

Fontys Paramedische Hogeschool

Opleiding Podotherapie

PUMA: Nieuwe toekomst voor de hardlopers

**Het effect van vier PUMA hardloopschoenen met onderling verschillende
zooltypen op de
spatio-temporele variabelen tijdens het hardlopen.**

Naam student: Sander van Remunt

Begeleider: Ton de Lange

- Juni 2015 -

Voorwoord

Voor u ligt het afstudeeronderzoek ter afsluiting van de bachelor opleiding Podotherapie aan de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven. Dit onderzoek is tot stand gekomen naar aanleiding van een vraag van PUMA om onderzoek te doen naar vier van hun hardloopschoenen en welk effect deze hebben op het hardlopen. Hierbij sluit mijn eigen interesse aan over blessurepreventie bij sporters/hardlopers, waarbij het mij interessant leek of het schoentechnische vlak hier mogelijk een invloed op heeft. Na een moeizame start van het onderzoek met enige tegenslagen, zoals het niet naar behoren functioneren van de hardloopband en meetapparatuur, is dit afstudeer onderzoek toch tot een goed einde gekomen.

Graag wil ik de volgende personen bedanken voor de hulp bij dit afstudeeronderzoek. Mijn begeleider Ton de Lange voor de fijne samenwerking bij dit afstudeeronderzoek en voor zijn snelle feedback en de tips bij het schrijven van dit verslag. Podotherapeut Monique van der Kaa voor het gebruik mogen maken van haar praktijkruimte en de hardloopband. Alle personen die hebben deelgenomen aan de metingen. Inge van Dorst voor de hulp bij de vormgeving van dit verslag. Tot slot wil ik Sanne van Dorst bedanken voor haar motiverende peptalks, geduld en mentale steun.

Samenvatting

Achtergrond

Hardlopen is een van de populairste sporten in Nederland; maar liefst 1,6 miljoen Nederlanders beoefenen wekelijks deze sport. PUMA is een bedrijf dat zich onder andere bezig houdt met het ontwikkelen van hardloopschoenen. De laatste jaren is de hardloopschoen qua techniek en vormgeving flink veranderd. Om met de tijd mee te gaan blijft PUMA zijn hardloopschoenen verbeteren, maar om te verbeteren is onderzoek nodig. Daarom heeft PUMA aan Fontys gevraagd om onderzoek te doen naar vier nieuw ontwikkelde hardloopschoenen. Gevraagd werd om te kijken wat het effect is van deze hardloopschoenen op de spatio-temporele variabelen (stapfrequentie, staplengte en grondcontacttijd) tijdens het hardlopen, met blessurepreventie als een van de achterliggende gedachten.

Methode

Bij deze kwantitatieve experimentele studie zijn vier PUMA hardloopschoenen onderling met elkaar vergeleken, waarbij gekeken is naar hun invloed op stapfrequentie, staplengte en grondcontacttijd tijdens het hardlopen. Een groep van 15 sporters (8 mannen, 7 vrouwen) heeft elk vier keer vier minuten hardgelopen op een loopband met daarin een drukmeetplatform verwerkt, met telkens een ander paar hardloopschoenen. Hiermee is de grondcontacttijd vastgesteld per persoon, per paar hardloopschoenen. Aan de hand van video-opnames is de stapfrequentie bepaald, waarmee ook de staplengte berekend kon worden.

Resultaten

Na het uitvoeren van de Wilcoxon Signed-Rank Test, blijkt dat er een significant verschil bestaat bij zowel stapfrequentie, als bij staplengte, als bij grondcontacttijd tussen twee van de vier hardloopschoenen. Tussen de overige hardloopschoenen is geen significant verschil aantoonbaar en zijn de meetgegevens geheel willekeurig verdeeld.

Conclusie

Tussen twee van de vier hardloopschoenen is een significant verschil in stapfrequentie, staplengte en grondcontacttijd aanwezig, maar doordat de hardloopschoenen onderling op meerdere vormaspecten van elkaar verschillen is geen conclusie te trekken over welk vormaspect dit verschil veroorzaakt. Ook is door het verschil in vormaspecten niet te concluderen welke invloed de vormaspecten hebben op de spatio-temporele variabelen.

Abstract

Background

One of the most popular sports in the Netherlands is running; 1,6 million Dutch people go running on a weekly base. PUMA is a company that develops, among others, running shoes. In the last couple of years the running shoe has undergone changes in technique and design. PUMA keeps improving their shoes to keep up with the Joneses, but for improvement there is research needed. That is the reason PUMA has asked Fontys to research four new types of running shoes. They wanted to understand the effect of each shoe on spatiotemporal variables (step frequency, step length and contact time) while running with prevention of injury as endpoint.

Method

This experimental study has compared four PUMA running shoes to each other with the focus on step frequency, step length and contact time while running. A total of 15 runners (8 male, 7 female) each have run four times four minutes on different shoes on a treadmill with a pressure measuring plate. Per person the contact time could be measured per type of shoe. Video-recordings were used to determine the step frequency and length.

Results

After performing a Wilcoxon Signed-Rank test, it turns out that there is a significant difference between step frequency, length and contact time between two of four types of shoes. The other shoes do not show a significant difference, while the metrics are evenly divided.

Conclusion

Two out of four running shoes show a significant difference in step frequency, length and contact time. However, because of the differences in shape aspects of the shoes, there is no conclusion to be made about what causes this difference. About the influence of the shape aspects on the spatiotemporal variables is also no conclusion to be made.

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Samenvatting.....	2
Abstract	3
Inleiding:.....	5
Methode.....	7
Inleiding.....	7
Personen.....	7
Meetinstrumenten	8
Meetprotocol	8
Datamanagement.....	9
Data-analyse.....	10
Ethische aspecten.....	10
Resultaten	11
Algemeen.....	11
Stapfrequentie.....	12
Staplengte.....	13
Grondcontacttijd	14
Herhalingsmeting	15
Discussie & aanbevelingen	16
Conclusie	21
Literatuurlijst	22
Bijlages.....	I
Bijlage A: Informatiebrief.	I
Bijlage B: Toestemmingsformulier.	III

Inleiding:

PUMA is een multinational bedrijf dat in 1948 is opgericht door Ronald Dassler (1). Het bedrijf staat vooral bekend om zijn sportartikelen, maar tegenwoordig richt het zich ook op vrijetijdskleding en accessoires. De sportspullen van PUMA variëren van sportkleding tot zeilen voor een zeilschip en van voetbalschoenen tot hardloopschoenen (1). De hardloopschoen heeft de laatste jaren veel ontwikkelingen doorgemaakt qua vorm en techniek (2). Om met de tijd mee te gaan blijft PUMA zijn hardloopschoenen valideren en verbeteren, maar om te verbeteren is onderzoek nodig. Hiervoor heeft PUMA aan studenten van Fontys gevraagd om onderzoek te doen naar het effect van vier van hun pas ontwikkelde hardloopschoenen op de spatio-temporele variabelen tijdens het hardlopen, met blessurepreventie als een van de achterliggende redenen. Als spatio-temporele variabelen zijn de stapfrequentie, staplengte en grondcontacttijd gekozen.

In 2012 beoefenden 1,9 miljoen Nederlanders een vorm van hardlopen, waarvan 610.000 mensen een blessure hebben opgelopen tijdens of door het hardlopen (3). Onderzoek toont aan dat spatio-temporele variabelen, zoals de stapfrequentie, de staplengte en de grondcontacttijd, invloed kunnen hebben op het oplopen van blessures (4). Uit het onderzoek van Chumanov E.S. et al. blijkt dat een grotere stapfrequentie dan de stapfrequentie van voorkeur een positief effect heeft op de schokabsorptie in het lichaam (lagere stootkracht) tijdens het hardlopen, doordat een kleinere staplengte wordt gehanteerd (5). Dit heeft als gevolg dat er verminderde krachten op de knieën en heupen werken tijdens het hardlopen, wat de kans op blessures kleiner maakt (6, 7). Hierbij werd per persoon een hardloopsnelheid voorgeschreven en door gebruik te maken van een digitaal metronoom kon de stapfrequentie gecontroleerd gevarieerd worden (5-7). Bij bovengenoemde onderzoeken is niet gekeken naar het type of de vormgeving van de hardloopschoenen.

Onderzoek van McCallion C. et al. (8) daarentegen heeft wel verschillende schoentypen gebruikt. Hierbij is het effect onderzocht van drie verschillende hardloompomstandigheden/ schoentypen op de spatio-temporele variabelen tijdens het hardlopen. De drie verschillende hardloompomstandigheden/ schoentypen bestonden uit hardlopen op minimalistische hardloopschoenen, hardlopen op standaard hardloopschoenen en blootvoets hardlopen. Onder minimalistische hardloopschoenen verstaan we schoenen welke blootvoets hardlopen naboots, maar tegelijkertijd wel protectie biedt aan de voeten, zonder effectieve hakhoogte. De standaard hardloopschoen bevat een effectieve hakhoogte van 12mm. Uit dit onderzoek blijkt dat het blootvoets hardlopen en het hardlopen met minimalistische schoenen op de eigen gekozen snelheid de stapfrequentie tijdens het hardlopen verhoogt, de grondcontacttijd vermindert en de paslengte verlaagt ten opzichte van het hardlopen met een standaard hardloopschoen (8). Dit zou betekenen dat hardlopen op hardloopschoenen zonder effectieve hakhoogte de kans op blessures kleiner maakt, omdat de stapfrequentie hoger ligt dan bij het hardlopen met hardloopschoenen met een effectieve hakhoogte. Deze onderzoeken geven echter

geen uitsluitsel over het effect van zoolvormen zoals door PUMA thans gemaakt. Deze vormen zijn hieronder beschreven.

Voor de studie, beschreven in dit verslag, heeft PUMA vier verschillende hardloopschoenen in maat 42 geleverd. In afbeelding 1 staan de hardloopschoenen weergegeven. Behalve uiterlijke verschillen zoals kleur, patronen en het gewicht, zijn er verschillen in de vormgeving van de loopzool, zoals de al dan niet aanwezigheid van het gewelf van de middenpartij, de grootte van de teensprong, de afschuining van de hak, de hoogte de voor- en achtervoet en de effectieve hakhoogte. Informatie over de vormaspecten van de geleverde PUMA schoenen staat in tabel 1.



Afbeelding 1: Foto's van de vier hardloopschoenen in het onderzoek

Tabel 1: Vormaspecten van de vier verschillende PUMA hardloopschoenen

Schoen nr.	Schoen-type	Hoogte hak (mm)	Hoogte voorvoet (mm)	Effectieve hakhoogte (mm)	Aanwezigheid gewelf	Teensprong	Afschuining hak	Gewicht per schoen (gram)
1.	Faas 500 v4	26.6	21.0	5.6	Nee	Neutraal	Vergroot	240
2.	Mobium Ride	30.5	23.5	7.0	Ja	Versterkt	Verkleind	260
3.	Faas 1000	37.8	26.2	11.6	Nee	Versterkt	Neutraal	289
4.	Ignite	31.5	19.7	11.8	Nee	Neutraal	Neutraal	L: 282 R: 295

PUMA is geïnteresseerd in het effect van de vier geleverde schoentypen op de spatio-temporele variabelen, namelijk de stapfrequentie, de staplengte en de grondcontacttijd, tijdens het hardlopen. Daarom luidt de vraagstelling van dit onderzoek:

Welk effect heeft de vormgeving van de loopzool van de vier hardloopschoenen van PUMA op de spatio-temporele variabelen (stapfrequentie, staplengte en grond contacttijd) tijdens het hardlopen?

Methode

Inleiding

Voor dit onderzoek zijn metingen gedaan bij 15 personen tijdens het hardlopen. Hierbij werden vier soorten hardloopschoenen van PUMA met onderlinge verschillen in de vorm van de loopzool met elkaar vergeleken op stapfrequentie, staplengte en grondcontacttijd. De uitkomstvariabelen zijn gemeten door gebruik te maken van een loopband met daarin een drukmeetplatform verwerkt.

Personen

De deelnemers zijn geworven uit de eigen vrienden- en kennissenkring. Aan dit onderzoek hebben 15 gezonde personen deelgenomen waarvan 8 mannen en 7 vrouwen. In tabel 2 staan een aantal beschrijvende gegevens van de deelnemers weergegeven.

Tabel 2: Beschrijvende gegevens van de deelnemers (n=15)

	Gemiddelde	Standard-deviatie	Minimum	Maximum
Leeftijd (jaren)	22,9	(7,7)	16,5	44,7
Lengte (cm)	176,5	(5,5)	168,0	188,0
Gewicht (kg)	73,2	(9,5)	61,0	95,0
BMI	23,3	(2,1)	20,3	26,9
Snelheid (km/u)	8,5	(0,9)	7,0	10,2

De deelnemers dienden te voldoen aan de volgende inclusie criteria:

- Leeftijd tussen de 16 – 54 jaar
- Sportend (rensport zoals hardlopen, voetbal, hockey, etc.): minimaal tweemaal in de week tenminste 30 minuten
- Schoenmaat 42, omdat de hardloopschoenen door PUMA waren aangeleverd in deze maat.

Deelnemers die voldeden aan de volgende criteria werden geëxcludeerd:

- Deelnemers met een blessure aan het lichaam
- Deelnemers die de afgelopen twee jaar botbreuken of operaties aan de onderste extremiteiten hebben gehad
- Deelnemers met een voet- en/of beengebonden orthese en/of prothese

Meetinstrumenten

- Hardlooppband, Zebris FDM-Maxxus T1 (Zebris® Medical GmbH, Duitsland, 2014).
Het loopoppervlak is 123 cm x 44cm. De bandsnelheid kan tussen 0,8 km/u en 14,0 km/u worden ingesteld en kan met stappen van 0,1 km/u verhoogd of verlaagd worden. Onder het loopoppervlak van de band ligt een drukmeetplatform van 94,8 cm x 40,6 cm. Dit platform bevat 5376 drukmeetsensoren met een plaatresolutie van 1,4 sensoren/cm². Wanneer een deelnemer op de loopband staat of loopt, wordt de druk van de voet op de loopband met een frequentie van 100Hz gemeten.
- Apple IPAD 4, Productieland China Productiejaar 2014,
Deze IPAD heeft een 5 megapixel camera met beeldstabilisator. Bij het opnemen is gebruik gemaakt van de applicatie 'Ubersense'. Deze applicatie is ontwikkeld om opnames vertraagd af te spelen. De videobeelden dienden tevens als back-up, voor wanneer onduidelijkheden zouden ontstaan tijdens het analyseren van de meetgegevens.

Meetprotocol

Voorafgaand aan het onderzoek met de deelnemers is een proefmeting gedaan om het drukplatform in de loopband te testen, te onderzoeken hoe lang één sessie zou duren en om de camerastand te bepalen. Hieruit bleek dat de camera het best aan de zijkant van de loopband kon worden geplaatst, op ongeveer een meter afstand. Tape is aangebracht op de vloer, zodat de IPAD 4 met een 5 megapixel camera bij iedere sessie vanaf hetzelfde standpunt een 2D opname kon maken van de deelnemer in het sagittale vlak. Na deze proefsessie zijn deelnemers gevraagd langs te komen bij de praktijk van Podotherapie van der Kaa te Tilburg om te lopen op de loopband. Bij iedere sessie waren twee medestudenten aanwezig die mede verantwoordelijk waren voor de overeenkomstigheid en daarmee is de betrouwbaarheid van de uitvoering van de meting vergroot.

Iedere deelnemer is gevraagd te verschijnen in sportkleding en met zijn/haar eigen sportschoenen aan. Bij binnenkomst is iedere deelnemer gevraagd naar leeftijd, lengte en gewicht. Vervolgens is iedere deelnemer verzocht te lopen op de loopband zonder helling op de snelheid waarmee de deelnemer doorgaans gewend is te lopen, namelijk de comfortabele loopsnelheid. Deze comfortabele loopsnelheid is met een factor twee vermenigvuldigd waardoor een hardloopsituatie wordt gecreëerd. Deze snelheid is tijdens alle vier de metingen met de vier verschillende schoenomstandigheden gebruikt, waardoor het mogelijk was om de gegevens van de verschillende hardloopschoenen per deelnemer te vergelijken. Deelnemers hebben daarna nog 10 minuten gelopen op de loopband op eigen sportschoenen om op te warmen.

Hierna werd elke deelnemer gevraagd lootjes te trekken met daarop nummers die correspondeerden met de hardloopschoenen. De volgorde van de getrokken nummers bepaalde in welke volgorde de deelnemers de hardloopschoenen zouden dragen, dit is gedaan om randomisatie te creëren.

Elke deelnemer is vervolgens gevraagd het eerste paar hardloopschoenen van PUMA aan te trekken en plaats te nemen op de loopband. Voordat de meting werd gestart, heeft de deelnemer al drie minuten hardgelopen op de loopband, op de snelheid die is bepaald tijdens de warming up, om te wennen aan de te testen hardloopschoen. Na deze drie minuten werd de meting gestart van het drukmeetplatform, gesitueerd in de loopband. Deze meting duurde één minuut, de maximale opnametijd van het drukmeetplatform. Tegelijkertijd werd ook een video-opname gestart om het hardlooppatroon gedurende één minuut vast te leggen.

Na één meting volgde een rustpauze van 5 minuten om op adem te komen en om het volgende paar hardloopschoenen aan te trekken. Deze setting is in totaal vier keer gedaan met steeds een ander paar PUMA hardloopschoenen.

Van één willekeurig deelnemer is op dezelfde dag een herhalingsmeting uitgevoerd, waarbij bovenstaand protocol is herhaald, om de herhaalbaarheid van de metingen (meetprotocol) vast te stellen.

De meetresultaten en de videobeelden van één meting zijn gecodeerd met dezelfde code zodat makkelijk terug te vinden zou zijn welke meting bij welke videobeelden horen.

Datamanagement

Bij het analyseren van de meetresultaten is gekeken naar zowel de linker- als de rechtervoet en hiervan is het gemiddelde genomen. De uitkomstvariabelen zijn dus een gemiddelde van de linker- en de rechtervoet samen. De uitkomstvariabelen zijn stapfrequentie in stappen per minuut, staplengte in centimeters en grondcontacttijd in seconden.

Voor de bepaling van de stapfrequentie is het aantal volledige stappen geteld over de gehele meting van één minuut. Hierbij wordt de tijd genoteerd van het moment van de initial contact van de eerste stap en van de laatst gemeten initial contact; dit om de exacte tijd te achterhalen. Om de stapfrequentie te berekenen worden het aantal volledige stappen gedeeld door de tijd in seconden en daarna vermenigvuldigd met 60 seconden, wat als uitkomst het aantal stappen per minuut geeft. De definitie van één stap is vanaf initial contact van de te meten voet tot initial contact van de contralaterale voet. Het moment van initial contact is bepaald door te kijken naar de meetresultaten van het drukmeetplatform. Wanneer de voet op de loopband terecht is gekomen zal het drukmeetplatform de druk waarnemen, wat het moment van initial contact aanduidde.

Met behulp van de stapfrequentie en de snelheid van de loopband is de staplengte berekend. Eerst is de snelheid van de loopband omgezet van kilometer per uur naar centimeter per seconde. Door dit getal te vermenigvuldigen met 60 is het aantal centimeters per minuut berekend. Hierna is het aantal gelopen meters gedeeld door het aantal stappen per minuut. Dit resulteerde in de staplengte in centimeters.

Voor de bepaling van de grondcontacttijd zijn de meetresultaten van het drukmeetplatform in de loopband geanalyseerd. De grondcontacttijd is de tijd van initial contact tot en met de toe-off tijdens de standfase. Zoals hierboven beschreven staat, is het moment van initial contact bepaald door het moment waarop het drukmeetplatform de eerste druk heeft waargenomen. Het moment van toe-off is bepaald door het moment dat de druk op het platform verdween. Het softwareprogramma dat bij het drukmeetplatform hoort, gaf automatisch de gemiddelde grondcontacttijd van de gehele metingen van één minuut van de linker- en van de rechtervoet. Deze twee grondcontacttijden zijn bij elkaar opgeteld en hiervan is het gemiddelde genomen. De grondcontacttijd is genoteerd in secondes met drie getallen achter de komma.

Data-analyse

Alle hierboven beschreven meetgegevens zijn ingevoerd in IBM SPSS 22.0. Eerst zijn de beschrijvende gegevens van de deelnemers opgevraagd, waarna voor alle variabelen apart de Wilcoxon Signed-Rank Test is uitgevoerd om te bepalen of er significante verschillen aanwezig zijn tussen de vier hardloopschoenen in stapfrequentie, staplengte en grondcontacttijd, waarbij de waarde $p < 0,05$ op een significant verschil duidt.

Ethische aspecten

Alle deelnemers aan dit onderzoek hebben voorafgaand aan dit onderzoek een informatiebrief gekregen waarmee de deelnemers op de hoogte zijn gesteld van de inhoud van het onderzoek en wat er na het onderzoek met de gegevens gedaan zal worden (zie bijlage A). Vervolgens hebben de deelnemers en de onderzoeker een toestemmingsverklaring (zie bijlage B) getekend, waarin de deelnemers toestemmen met het onderzoek en met het opslaan van gegevens.

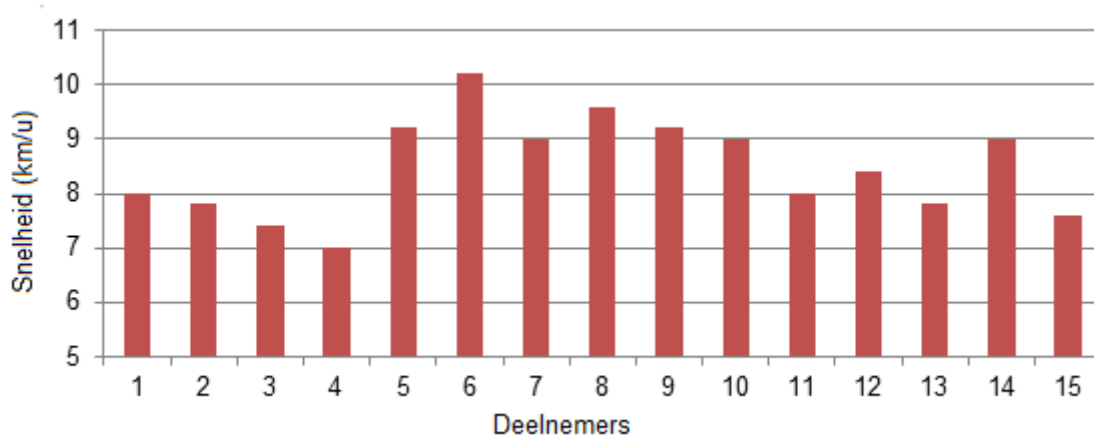
Om anonimiteit te garanderen zijn alle meetopnames per deelnemer gecodeerd met 'S1/2/3.XX' waarbij het S-nummer staat voor het type schoen en de XX staat voor een deelnemer. Verder is ervoor gezorgd dat de camera enkel de benen van de deelnemer in beeld brengt, zodat de deelnemer niet herkend kan worden. De student heeft echter wel een lijst bijgehouden welk nummer met welke deelnemer correspondeert, zodat deelnemers zich op elk moment nog kunnen terugtrekken uit het onderzoek en diens gegevens verwijderd kunnen worden uit het onderzoek.

Resultaten

Algemeen

Alle 15 de deelnemers hebben de metingen zonder problemen afgerond. Bij Deelnemer 12 is na afloop van de metingen gebleken dat bij de metingen met de hardloopschoenen 'Faas 500' en 'Mobium Ride' een misstap is gemaakt op de loopband. Door deze misstappen bij beide metingen heeft de loopband de gegevens van deze metingen niet geregistreerd, waardoor de grondcontacttijden ontbreken van de hardloopschoenen de Faas 500 en de Mobium Ride bij deelnemer 12.

De snelheid waarmee de deelnemers hebben gelopen staan per deelnemer weergegeven in figuur 1. In dit figuur is te zien dat de snelheid waarmee gelopen is per deelnemers varieert. Elke deelnemer heeft tijdens alle vier de metingen dezelfde snelheid aangehouden.

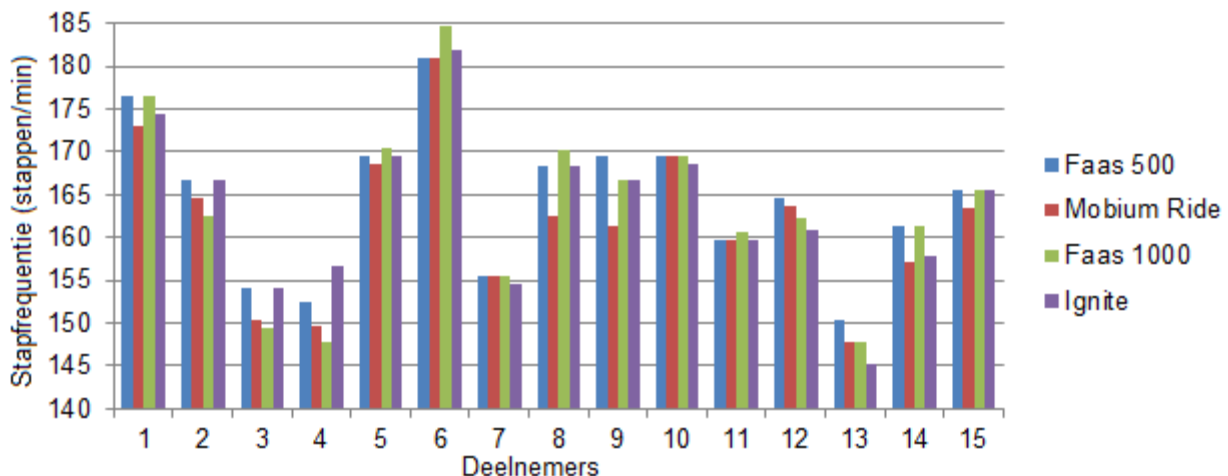


Figuur 1: Snelheid van de deelnemers (km/u)

Alle meetgegevens over de stapfrequentie, staplengte en de grondcontacttijd zijn verwerkt in IBM SPSS Statistics 22.0. Voor die de variabele individueel is de statistische toets 'Wilcoxon Signed-Rank Test' uitgevoerd waarbij $p < 0,05$ een significant verschil aangeeft.

Stapfrequentie

In figuur 2 worden de verschillende stapfrequenties per deelnemer per paar hardloopschoenen weergegeven. Hierin is een wederkerigheid te zien tussen de Faas 500 en de Mobium Ride, waarbij de stapfrequentie bij elke deelnemer hardlopend met de Faas 500 gelijk aan of hoger is dan de stapfrequentie hardlopend met de Mobium Ride. De overige stapfrequenties van de hardloopschoenen komen geheel willekeurig voor zonder dat een terugkerend patroon waarneembaar is.



Figuur 2: Stapfrequentie per paar hardloopschoen per deelnemer (stappen/minuut)

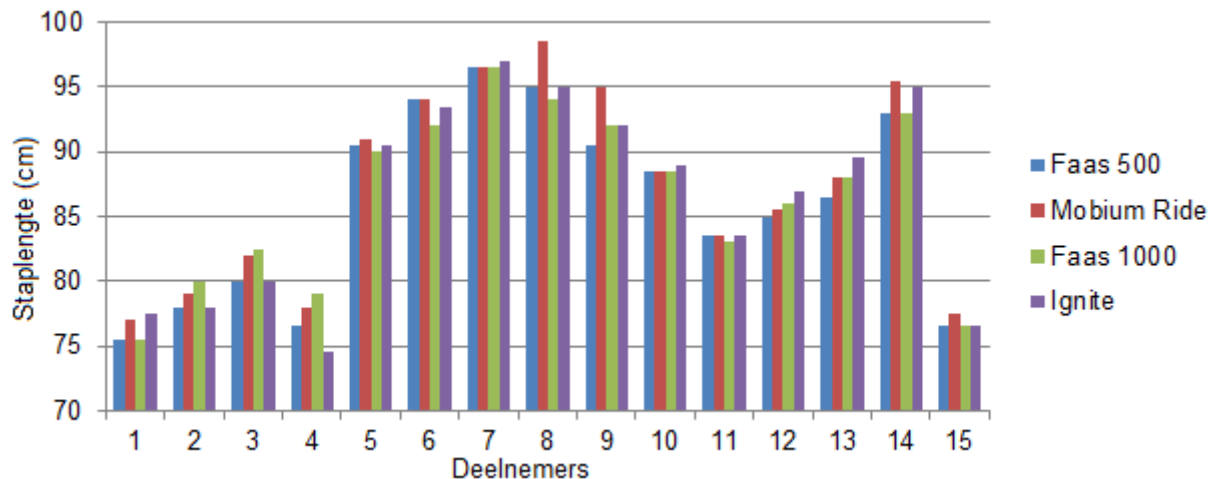
In tabel 3 staan de p-waarden na het uitvoeren van de Wilcoxon Signed-Rank Test. Hierbij zijn de vier hardloopschoenen onderling met elkaar vergeleken en is onderzocht of er een significant verschil aanwezig is in stapfrequentie tussen twee verschillende hardloopschoenen. Er blijkt alleen een significant verschil te bestaan tussen de 'Faas 500' en de 'Mobium Ride' ($p=0,003$). Het vergelijken van andere koppels hardloopschoenen toonde geen significante verschillen in stapfrequentie.

Tabel 3: p-waarde van de Wilcoxon Sigend-Rank Test voor paren bij de stapfrequentie

Vergeleken hardloopschoenen	p-waarde
Faas 500 – Mobium Ride	0,003
Faas 500 – Faas 1000	0,139
Faas 500 – Ignite	0,139
Mobium Ride – Faas 1000	0,060
Mobium Ride – Ignite	0,090
Faas 1000 – Ignite	0,507

Staplengte

In figuur 3 worden de verschillende staplengtes per deelnemer per paar hardloopschoenen weergegeven. Hierin is een wederkerigheid te zien tussen de Faas 500 en de Mobium Ride, waarbij de staplengte bij elke deelnemer hardlopend met de Faas 500 gelijk aan of kleiner is dan de staplengte hardlopend met de Mobium Ride. De overige staplengtes van de hardloopschoenen komen geheel willekeurig voor zonder dat een terugkerend patroon waarneembaar is.



Figuur 3: Staplengte per paar hardloopschoenen per deelnemer (in centimeters)

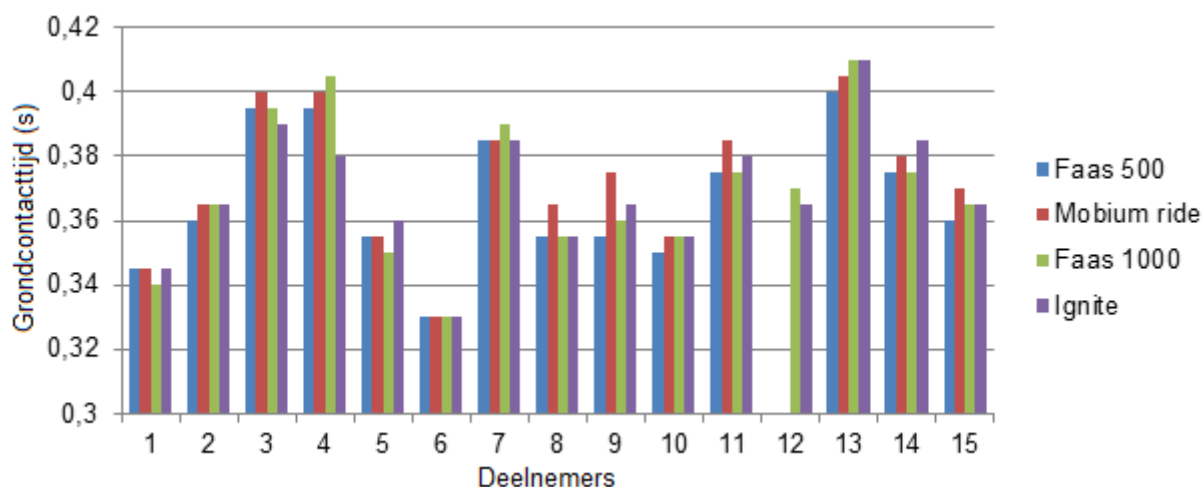
In tabel 4 staan de p-waarden na het uitvoeren van de Wilcoxon Signed-Rank Test. Hierbij zijn de vier hardloopschoenen onderling met elkaar vergeleken en is onderzocht of er een significant verschil aanwezig is in stapfrequentie tussen twee verschillende hardloopschoenen. Er blijkt alleen een significant verschil te bestaan tussen de 'Faas 500' en de 'Mobium Ride' ($p=0,003$). Het vergelijken van andere koppels hardloopschoenen toonde geen significante verschillen in staplengte.

Tabel 4: p-waarde van de Wilcoxon Signed-Rank Test voor paren bij de staplengte

Vergeleken hardloopschoenen	p-waarde
Faas 500 – Mobium Ride	0,003
Faas 500 – Faas 1000	0,167
Faas 500 – Ignite	0,093
Mobium Ride – Faas 1000	0,058
Mobium Ride – Ignite	0,145
Faas 1000 - Ignite	0,461

Grondcontacttijd

In figuur 4 worden de verschillende grondcontacttijden per deelnemer per paar hardloopschoenen weergegeven. Hierin is een wederkerigheid te zien tussen de Faas 500 en de Mobium Ride, waarbij de grondcontacttijd bij elke deelnemer hardlopend met de Faas 500 gelijk aan of lager is dan de grondcontacttijd hardlopend met de Mobium Ride. De overige grondcontacttijden van de hardloopschoenen komen geheel willekeurig voor zonder dat een terugkerend patroon waarneembaar is.



Figuur 4: Grondcontacttijd per paar hardloopschoenen per deelnemer (seconden)

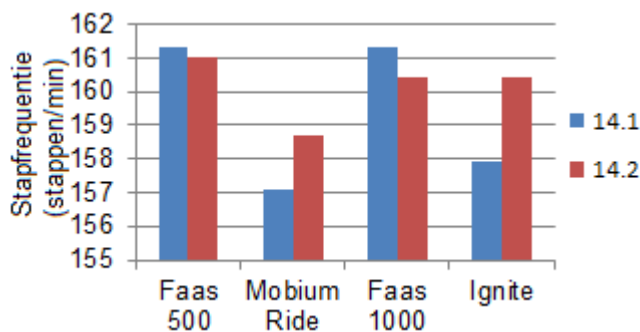
In tabel 5 staan de p-waarden na het uitvoeren van de Wilcoxon Signed-Rank Test. Hierbij zijn de vier hardloopschoenen onderling met elkaar vergeleken en is onderzocht of er een significant verschil aanwezig is in grondcontacttijd tussen twee verschillende hardloopschoenen. Er blijkt alleen een significant verschil te bestaan tussen de 'Faas 500' en de 'Mobium Ride' ($p=0,004$). Het vergelijken van andere koppels hardloopschoenen toonde geen significante verschillen in grondcontacttijd.

Tabel 5: p-waarde van de Wilcoxon Signed-Rank Test voor paren bij de grondcontacttijd

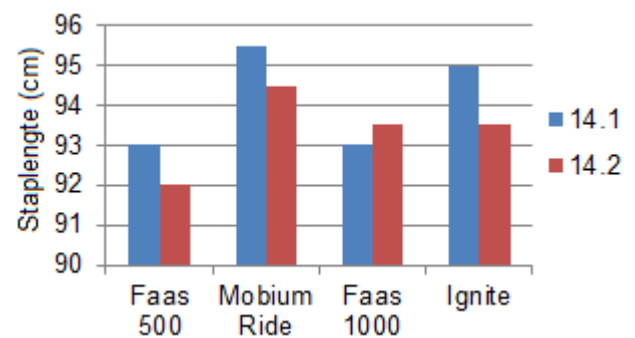
Vergeleken hardloopschoenen	p-waarde
Faas 500 – Mobium Ride	0,004
Faas 500 – Faas 1000	0,070
Faas 500 – Ignite	0,143
Mobium Ride – Faas 1000	0,070
Mobium Ride – Ignite	0,102
Faas 1000 - Ignite	0,713

Herhalingsmeting

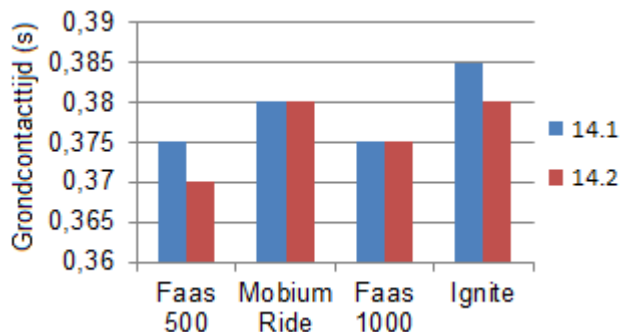
Voor één willekeurige deelnemer is een herhalingsmeting uitgevoerd om te kijken of dezelfde testresultaten naar boven komen wanneer de meting een tweede keer wordt uitgevoerd. In Figuur 5, 6 en 7 zijn de resultaten weergegeven van de originele meting(14.1), die mee zijn genomen in de meetresultaten en van de herhalingsmeting(14.2), waarbij de gegevens niet worden meegenomen in de overige meetresultaten. Wat te zien is dat de resultaten uit de herhalingsmeting niet geheel overeenkomen met de resultaten uit de originele meting. Wel blijft het zelfde dat bij de Faas 500 de stapfrequentie hoger, de staplengte korter en de grondcontacttijd minder is in vergelijking met de Mobium Ride. Bij de grondcontacttijd is nagenoeg geen verschil, het verschil bij de Faas 500 en de Ignite is 0,005 seconden, bij de Mobium Ride en de Faas 1000 geven de metingen de zelfde resultaten. De verschillen in stapfrequentie en in staplengte zijn geheel willekeuring.



Figuur 5: Herhalingsmeting stapfrequentie



Figuur 6: Herhalingsmeting staplengte



Figuur 7: Herhalingsmeting grondcontacttijd

Discussie & aanbevelingen

Het doel van dit afstudeeronderzoek is om te kijken of de vormgeving van de loopzool van de vier hardloopschoenen van PUMA effect heeft op de spatio-temporele variabelen tijdens het hardlopen. Vijftien deelnemers zijn bereid geweest deel te nemen aan dit onderzoek. Zij hebben hardgelopen op een loopband met drukmeetplatform om gegevens over de stapfrequentie, staplengte en grondcontacttijd te verkrijgen. Significante verschillen in stapfrequentie, staplengte en grondcontacttijd bestaan tussen de hardloopschoenen de Faas 500 en de Mobium Ride, tussen de overige hardloopschoenen zijn geen significante verschillen aanwezig in stapfrequentie, staplengte en grondcontacttijd (tabel 3,4 en 5).

Hoewel er significante verschillen bestaan tussen de Faas 500 en de Mobium Ride in stapfrequentie, staplengte en grondcontacttijd, is het moeilijk om precies te zeggen welk vormaspect of welke combinatie van vormaspecten deze significante verschillen veroorzaken. Dit komt doordat de hardloopschoenen verschillen in vormaspecten zoals de hakhoogte, de hoogte bij de voorvoet, de effectieve hakhoogte, de teensprong, de afschuining van de hak, het gewicht en de aanwezigheid van een voetgewelf. Al deze verschillende vormaspecten hebben een eigen invloed op het renpatroon en/of op de spatio-temporele variabelen. Zo wordt in het onderzoek van van McCallion et al. (8) gekeken naar het effect op de spatio-temporele variabelen tijdens het hardlopen met drie verschillende schoentypes, te weten; minimalistische hardloopschoen zonder effectieve hakhoogte, standaard hardloopschoenen met 12mm effectieve hakhoogte en blootvoets. Met een minimalistische hardloopschoen wordt een hardloopschoen bedoeld die het blootvoets hardlopen nabootst, maar wel protectie aan de voet biedt. Uit dit onderzoek blijkt dat het hardlopen op minimalistische hardloopschoenen en zonder schoenen de stapfrequentie verhoogt, de staplengte verkleint en de grondcontacttijd vermindert ten opzichte van het hardlopen met een standaard hardloopschoen (8). Kijkend naar de uitkomsten in dit onderzoek is te zien dat Faas 500 ten opzichte van de Mobium Ride een hogere stapfrequentie (figuur 2), een kleinere staplengte en een verminderde grondcontacttijd heeft. Deze resultaten sluit aan bij het onderzoek van McCallion et al. (8) aangezien de Faas 500 een lagere effectieve hakhoogte heeft dan de Mobium Ride. Daarentegen is de effectieve hakhoogte niet het enige verschil tussen deze twee hardloopschoenen, maar hebben misschien het verschil in teensprong en afschuining van de hak ook invloed op de meetresultaten. Daarom kan niet geconcludeerd worden dat het verschil in effectieve hakhoogte het enige verschil maakt tussen de Faas 500 en de Mobium Ride.

In het onderzoek van Myers KA et al. (9) is gekeken naar het verschil tussen een schoen met een vergrote afgevlakte hak en een vergrote teensprong en een schoen met een vlakke hak en een neutrale teensprong bij het lopen. Hieruit blijkt dat bij het lopen met een schoen met een vergrote afgevlakte hak en een vergrote teensprong een hogere stapfrequentie geeft. Bij het onderzoek is

echter niet apart gekeken naar het effect van de vergrote afgevlakte hak of de vergrote teensprong (9). Bij dit onderzoek heeft de Faas 500 een vergrote afgevlakte hak ten opzichte van de Mobium Ride, maar heeft de Mobium Ride weer een vergrote teensprong ten opzichte van de Faas 500. Hierdoor zijn de resultaten van het onderzoek van Myers KA et al. (9) moeilijk toe te passen op dit onderzoek. Wel zijn de stapfrequenties bij het hardlopen op de Faas 500 gelijk aan of groter dan de stapfrequenties bij het hardlopen met de Mobium ride (figuur 2). Dit zou kunnen betekenen dat het effect van de afvlakking van de hak een groter effect heeft op de stapfrequentie dan de vorm van de teensprong. Daarentegen zijn de afvlakking van de hak en de vorm van de teensprong niet de enige verschillen tussen de hardloopschoenen, dus met zekerheid is dit niet te concluderen. De stapfrequenties bij het hardlopen met de Faas 1000 en de Ignite zijn geheel willekeurig zonder wederkerend patroon (figuur 2), waardoor over deze twee hardloopschoenen geen uitspraak gedaan kan worden. Onderzoek naar het effect van de vorm van de teensprong en/of afvlakking van de hak zou hier meer informatie over kunnen geven.

Bij dit onderzoek is geen rekening gehouden met het verschil in gewicht van de vier hardloopschoenen, wat van invloed zou kunnen zijn op de meetresultaten. Wanneer een schoen zwaarder is, moet het been tijdens de zwaai fase bij het hardlopen meer kracht gebruiken om het been naar voren te zwaaien. In onderzoek van Divert C, et.al.(10) is gekeken naar de invloed van schoenmassa op het hardlopen. Dit onderzoek toonde een klein significant verschil in stapfrequentie, waarbij de stapfrequentie lager en de staplengte hoger werd bij het dragen van zwaardere schoenen (10). Bij het onderzoek van Martin PE. kwam naar voren dat bij het toevoegen van gewicht aan de voet een klein verschil geeft in staplengte, welke groter werd bij een hoger gewicht (11). Echter het verschil in gewicht is bij deze onderzoeken groter dan het verschil in gewicht tussen de hardloopschoenen die gebruikt zijn in het huidige onderzoek. Zo wordt in het onderzoek van Divert C. et al. gebruik gemaakt van schoenen van 150 gram en van 350 gram per schoen (10) en bij het onderzoek van Martin PE. wordt gebruik gemaakt van het toevoegen van 500 gram en 1 kilo (11) waarbij maar kleine verschillen in stapfrequentie en staplengte optraden. Het maximale verschil in gewicht tussen de hardloopschoenen die bij dit onderzoek gebruikt worden is 55 gram (tabel 1). Hierdoor kan gesuggereerd worden dat de invloed van het gewicht verwaarloosbaar is. Echter zou bij een vervolgonderzoek rekening gehouden kunnen worden met het verschil in gewicht van hardloopschoenen door de schoen te verzwaren met bijvoorbeeld loodjes die aan de veters bevestigd kunnen worden, zodat alle hardloopschoenen even zwaar zijn.

Kijkend naar de preventie van blessures zegt het onderzoek van Chumanov ES et al. (5) dat een grotere stapfrequentie een positief effect heeft op de schokabsorptie in het lichaam (lagere stootkrachten) tijdens het hardlopen. Dit komt doordat een grotere stapfrequentie een lagere staplengte als gevolg heeft (5). Dit heeft weer als gevolg dat er verminderde stootkrachten op de knieën en heupen optreden tijdens het hardlopen wat de kans op blessures kleiner maakt (6, 7). Als

gekeken wordt naar dit onderzoek is er een significant verschil aangetoond tussen de Faas 500 en de Mobium Ride bij de stapfrequentie en de staplengte, waarbij de Faas 500 een grotere stapfrequentie en een kleinere staplengte heeft ten opzichte van de Mobium Ride (figuur 3). Dit zou volgens het onderzoek van Chumanov ES et al. (5) betekenen dat de kans op blessures kleiner is bij de Faas 500 dan de Mobium Ride. In vergelijking met de overige hardloopschoenen kan hier geen uitspraak over gedaan worden omdat het per persoon verschilt met welke hardloopschoen de deelnemer een hogere stapfrequentie heeft, met inherent een kleinere staplengte ontstaat.

Dankzij het gebruik van een loopband bij dit onderzoek kon bij elke meting de hardloopsnelheid handmatig worden ingesteld, waardoor het mogelijk was om bij elke meting per persoon dezelfde snelheid te hanteren, waardoor de meetgegevens per deelnemer onderling makkelijk te vergelijken zijn. Daarentegen is het hardlopen op een loopband niet te vergelijken met het hardlopen op een vaste ondergrond. Zo toont onderzoek van Chambon N. et al. (12) dat er een verschil in renpatroon zit tussen het hardlopen op een loopband en op vaste grond. Zo laat het onderzoek zien dat de hoek die de voet met de grond maakt en de hoek in het enkelgewricht bij initial contact lager is bij het hardlopen op een loopband dan bij het hardlopen op een vaste ondergrond. Zo zit er ook een verschil in de hoek van het kniegewricht bij initial contact waarbij het kniegewricht een grotere hoek maakt bij het hardlopen op loopband en een kleinere hoek bij het hardlopen op vaste grond (12).

Ook het onderzoek van Kong PW et al. (13) laat verschillen zien tussen het hardlopen op een loopband en op een vaste ondergrond. Hierbij is gekeken naar de voorkeurssnelheid bij het hardlopen, waarbij blijkt dat de voorkeurssnelheid bij het hardlopen op een loopband lager ligt dan bij het hardlopen op een vaste ondergrond (13). Bij dit onderzoek is de hardloopsnelheid bepaald door de deelnemers eerst hun voorkeurssnelheid bij het wandelen te laten bepalen op de loopband en dit daarna met een factor twee te vermenigvuldigen. Wanneer de voorkeurssnelheid bij het wandelen op een vaste ondergrond bepaald zou zijn, zou dit volgens bovengenoemd onderzoek een hogere snelheid zijn, waardoor de hardloopsnelheid ook hoger zou worden. Deze hogere hardloopsnelheid zou invloed hebben op de stapfrequentie, staplengte en de grondcontacttijd, waardoor andere resultaten uit de metingen zouden komen dan bij het hardlopen op een hardloopband. Hierdoor zijn de gegevens uit dit onderzoek niet van toepassing bij het hardlopen op een vaste ondergrond, maar alleen bij het hardlopen op een loopband.

Alle deelnemers hebben enige ervaring met het hardlopen op een loopband, maar doen dit vaker op vaste grond wat ook hun voorkeur heeft. Bij het onderzoek hebben de deelnemers voor dat een meting gestart werd eerst drie minuten hardgelopen om aan de loopband en aan de hardloopschoen te wennen. In een onderzoek van Putte M. et al. (14) is aangetoond dat een persoon pas na 10 minuten gewend is aan een loopband, waarna een gelijkmatige stapfrequentie met daarbij een gelijkmatige staplengte en grondcontacttijd ontstaat, waardoor een meting van spatio-temporele variabelen betrouwbaarder wordt. Voor deze 10 minuten is het looppatroon nog niet gelijkmatig (14).

