2003;46:748–753.
6. House C, Reece A, Sa DR. Shock-absorbing insoles reduce the incidence of lower limb overuse injuries sustained during royal marine training. *Military medicine* 2013;178:683-689.
7. Gerych D, Tvrznik A, Prokesova E, Nemeckova Z, Jelen K. Analysis of peak pressure, maximal force, and contact area changes during walking and running with conventional and shockabsorbing insoles in the combat boots of the czech army. *Journal of mechanics in medicine and biology* 2013;13(2):1350042-1-1350042-10.
8. Lockard, MA. Foot orthoses. *Physical therapy* 1988;68(12):1866-1873.
9. 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 and posture* 1999;9:31–37.
10. Pawelka S, Kopf A, Zwick EB, Bhm T, Krauzl A. Comparison of two insole materials using subjective parameters and pedobarography (pedar-system). *Clin. Biomech.* 1997;12(3):S6-S7.
11. Pratt DJ. Long term comparison of some shock attenuating insoles. *The journal of the international society for prosthetics and orthotics* 1990;14(2):59-62.
12. O'Leary K, Vorpahl KA, Heiderscheit B. Effect of cushioned insoles on impact forces during running. *J Am Podiatr Med Assoc* 2008;98(1):36-41.
13. Orlin MN, McPoil TG. Plantar pressure assessment. *Physical Therapy* 2000;80:399–409.
14. Pereira CS, Silva JGM, Sacco ICN. Effects of mild leg length discrepancy on vertical ground reaction forces in running. *Journal of Biomechanics* 2006;39(1)60.
15. Ellis SJ, Stoecklein H, Yu JC, Syrkin G, Hillstrom H, Deland JT. The accuracy of an automasking algorithm in plantar pressure measurements. *HSSJ* 2011;7:57–63
16. Eisenhardt JR, Cook D, Pregler I, Foehl HC. Changes in temporal gait characteristics and pressure distribution for bare feet versus various heel heights. *Gait & Posture* 1996;(4):280-286.

17. Melai T, IJzerman TH, Schaper NC, de Lange TLH, Willems PJB, Meijer K, Lieveise AG, Savelberg HHCM. Calculation of plantar pressure time integral, an alternative approach. *Gait & Posture* 2011;34:379–383.

Bijlage 1: Informatiebrief

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 partner, vrienden of familie. Heeft 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 steunzool 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. Het eerste deel van het onderzoek bestaat uit een screening. De screening bestaat uit het invullen van een korte vragenlijst en het meten van de maximale beweeglijkheid van uw bovenste sprong gewricht. Tweede deel van het onderzoek (meetonderzoek) bestaat uit een nulmeting, meting met PPT materiaal onder de hiel en meting met Softsole 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 (nul meting, meting PPT, meting Softsole). 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: Steven de Vries

0031 637650832

steven.devries@student.fontys.nl

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

Met vriendelijke groet,

Steven de Vries

Onderzoeker

Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven

Bijlage 2: Toestemmingsverklaring (informed consent)

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

Ik verklaar dat de informatie brief voor aanvang van het onderzoek is toegereikt en dat er een mondelinge uitleg is gegeven over de inhoud van het onderzoek. 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. Mocht het gebeuren dat er 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 3: Vragenlijst:

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.
Dorsaalflexie:.....graden.

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

Datum en plaats:

Naam onderzoeker:

Handtekening: