



# Dokter welke hardloopschoenen moet ik kopen?

## Een casestudy ter illustratie van de stand van de wetenschap

door luitenant-kolonel-arts prof. dr. W.O. Zimmermann<sup>a</sup>, H. Heskamp<sup>b</sup>, dr. E.W.P. Bakker<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Senior sportarts bij Trainingsgeneeskunde en Trainingsfysiologie van de Koninklijke Landmacht (TGTF), Utrecht; tevens Professor (adjunct) of Military Medicine, Uniformed Services University of the Health Sciences, Bethesda, Maryland, USA.

<sup>b</sup> Specialist hardloopenalyses, LaFoot, Hilversum.

<sup>c</sup> Epidemioloog, Universiteit van Amsterdam, afdeling klinische epidemiologie, biostatistiek en bio-informatica.

Artikel ontvangen december 2022.

## Samenvatting

### Inleiding

**Zorgverleners krijgen regelmatig de vraag welke hardloopschoenen een patiënt moet kopen. Dit artikel beschrijft de resultaten van een casestudy naar subjectieve schoenkeuze: is het mogelijk om hardloopschoenen te selecteren die blessures voorkomen?**

### Casestudy

**Een recreatieve hardloper loopt op tien paar verschillende hardloopschoenen, op militaire laarzen en op blote voeten op een loopband in een looplaboratorium. De snelheid is steeds acht km/uur, er is geen helling. Er worden zestien biomechanische parameters gemeten, die mogelijk een relatie hebben met hardloopblessures, waaronder: stapgrootte, stapfrequentie, contacttijd en vliegtijd, voetplaatsing en krachten van de grond. De drie meetinstrumenten zijn een draagbare sensor op de tibia en op de voetrug en een optisch meetsysteem geplaatst aan weerszijden van de loopband. De proefpersoon heeft alle hardloopschoenen beoordeeld op comfort.**

### Resultaten

**Elk paar hardloopschoenen geeft steeds een verandering (mix) van de waarden van de zestien parameters. De meetwaarden op de verschillende hardloopschoenen tonen grote overeenkomsten, met enkele uitschieters. De meetwaarden op de militaire laarzen vielen bij negen van zestien parameters (56%) buiten het bereik (minimum-maximum) van de meetwaarden op hardloopschoenen en de meetwaarden op blote voeten tien van zestien maal (63%). De score voor comfort is niet eenvoudig te verklaren met de biomechanische metingen.**

### Conclusie

**Bij hardlopen op verschillende hardloopschoenen, wijzigt de proefpersoon onbewust de hardlooptechniek steeds in geringe mate. Hardlopen op militaire laarzen en op blote voeten geeft afwijkende meetwaarden ten opzichte van hardlopen op hardloopschoenen. Er is geen eenvoudige biomechanische verklaring voor de subjectieve schoenkeuze van een proefpersoon. Het voorschrijven van hardloopschoenen om blessures te voorkomen kan nog niet op basis van sterk wetenschappelijk bewijs. Praktische adviezen voor schoenkeuze zijn: loop hard op de schoenen in de winkel, kies de schoenen die 'lekker lopen' en houd rekening met de eigen hardlooptechniek.**

## Inleiding

Hardlopen op hardloopschoenen en op laarzen is een vast onderdeel van de militaire training en het beroep. De Commandant der Strijdkrachten heeft in een nota van zomer 2022 bepaald dat alle militairen en reservisten voortaan op kosten van Defensie een keer per jaar een nieuw paar hardloopschoenen mogen aanschaffen<sup>1</sup>.

Hardlopen wordt gezien als een bron van overbelastingsblessures van de onderste extremiteit door de krachten van de spieren en pezen op het skelet, maar ook door de grondreactiekrachten die kunnen oplopen tot 1,5 maal het lichaamsgewicht bij wandelen en 2,9 maal het lichaamsgewicht

bij hardlopen<sup>2</sup>. De afdeling Trainingsgeneeskunde en Trainingsfysiologie (TGTF) van de Koninklijke Landmacht heeft een doorlopende onderzoekslijn 'Onderbeenklachten'. De afgelopen jaren was de aandacht gericht op het verbeteren van de zorg voor militairen die waren uitgevallen met overbelastingsblessures van de onderbenen. Dit heeft geleid tot een verbetering van de resultaten van de conservatieve behandelprogramma's en een sterke vermindering van het aantal operaties van de onderbenen<sup>3</sup>.

Sinds 2019 is de aandacht bij TGTF echter aan het verschuiven naar de preventie van hardloopblessures van de gehele onderste extremiteit. De volgende vraag komt daarbij op: Is het mogelijk om overbelastingsblessures veroorzaakt door hardlopen op hardloopschoenen en militaire laarzen helemaal te voorkomen? Onderzoek naar de mechanische belasting van de onderste extremiteit bij gezonde proefpersonen tijdens het marcheren en hardlopen is daarom gestart.

Halverwege de jaren 70 werden de nu bekende hardloopschoenen geïntroduceerd. Daarvoor sportten en trinden atleten en militairen op sportschoenen met dunne zolen zonder schokdemping. Momenteel zijn heel veel verschillende hardloopschoenen te koop. In de literatuur wordt onderscheid gemaakt tussen traditionele hardloopschoenen, corrigerende en stabiliserende hardloopschoenen (bijv. met een antipronatievoorziening) en minimalistische hardloopschoenen. Dit zijn 'schoenen die de natuurlijke beweging van de voet zo min mogelijk verstoren door grote flexibiliteit, een gering hak-teen-hoogteverschil, een gering gewicht en geringe zooldikte en het ontbreken van corrigerende of stabiliserende onderdelen<sup>4</sup>. Daarnaast zijn er nog schoenen met extra ingebouwde technologie (bijv. een carbonvezelplaat), een extreme vorm, zoals een oplopende voorvoet, of een ontbrekende hak<sup>5</sup>.

Al sinds de jaren 80 wordt onderzoek gedaan naar de mogelijke relatie tussen hardloopschoenen en blessures en zijn er meerdere biomechanische studies uitgevoerd waarin verschillende schoentypen met elkaar werden vergeleken<sup>6</sup>. De belangrijkste conclusie is dat het type schoeisel de manier van hardlopen wel beïnvloedt, maar een verband tussen hardloopschoenen en blessures is tot op heden niet met overtuigend wetenschappelijk bewijs aangetoond<sup>6</sup>. Wellicht omdat in de blessure-incidentiestudies vaak geen rekening werd gehouden met de hardlooptechniek van de proefpersonen, terwijl de hardlooptechniek mogelijk ook een belangrijke factor is bij het ontstaan van hardloopblessures<sup>7</sup>.

Over hardlopen op militaire laarzen is veel minder bekend. Een van de eerste studies die hardlopen op hardloopschoenen vergeleek met hardlopen op militaire laarzen, met als doel het terugdringen van overbelastingsblessures van militairen, dateert van 1982<sup>8</sup>. Er is tot op heden nog geen eensluidend beeld van hardlopen op militaire laarzen biomechanisch weinig<sup>9</sup> of juist aanzienlijk verschilt van hardlopen op hardloopschoenen<sup>10,11</sup>.

Artsen en fysiotherapeuten in de militaire gezondheidszorg krijgen regelmatig te maken met de vraag welke hardloopschoenen moeten worden gekocht. Nu militairen elk jaar op kosten van Defensie een paar hardloopschoenen mogen kopen is de kans groot dat deze vraag steeds vaker gesteld zal worden. Bij de sportarts zit vaak in deze vraag besloten met welke hardloopschoen de minste kans op een (her)blessure bestaat. Uit het voorgaande werd al duidelijk dat de hardloopschoenen en de hardlooptechniek een rol kunnen spelen bij het ontstaan van hardloopblessures. Daarom is het doel van dit verkennende onderzoek bij een gezonde proefpersoon te meten hoe de hardlooptechniek en de biomechanische belasting van het hardlopen worden beïnvloed door het dragen van verschillende, populaire hardloopschoenen die op dit moment in de winkels verkrijgbaar zijn. Aan de proefpersoon zal worden gevraagd de hardloopschoenen te scoren op comfort tijdens het hardlopen. Om het onderzoek extra interessant te maken voor militaire zorgverleners zijn ook metingen verricht op de militaire laarzen die in 2021 en 2022 door Defensie in grote aantallen zijn verstrekt (merk Haix) en op blote voeten.

## Methodiek

Dit onderzoek is een casestudy op initiatief van de afdeling TGTF van de Koninklijke Landmacht. De metingen zijn verricht in een professioneel looplaboratorium van LaFoot in Hilversum. De proefpersoon heeft toestemming gegeven voor anonieme verwerking van de meetgegevens in een openbaar verslag.

## De proefpersoon

De proefpersoon is een recreatieve hardloper (niet-militair) met drie jaar hardloopervaring. Zijn leeftijd is 28 jaar, lengte 175 cm, gewicht 70 kg. Hij omschrijft zijn hardlooptechniek als 'midvoetlander'. Hij is blessurevrij ten tijde van de metingen en heeft geen hardloopblessures in de voorgeschiedenis.

## De hardloopschoenen en de metingen

De proefpersoon heeft op tien paar verschillende hardloopschoenen, militaire laarzen van het merk Haix en op blote voeten hardgelopen (twaalf loopsituaties) op een lamellen loopband (Sprintex, Callis Ortho, Kleines Wiesenthal, Duitsland). Alle hardloopschoenen vallen in de categorie 'neutraal, zonder correctie'. De merktekens op de hardloopschoenen waren niet afgeplakt, de proefpersoon wist op welke schoenen hij liep, er werd geen blinding toegepast. Voor analyse zijn alleen de meetwaarden van het rechterbeen genomen. De duur van de looptest was steeds vier minuten, zodat de proefpersoon enige geweningstijd had, de meetwaarden zijn opgenomen in de laatste minuut. De snelheid van de loopband was altijd acht km/uur. De twaalf testen zijn uitgevoerd verspreid over zes testdagen, steeds twee testen per dag, met tenminste dertig minuten pauze ertussen, in de zomer van 2022. Er was geen vooraf bepaalde strategie voor de volgorde van het testen van de hardloopschoenen, de testen op blote voeten en op laarzen vonden plaats op de zesde testdag. De instructie voor de proefpersoon wijzigde niet: 'loop zoals jij lekker vindt'. De fysieke belasting voor de proefpersoon van deze serie metingen is door de onderzoekers ingeschat als zeer licht, zodat vermoeidheid geen rol zou spelen.

## De meetinstrumenten

Het onderzoek is uitgevoerd met drie meetinstrumenten, twee draagbare sensoren op het lichaam en een optisch meetsysteem geplaatst aan weerszijden van de loopband. De draagbare sensoren kunnen krachten, versnellingen en posities meten, omdat een combinatie van metertjes



**Afb. 1: De Sensorun-sensor, geplaatst op de proximale tibia.** Foto: LaFoot, Hilversum.

is ingebouwd (accelerometer, gyroscoop etc.). Ze zijn klein en kunnen eenvoudig aan een lichaamsdeel of schoen worden bevestigd. De sensoren kunnen onder andere de schokbelasting van het lichaam meten (uitgedrukt in 'g') en kunnen gebruikt worden bij onderzoek naar de belasting van hardlopen onder verschillende omstandigheden<sup>12</sup>.

De Sensorun-sensor (Sensorun, Tübingen, Duitsland) werd op de tibia geplaatst, net onder de knie (Afb. 1). Het is bekend dat een sensor geplaatst net onder de knie minder schokbelasting registreert dan een sensor geplaatst net boven de enkel<sup>13</sup>. Met de Sensorun-sensor zijn drie parameters gemeten: tibiale schok (g), tijd tot maximale tibiale schok (milliseconden) en maximale endorotatie van de tibia (graden). Een beperkte literatuurzoekactie leverde geen validiteitsonderzoek van de Sensorun-sensor op.



De Runscribe-sensor (Runscribe, San Francisco, Californië, Verenigde Staten) werd geplaatst op de voetrug (op de hardloopschoenen en de laarzen vastgemaakt aan de veters) en op de blote voet (vastgemaakt met een elastisch bandje) (Afb. 2 en 3).



**Afb. 2:** Het optische meetsysteem Optojump (gele balken), geplaatst aan weerszijden van de loopband met lamellen. De blauwe Runscribe-sensor (zie ook Afb. 3) is nog net zichtbaar op beide laarzen, vastgemaakt aan de veters. Let op: De afbeelding toont een militair (niet de proefpersoon) met een duidelijke haklanding op laarzen. Foto: LaFoot, Hilversum.

De volgende zes parameters zijn gemeten: totale schok (g), verticale krachten (g), horizontale krachten (g), voetplaatsing (1-16), de maximale pronatie van de voet (graden) en de leg spring stiffness (kN/m).

De Runscribe-score voor voetplaatsing (vergelijkbaar met de landingsindex) wordt uitgedrukt op een schaal van 1-16, met de volgende waardering: haklander 0-6, midvoetlander 6-12, voorvoetlander 13-16. De definitie van leg spring stiffness is de kracht die nodig is om het been een meter in te drukken in het midden van de

standfase tijdens hardlopen, als het hele been wordt vergeleken met een veersysteem. Leg spring stiffness wordt bepaald door de spierspanning en de stand van de gewrichten in het hele been en uitgedrukt in kilo Newton per meter. In de verticale richting (op en neer) geeft leg spring stiffness een indruk van de beweging van het lichaamszwaartepunt tijdens de contactfase van een been bij het hardlopen<sup>14</sup>. De validiteit van de Runscribe-sensor is voor gebruik tijdens hardlopen in ten minste twee onderzoeken vergeleken met laboratoriummeetinstrumenten<sup>12,15</sup>.

Het Optojump optisch meetsysteem (Microgate, Bolzano, Italië) bestaat uit een zend- en ontvangbalk (Afb. 2 en 3). Elke balk bevat 96 leds per meter. De leds op de zendbalk communiceren continu met die op de ontvangende balk. Het systeem detecteert eventuele onderbrekingen in de communicatie tussen de balken en berekent de duur ervan. Dit maakt het mogelijk om vlieg- en contacttijden te meten met een nauwkeurigheid van 1/1000 van een seconde. Het systeem is in dit onderzoek gebruikt om zeven parameters te meten: stapgrootte (cm), stapfrequentie (stappen per minuut), contacttijd (milliseconden), contacttijd als percentage van staptijd (%), vluchttijd (milliseconden), vluchttijd als percentage van staptijd (%) en



**Afb. 3:** De tien paar hardloopschoenen en de Haix laarzen die zijn vergeleken in deze casestudy. Op de voorgrond de sensoren van Sensorun (rood) en Runscribe (blauw). Op de achtergrond het optische meetsysteem Optojump (gele balken). Foto: LaFoot, Hilversum.

landingshoek (graden). De validiteit van het Optojump optisch meetsysteem is meerdere malen onderzocht, ook zoals toegepast in dit onderzoek, liggend aan weerszijden van een loopband<sup>16</sup>.

Aan de proefpersoon zal worden gevraagd alle hardloopschoenen op negen items verbaal te scoren met een geheel cijfer op een schaal van 0 tot 10: 1. Voorvoetdemping; 2. Hakdemping; 3. Voetbooghoogte; 4. Hakhoogte; 5. Hakbreedte; 6. Voorvoetbreedte; 7. Schoenlengte; 8. Medio-laterale controle (stabiliteit); 9. Overall comfort. Deze methode is eerder gebruikt<sup>17</sup>.

## Analyse van de meetwaarden

De meetwaarden worden beschrijvend gepresenteerd, omdat het één proefpersoon betreft worden geen statistische berekeningen uitgevoerd.

Loopsituatie	Stap-grootte cm	Stap-frequentie min	Contact-tijd msec	Contact T % van staptijd	Vlucht-tijd msec	Vlucht T % van staptijd	Landings- hoek graden
1 Asics Pursue	77	177	212	61	134	39	6,8
2 Asics Nimbus 24	80	167	234	65	127	35	5,8
3 Asics Nimbus 23 Boston	78	171	230	65	123	35	5,6
4 4T2 Weekdays	83	162	231	62	141	38	6,8
5 Topo Fli Lyte	81	164	256	70	111	30	4,3
6 Kiprun KS900	80	168	235	65	124	35	5,5
7 On Cloudflyer	80	166	235	65	128	35	5,8
8 Brooks Ghost 14	78	171	228	65	125	35	5,6
9 Saucony Endorphin	79	169	234	66	123	34	5,4
10 Hoka Bondi 7	80	167	243	68	117	33	4,9
Hardloopschoenen (gemm)	80	168	234	65	125	35	5,7
Hardloopschoenen (min:max)	77:83	162:177	212:256	61:70	111:141	30:39	4,3:6,8
11 Militaire laars Haix	80	166	216	60 <sup>#</sup>	146 <sup>#</sup>	40 <sup>#</sup>	7,5 <sup>#</sup>
12 Blote voeten	78	170	245	70	107 <sup>*</sup>	30	4,1 <sup>*</sup>

gemm = gemiddelde meetwaarde

<sup>#</sup> = meetwaarde van de laars is buiten het min-max bereik van de hardloopschoenen

<sup>\*</sup> = meetwaarde van de blote voeten is buiten het min-max bereik van de hardloopschoenen

**Tabel 1: Meetwaarden Optojump; een proefpersoon loopt op 8 km/uur, op een loopband, op tien paar verschillende hardloopschoenen, op laarzen en op blote voeten.**

Loopsituatie	Tibiale schok g	Tijd tot max. tibiale schok msec	Max. tibiale endorotatie graden
1 Asics Pursue	5,6	32	4,0
2 Asics Nimbus 24	4,4	45	5,1
3 Asics Nimbus 23 Boston	5,1	48	4,1
4 4T2 Weekdays	4,8	49	8,0
5 Topo Fli Lyte	5,0	42	13,1
6 Kiprun KS900	4,9	93	10,0
7 On Cloudflyer	4,5	42	11,8
8 Brooks Ghost 14	4,9	44	9,5
9 Saucony Endorphin	4,7	43	10,2
10 Hoka Bondi 7	4,5	39	9,1
Hardloopschoenen (gemm)	4,8	48	8,5
Hardloopschoenen (min:max)	4,4:5,6	32:93	4,0:13,1
11 Militaire laars Haix	4,4	172 <sup>#</sup>	7,5
12 Blote voeten	7,4 <sup>*</sup>	98 <sup>*</sup>	17,0 <sup>*</sup>

gemm = gemiddelde meetwaarde

<sup>#</sup> = meetwaarde van de laars is buiten het min-max bereik van de hardloopschoenen

<sup>\*</sup> = meetwaarde van de blote voeten is buiten het min-max bereik van de hardloopschoenen

**Tabel 2: Meetwaarden Sensorun (plaatsing op de tibia); een proefpersoon loopt op 8 km/uur, op een loopband, op tien paar verschillende hardloopschoenen, op laarzen en op blote voeten.**

Loopsituatie	Totale schok g	Verticale krachten g	Horizontale krachten g	Voet-plaatsing 1-16	Max. pronatie voet graden	Leg spring stiffness kN/m
1 Asics Pursue	8,9	5,0	7,3	15,1	10,9	12,3
2 Asics Nimbus 24	8,7	4,8	7,2	14,8	16,0	11,2
3 Asics Nimbus 23 Boston	8,8	4,9	7,2	14,6	12,2	12,5
4 4T2 Weekdays	8,6	6,0	6,0	15,5	15,3	10,0
5 Topo Fli Lyte	9,2	5,3	7,4	15,9	15,1	10,6
6 Kiprun KS900	7,6	5,0	5,6	15,8	17,6	12,3
7 On Cloudflyer	7,3	4,0	6,0	15,5	16,3	11,3
8 Brooks Ghost 14	6,8	4,5	4,9	14,1	15,4	12,1
9 Saucony Endorphin	8,8	4,4	7,5	15,4	15,8	12,6
10 Hoka Bondi 7	8,2	4,0	6,9	15,6	15,3	11,8
Hardloopschoenen (gemm)	8	4,8	6,6	15,2	15,0	11,7
Hardloopschoenen (min:max)	6,8:9,2	4,0:6,0	4,9:7,5	14,1:15,9	10,9:17,6	10,0:12,6
11 Militaire laars Haix	9,2	5,0	7,6 <sup>#</sup>	10,1 <sup>#</sup>	9,8 <sup>#</sup>	8,5 <sup>#</sup>
12 Blote voeten	13,1 <sup>*</sup>	12,1 <sup>*</sup>	4,8 <sup>*</sup>	16,0 <sup>*</sup>	18,4 <sup>*</sup>	11,0

gemm = gemiddelde meetwaarde

<sup>#</sup> = meetwaarde van de laars is buiten het min-max bereik van de hardloopschoenen

<sup>\*</sup> = meetwaarde van de blote voeten is buiten het min-max bereik van de hardloopschoenen

**Tabel 3: Meetwaarden Runscribe (plaatsing bovenop de voet); een proefpersoon loopt op 8 km/uur, op een loopband, op tien paar verschillende hardloopschoenen, op laarzen en op blote voeten.**