Ook in het onderzoek van Lavcanska V et al. (15) is onderzoek gedaan naar de tijd die nodig voor een persoon om te wennen aan een hardloopband, waarna een gelijkmatig looppatroon ontstaat. Hierbij wordt geconcludeerd dat zes minuten nodig zijn voordat het looppatroon gelijkmatig wordt (15). Beide onderzoeken geven een andere tijd om te wennen aan een hardloopband, maar deze tijden zijn beide wel meer dan de gehanteerde drie minuten in dit onderzoek, waardoor getwijfeld kan worden aan de betrouwbaarheid van de resultaten in dit onderzoek. . In een vervolgonderzoek kan hier rekening mee gehouden worden door de deelnemers minimaal zes minuten te laten hardlopen voordat de meting gestart wordt.

Als gekeken wordt naar de resultaten van de herhalingsmeting in figuur 5, 6 en 7 is wel te zien dat de resultaten enige overeenkomsten tonen met de originele meting, maar ook wat verschillen bevatten. Deze verschillen zouden verklaard kunnen worden doordat de deelnemers na drie minuten inlopen nog niet gewend waren aan de loopband, waardoor nog geen gelijkmatig looppatroon aanwezig was, maar ook zou mee kunnen spelen dat het exact reproduceren van passen voor een mens bijna niet mogelijk is, waardoor altijd kleine verschillen bestaan in het looppatroon.

Van de 15 deelnemers was het geslacht bijna gelijk verdeeld, acht mannen en zeven vrouwen. Hierdoor is de kans kleiner dat het geslacht invloed heeft gehad op de verkregen resultaten. Doordat alle deelnemers minimaal tweemaal in de week 30 minuten een sport beoefenen waarbij hardgelopen wordt, waren alle deelnemers conditioneel in orde.

Ondanks dat alle deelnemers ervaring hadden met het hardlopen op een loopband, hebben 11 van de 15 deelnemers aangegeven dat zij een angstig idee hadden dat zij via de achterkant van de loopband af zouden vallen toen zij voor het eerst op de loopband gingen staan. Zij verklaarden dit idee doordat de loopband korter is dan de loopband waarmee zij doorgaans bekend zijn om op te lopen. Ook hadden deze 11 deelnemers het idee dat zij snel te breed zouden lopen waardoor zij op de zijkant(het niet bewegende deel) van de loopband zouden stappen, doordat de loopband smaller is dan zij gewend zijn. Voorafgaand aan de metingen hebben de deelnemers wel eerst een warming up gedaan van 10 minuten op de loopband, waardoor zij hebben kunnen wennen aan de loopband en daarnaast is voorafgaand aan elke meting eerst drie minuten ingelopen op een paar PUMA hardloopschoenen. Doordat na het warmlopen niet meer gevraagd is of het angstig idee van de deelnemers is afgenomen/verdwenen, is het niet zeker te zeggen of deze angst wel of geen invloed heeft gehad op de meetresultaten.

Bij dit onderzoek is niet gekeken of de deelnemers functionele beperkingen, hypermobiliteit of lichamelijke afwijkingen zoals een beenlengteverschil hebben, wat invloed kan hebben op het looppatroon. De kans dat de resultaten hierdoor beïnvloed zijn wordt klein geacht omdat alle deelnemers blessure vrij waren op het moment van deelname en op de video-opnames zijn geen bijzonderheden te zien. Bij mogelijk vervolgonderzoek zou hier wel rekening mee gehouden kunnen worden door de deelnemers voorafgaand aan de metingen te onderzoeken op eventuele functiebeperkingen aan de onderste extremiteiten en/of een beenlengteverschil, waardoor geen afwijkingen in de resultaten hierdoor kunnen ontstaan.

Doordat door PUMA alleen maar hardloopschoenen in maat 42 werden aangeleverd heeft dit gekort op het zoeken naar deelnemers voor het onderzoek. Ook hebben is hierdoor de vraag of de meetgegevens ook van toepassing zijn op personen met een kleinere of grotere voetmaat. Aanbevelingen voor vervolgonderzoek zou zijn om hardloopschoenen in meerdere maten te gebruiken, waardoor een grotere groep mensen kan worden geïnccludeerd en waardoor kan worden onderzocht of schoenmaat ook invloed heeft op het hardlopen. Daarnaast zijn de gegevens van dit onderzoek niet van toepassing op andere hardloopschoenen van PUMA en andere merken, omdat dit onderzoek is gedaan over vier specifieke hardloopschoenen van PUMA, die elk van elkaar verschillen op meerdere vormaspecten.

In dit onderzoek hebben 15 personen deelgenomen, wat voor een kwantitatief experimenteel onderzoek een kleine steekproef is. Hierdoor is het moeilijk om een significant verschil aan te tonen (16). Zo zijn bij dit onderzoek een aantal resultaten niet significant; het verschil in stapfrequentie tussen de Faas 1000 en de Mobium Ride ($p = 0,058$) (tabel 3), het verschil in staplengte tussen de Faas 1000 en de Mobium Ride ($p = 0,060$) (tabel 4), het verschil in grondcontacttijd tussen de Faas 1000 en de Mobium Ride ($p = 0,070$) en tussen de Paas 500 en de Faas 1000 ($p = 0,070$) (tabel 5). Wanneer de metingen gedaan zouden worden bij een grotere steekproef is de kans aanwezig dat hier een duidelijker beeld geschetst wordt of er tussen de Faas 1000 en de Mobium Ride significante verschillen bestaan in stapfrequentie, staplengte en grondcontacttijd en tussen de Faas 500 en de Faas 1000 een significant verschil bestaat in grondcontacttijd.

Een aanbeveling voor PUMA en voor vervolgonderzoek is om de focus te leggen op één vormaspect, zoals de effectieve hakhoogte, de teensprong of de afschuining van de hak, waarbij de hardloopschoenen die onderling vergeleken worden alleen in het desbetreffende vormaspect verschillen om zo een conclusie te kunnen trekken over dit vormaspect.

Praktische relevantie voor het werkveld is bij dit onderzoek moeilijk vast te stellen omdat het onderzoek gedaan is naar vier specifieke hardloopschoenen van PUMA, die onderling verschillen in meerdere vormaspecten. Doordat elk vormaspect een andere invloed heeft op het looppatroon is de terugkoppeling naar blessure preventie lastig te leggen. Als in vervolgonderzoeken de vormaspecten apart van elkaar onderzocht worden is hier meer over te zeggen, waardoor het voor het werkveld relevant is voor het geven van schoenadviezen bij sporters/hardlopers.

Conclusie

Dit onderzoek laat zien dat een significant verschil aanwezig is, zowel bij de stapfrequentie, de staplengte en de grondcontacttijd tussen de Faas 500 en de Mobium Ride. Waarbij de stapfrequentie gelijk aan/hoger is, de staplengte gelijk aan/kleiner is en de grondcontacttijd gelijk aan/minder is bij de Faas 500 ten opzichte van de Mobium ride. Hierdoor kan geconcludeerd worden, dat op basis van een grotere stapfrequentie en een kleinere staplengte een verminderde kans op blessures geeft, dat de Faas 500 hierbij in zijn voordeel is ten opzichte van de Mobium Ride.

Precieze samenhang tussen de vormaspecten en de genoemde spatio-temporele variabelen kunnen niet vastgesteld worden, doordat de vier PUMA hardloopschoenen qua vormaspecten gezien onderling verschillen in: hak hoogte, hoogte in de voorvoet, effectieve hakhoogte, aanwezigheid voetgewelf, teensprong, afschuining van de hak en gewicht. Hierdoor is het niet mogelijk om een conclusie te kunnen trekken over welk vormaspect welke invloed heeft op de spatio-temporele variabelen tijdens het hardlopen.