Loopsituatie	Comfort score									Totaal
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1 Asics Pursue	8	8	6	7	8	8	9	7	7	68
2 Asics Nimbus 24	6	6	7	7	7	8	9	5	6	61
3 Asics Nimbus 23 Boston	7	7	8	8	8	8	8	7	8	69
4 4T2 Weekdays	8	8	7	6	7	7	9	7	8	67
5 Topo Fli Lyte	8	6	4	5	7	3	7	5	5	50
6 Kiprun KS900	7	4	6	7	7	7	7	5	6	56
7 On Cloudflyer	4	4	8	5	6	7	9	3	4	50
8 Brooks Ghost 14	8	7	7	7	7	7	9	7	8	67
9 Saucony Endorphin	5	5	7	3	7	7	6	4	5	49
10 Hoka Bondi 7	4	5	7	5	7	6	9	4	4	51
Hardloopschoenen (gemm)	6,5	6,0	6,7	6,0	7,1	6,8	8,2	5,4	6,1	58,8
Hardloopschoenen (min:max)	4:8	4:8	4:8	4:8	6:8	3:8	6:9	3:7	4:8	49:69
11 Militaire laars Haix	8	6	6	5	2	7	8	6	5	53
12 Blote voeten	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt

gemm = gemiddelde meetwaarde

**Tabel 4: Eén proefpersoon geeft negen hardloop-comfortscores per hardloopschoen, op een schaal van 1-10 (hele getallen): 1. Voorvoetdemping; 2. Hakdemping; 3. Voetbooghoogte; 4. Hakhoogte; 5. Hakbreedte; 6. Voorvoetbreedte; 7. Schoenlengte; 8. Medio-laterale controle (stabiliteit); 9. Overall comfort.**

## Resultaten

Tabel 1, 2 en 3 tonen de verzamelde meetwaarden voor 16 parameters. Voor alle drie de tabellen geldt dat de rijen genummerd 1 tot en met 10 de meetwaarden voor de hardloopschoenen tonen. Vervolgens worden gemiddelden en minimum en maximum meetwaarden van het hardlopen op hardloopschoenen gerapporteerd. Rij 11 toont de meetwaarden voor hardlopen op de militaire laars (Haix) en rij 12 de meetwaarden van hardlopen op blote voeten.

Bij het bestuderen van de tabellen 1 t/m 3 vallen enkele meetwaarden op. De stapfrequentie (Tabel 1), uitgedrukt in aantal stappen per minuut varieert van 162 tot 177. De proefpersoon toont bij eerste grondcontact een landingshoek tussen 4,1 graden (op blote voeten) en 7,5 graden (op laarzen), dit geeft een haklanding weer. De tijd tot maximale schok (Tabel 2) op hardloopschoenen paar zes (93 msec) is langer dan van de andere hardloopschoenen, maar korter dan op laarzen (172 msec). Volgens Tabel 3, die meetwaarden van de Runscribe-sensor toont, is de proefpersoon

op alle hardloopschoenen en op blote voeten een voorvoetlander (gemeten voorvoetplaatsing 14,1 tot en met 16,0). Op laarzen is de proefpersoon wel een midvoetlander (meetwaarde 10,1).

De meetwaarden op de militaire laarzen vielen bij negen van zestien parameters (56%) buiten het bereik (minimum-maximum) van de meetwaarden op hardloopschoenen en de meetwaarden op blote voeten tien van zestien maal (63%).

Tabel 4 toont hoe de proefpersoon de hardloopschoenen heeft gescoord op de negen voornoemde items. De hardloopschoenen met de hoogste totaal comfortscore, paar drie en paar één, vallen op door hoge scores op tibiale schok (Tabel 2) en lage scores op maximale tibiale endorotatie (Tabel 2) en maximale pronatie van de voet (Tabel 3), de overige meetwaarden vallen niet op tussen de meetwaarden van de overige acht paar hardloopschoenen.

## Discussie

Dit artikel is een casestudy naar subjectieve schoenkeuze bij het hardlopen op verschillende hardloopschoenen die thans in de winkels verkrijgbaar zijn. Hardlopen op militaire laarzen en op blote voeten werden toegevoegd. Een bestudering van de meetgegevens gepresenteerd in Tabel 1 t/m 3 van één gezonde proefpersoon die hardliep op een loopband op de snelheid acht km/uur toont dat de meetwaarden op hardloopschoenen steeds in enige mate variëren, dat er op hardloopschoenen enkele uitschieters zijn en dat de meetwaarden op laarzen en op blote voeten respectievelijk negen van zestien maal (56%) en tien van zestien maal (63%) buiten het minimum-maximum bereik van de meetwaarden op hardloopschoenen vallen. De biomechanische meetwaarden geven geen eenvoudige verklaring voor de subjectieve voorkeur van de proefpersoon voor hardloopschoenen paar drie en paar één.

De bevindingen van de casestudy passen bij eerdere publicaties<sup>6</sup>. De sportschoenen beïnvloeden de manier van hardlopen van de proefpersoon, extreme sportschoenen (laarzen en blote voeten) beïnvloeden de manier van hardlopen in grotere mate. De 'preferred movement path' theorie kan verklaren waarom de meetwaarden op de verschillende hardloopschoenen niet zoveel verschillen<sup>18</sup>. Deze theorie zegt dat een loper de hardlooptechniek aanpast aan de loopsituatie (bijv. hardloopschoenen of ondergrond) om zoveel mogelijk het eigen voorkeursloopprofiel te handhaven. De hardloper bereikt dit door kleine, onbewuste aanpassingen in spieractiviteit. Als de loopsituatie echter flink afwijkt, zoals hardlopen op militaire laarzen of op blote voeten, dan kan de loper zijn voorkeursloopprofiel niet volhouden<sup>18</sup>.

De proefpersoon heeft hardloopschoenen paar drie en paar één de hoogste totaal comfortscores gegeven. Deze hardloopschoenen vallen op door hoge scores op tibiale schok (Tabel 2) en lage scores op maximale tibiale endorotatie (Tabel 2) en maximale pronatie van de voet (Tabel 3), de overige meetwaarden vallen niet op tussen de meetwaarden van de overige acht paar hardloopschoenen. Dit sluit aan bij de bevindingen van een grotere studie met twintig hardlopers en vier verschillende typen hardloopschoenen waarin werd aangetoond dat schoencomfort tijdens hardlopen niet verklaard kan worden door grondreactiekrachten (schok), de proefpersonen verkozen niet simpelweg de hardloopschoen met de laagste grondreactiekrachten<sup>17</sup>. In die studie werden tibiale endorotatie en pronatie van de voet echter niet gemeten, de mate waarin deze factoren bijdragen aan de subjectieve score voor hardloop-comfort moet nader worden onderzocht.

Deze verkennende studie laat zien hoe moeilijk het is om de vraag 'dokter welke hardloopschoenen moet ik kopen' goed te beantwoorden. De combinatie van factoren van de hardloopschoen, factoren van de hardloper (o.a. hardlooptechniek, gewenning) en risicofactoren voor specifieke hardloopblessures (aan knie, onderbeen, voet, etc.) maken het antwoord zeer complex. In een overzichtsartikel van 2020 schrijft Malisoux dat er nog onvoldoende kennis is om hardloopschoenen op basis van sterk wetenschappelijk bewijs voor te schrijven<sup>19</sup>.



Mogelijk is de rol van sportschoenen bij het ontstaan van hardloopleessures veel kleiner dan door velen wordt gedacht<sup>19,20</sup>. Toch kan de arts op basis van de mening van experts wel het volgende adviseren bij de keuze van hardloopschoenen:

1. Trek de hardloopschoenen in de winkel aan en probeer ze uit door gedurende enkele minuten hard te lopen (bijv. op een loopband).
2. Weeg hardloopbeleving (comfort) als een belangrijke factor mee<sup>17</sup>.
3. Betrek de hardlooptechniek bij de schoenkeuze; bij een voorvoetlander passen lichtere hardloopschoenen met een dunnere, hardere zool, bij een haklander passen traditionele hardloopschoenen met een dikkere, dempende zool<sup>17,20</sup>.

Kennis over de belasting van hardlopen op militaire laarzen kan mogelijk bijdragen aan het verminderen van het aantal overbelastingsblessures. Om de belasting tijdens hardlopen door militairen op hun hardloopschoenen en laarzen buiten, onder natuurlijke omstandigheden te meten, zijn draagbare meetinstrumenten nodig. Het huidige verkennende onderzoek laat zien dat beide sensoren veel hogere waarden voor schokbelasting aangeven, uitgedrukt in 'g', dan voorheen gemeld<sup>2</sup>. Ook blijkt uit deze studie dat verschillende meetinstrumenten de looptechniek verschillend interpreteren. Zo beschreef de proefpersoon zichzelf als midvoetlander, kwalificeerde het Optojump optische meetsysteem hem echter als haklander en de Runscribe-sensor als voorvoetlander. Dit betekent dat het nodig is om voorafgaand aan volgende, grotere studies met militairen, op sportschoenen en op laarzen, bij marsen en bij hardlopen, goed uit te zoeken welke draagbare meetinstrumenten en welke parameters het beste gebruikt kunnen worden bij metingen van hardlooptechniek en hardloopbelasting buiten het looplaboratorium<sup>21</sup>.