Literatuurlijst

1. PUMA. History 2015 [cited 2015 02-04]. Available from: <http://about.puma.com/en/this-is-puma/history>.
2. Lieberman DE, Venkadesan M, Werber WA, Daoud AL, Pitsiladis Y. Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*. 2010;28:531-5.
3. Sociaal en Cultureel Planbureau. Rapportage sport 2014. Den Haag: SCP, 2014.
4. Schubert AG, Kempf J, Heiderscheit BC. Influence of Stride Frequency and Length on Running Mechanics: A Systematic Review. *SPORTS HEALTH*. 2014;6(3):210-7.
5. Chumanov ES, Wille CM, Michalski MP, Heiderscheit BC. Change in muscle activation patterns when running step rate is increased. *Gait & Posture*. 2012;36:231-5.
6. Lenhart RL, Thelen DG, Wille CM, Chumanov ES, Heiderscheit BC. Increasing Running Step Rate Reduces Patellofemoral Joint Forces. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2014;46(3):557-64.
7. Heiderscheit BC, Chumanov ES, Michalski MP, Wille CM, Ryam MB. Effect of Step Rate Manipulation on Joint Mechanics during Running. *Med Sci Sport Exerc*. 2011;43(2):296-302.
8. McCallion C, Done B, Flemming N, Blanksby B. Acute Differences in Foot Strike and Spatiotemporal Variables for Shod, Barefoot of Minimalist Male Runners. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2014;13:280-6.
9. Myers KA, Long JT, Klein JP, Wertch JJ, Janisse D, Harris GF. Biomechanical implications of the negative heel rocker sole shoe: gait kinematics and kinetics. *Gait & Posture*. 2006;24(3):323-30.
10. Divert C, Mornieux G, Freychat P, Baly L, Mayer F, Belli A. Barefoot-Shod Running Differences: Shoe or Mass Effect. *International Journal of Sports Medicine*. 2008;29(6):512-8.
11. Martin PE. Mechanical and physiological responses to lower extremity loading during running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1985;17(4):427-33.
12. Chambon N, Delattre N, Guéguen N, Berton E, Rao G. Shoe drop has opposite influence on running pattern when running overground or on a treadmill. *European Journal of Applied Physiology*. 2015;115(5):911-8.
13. Kong PW, Koh TM, Tan WC, Wang YS. Unmatched perception of speed when running overground and on a treadmill. *Gait & Posture*. 2012;36(1):46-8.
14. Van de Putte M, Hagemeister N, St-Onge N, Parent G, de Guise JA. Habituation to treadmill walking. *Bio-Medical Materials & Engineering*. 2006;16(1):43-52.
15. Lavcanska V, Taylor NF, Schache AG. Familiarization to treadmill running in young unimpaired adults. *Human Movement Science*. 2005;24(4):544-57.
16. Pallant J. SPSS survival manual: a step by step guide to data analysis using IBM SPSS. London: Open University Press; 2007.

Bijlages.

Bijlage A: Informatiebrief.

Informatiebrief onderzoek PUMA hardloopschoenen

Geachte heer/mevrouw,

Mijn naam is Sander van Remunt en ik ben een vierdejaars podotherapie student. Momenteel ben ik bezig met mijn afstudeeronderzoek waarbij ik zelf een onderzoek opzet. Het onderwerp van het onderzoek heeft betrekking op verschillende soorten zooltypen bij hardloopschoenen van PUMA. Ik ga hierbij onderzoeken het effect is van vier PUMA hardloopschoenen, met onderling verschillende zooltypen, op de stapfrequentie, staplengte en de grondcontacttijd tijdens het hardlopen.

Wat is het doel van het onderzoek?

Het doel van het onderzoek is om meer inzicht te krijgen wat het effect is van de vier PUMA hardloopschoenen, met onderling verschillende zooltypen, kijkende naar de stapfrequentie, staplengte en de grond contacttijd. De uitkomsten van het onderzoek kunnen door PUMA worden meegenomen in het proces voor het ontwikkelen van nieuwe hardloopschoenen. Daarnaast kan het voor podotherapeuten ook meer inzicht geven in hardloop schoenen en kunnen zij hierdoor hardlopers beter helpen met het adviseren van de juiste hardloopschoen. Dit in kader van blessure preventie, wat mogelijk weer tot medische kostenreductie leidt.

Wat betekent deelname voor u?

Het onderzoek zal plaatsvinden van 11 mei tot en met 21 mei 2015. Het onderzoek duurt ongeveer 45 minuten. Ik zal persoonlijk met u een afspraak maken. Voor het onderzoek start wordt u gevraagd een toestemmingsformulier te tekenen. Hiermee stemt u in dat u meewerkt aan het onderzoek en dat u op de hoogte bent van wat het onderzoek inhoudt. Het onderzoek vindt plaats op een hardloopband voorzien van een drukmeetmat onder de loopband. De snelheid waarmee u gaat hardlopen tijdens het onderzoek wordt bepaald aan de hand van uw comfortabele loopsnelheid. Eerst wordt uw comfortabele loopsnelheid bepaald op de hardloopband, deze wordt vervolgens vermenigvuldigd met de factor 2 om een hardloop situatie te creëren. Deze snelheid wordt vervolgens voor alle de metingen gehanteerd. Tijdens het onderzoek zal u vier maal ongeveer 5 minuten op een loopband hardlopen, met steeds een ander paar schoenen. Er zullen video opnames worden gemaakt terwijl u hardloopt. De eerste 3 minuten zijn om te wennen aan de schoenen. Daarna zal de opname en de meting starten, dit zal ongeveer 1 minuut duren. De opnames worden van de zijkant van uw benen/voeten gemaakt worden, zodat u onherkenbaar wordt opgenomen.

Wat gebeurt er al u niet meer wilt deelnemen aan het onderzoek?

Deelnemen aan dit onderzoek is geheel vrijwillig. Mocht u tijdens het onderzoek besluiten om niet meer deel te willen nemen aan het onderzoek kunt u dit gewoon aangeven. U hoeft hiervoor geen reden te noemen waarom u de deelname zou willen beëindigen en heeft ook geen verdere gevolgen voor u.

Wat gebeurt er als het onderzoek afgelopen is?

Als het onderzoek is afgelopen, zullen uw meetresultaten worden geanalyseerd en de gevonden gegevens zullen worden verwerkt in een onderzoeksverslag. Ook zal dit verslag gepresenteerd worden.

Wat gebeurt er met uw gegevens?

Als de experimenten zijn afgelopen, zullen de data anoniem worden geanalyseerd en de gevonden gegevens zullen worden verwerkt in een onderzoeksverslag. Ook zal dit verslag gepresenteerd worden.

Ik ben verplicht uw gegevens van de meetresultaten 15 jaar, geanonimiseerd, te bewaren. Hiervoor geeft u toestemming als u deelneemt aan dit onderzoek.

Zijn er extra kosten wanneer u besluit aan dit onderzoek mee te doen?

Er zijn vanzelfsprekend geen kosten verbonden aan deelname aan het onderzoek behalve eventuele reiskosten.

Wilt u verder nog iets weten?

Voor extra informatie kunt u contact opnemen met de onderzoeker (contact gegevens onderaan).

Onderzoeker

Sander van Remunt

s.vanremunt@student.fontys.nl

Bijlage B: Toestemmingsformulier.

Toestemmingsformulier onderzoek hardlopen met verschillende zooltypen.

Ik heb de overhandigde informatiebrief gelezen. Ik kon (eventueel) aanvullende vragen stellen als mij iets niet duidelijk was. Mijn vragen zijn beantwoord en de informatie is duidelijk. Ik heb genoeg tijd gehad om te overwegen of ik zou meewerken. Ik weet dat deelname geheel vrijwillig is en dat ik op ieder moment kan beslissen om niet meer mee te willen werken, zonder daar een reden voor op te geven.

Ik weet dat sommige mensen mijn gegevens kunnen zien. Die mensen staan vermeld in de informatiebrief.

Ik geef ook toestemming om mijn gegevens te bewaren voor een periode van 15 jaar.

Ik ben ermee akkoord om deel te nemen aan dit onderzoek.

Naam deelnemer:

Handtekening:

Datum: __/__/__

Ik verklaar hierbij dat ik deze proefpersoon volledig heb geïnformeerd over het genoemde onderzoek.

Als er tijdens het onderzoek informatie bekend wordt die de toestemming van de proefpersoon zou kunnen beïnvloeden, dan breng ik hem/haar daarvan tijdig op de hoogte.

Naam onderzoeker:

Handtekening:

Datum: __/__/__