Bij elk onderzoek hoort een bespreking van de beperkingen. Dit onderzoek is uiteraard beperkt omdat het een onderzoek is met één proefpersoon. Er is kortdurend gemeten op één snelheid, dus kunnen geen uitspraken worden gedaan over hardlopen op andere snelheden en ook niet over vermoeidheid. Het meetinstrument Sensorun is pas kort op de markt en nog niet gevalideerd. Dit onderzoek moet niet worden gezien als een algemene aanbeveling voor een bepaald merk of type hardloopschoenen.

## Conclusie

Bij hardlopen op verschillende hardloopschoenen, wijzigt de proefpersoon onbewust de hardlooptechniek steeds in geringe mate. Hardlopen op militaire laarzen en op blote voeten geeft afwijkende meetwaarden ten opzichte van hardlopen op hardloopschoenen. Er is geen eenvoudige biomechanische verklaring voor de subjectieve schoenkeuze van een proefpersoon. Het voorschrijven van hardloopschoenen om blessures te voorkomen kan nog niet op basis van sterk wetenschappelijk bewijs. Praktische adviezen voor schoenkeuze zijn: loop hard op de schoenen in de winkel, kies de schoenen die 'lekker lopen' en houd rekening met de eigen hardlooptechniek.

## Woord van dank

De auteurs willen hun dank uitspreken aan mevrouw Marjolein Hof-Kok van het Kleding- en Persoonsgebonden Uitrustings Bedrijf Soesterberg, voor het verstrekken van Haix laarzen ten behoeve van dit onderzoek en aan de heer Tomas Stolk van Feniks Film (fotograaf LaFoot).

## SUMMARY

## DOCTOR, WHAT RUNNING SHOES SHOULD I BUY?

### Introduction

Care providers are regularly asked which running shoes a patient should buy. This article describes the results of a case study on subjective shoe selection: is it possible to select running shoes that prevent injuries?



## Case Study

A recreational runner runs in ten pairs of different running shoes, in military boots, and barefoot on a treadmill in a running lab. The speed is always eight km/h, there is no slope. Sixteen biomechanical parameters are measured, which may be related to running injuries, including: step size, step frequency, contact time and flight time, foot placement and ground reaction forces. The three measuring instruments are a wearable sensor on the tibia, one on the back of the foot and an optical measuring system placed on either side of the treadmill. The test subject rated all running shoes for comfort.

## Results

Each pair of running shoes always gives a change (mix) of the values of the sixteen parameters. The measurement values on the different running shoes show great similarities, with a few outliers. The readings on the military boots fell outside the range (minimum-maximum) of the readings on running shoes on 9 of 16 parameters (56%) and the readings on bare feet 10 of 16 times (63%). The score for comfort is not easy to explain with the biomechanical measurements.

## Conclusion

When running in different running shoes, the subject unconsciously changes the running technique to a small extent. Running in military boots and barefoot gives different measurements compared to running in running shoes. There is no simple biomechanical explanation for a subject's subjective shoe selection. Prescribing running shoes to prevent injuries is not yet possible on the basis of strong scientific evidence. Practical advice for choosing shoes is: run in the shoes in the store, choose the shoes that 'feel good' and take your own running technique into account.

## Literatuur:

1. Defensiestaf: Nota opdracht verstrekken hardloopschoenen. Referte BS2022016573.
2. Nilsson J., Thorstensson A.: Ground reaction forces at different speeds- of human walking and running. *Acta Physiol Scand* 1989, 136, 217-227.
3. Zimmermann W.O.: Chronic exercise-related leg pain: diagnosis and treatment in the armed forces. Proefschrift. Utrecht, 2019.
4. Knapik J.J., Orr R., Pope R., Grier T.: Injuries and footwear (part 2). *J Spec Op Med* 2016, 16, 1, 89-96.
5. Yu P., He Y., Gu Y. et al.: Acute effects of heel-to-toe drop and speed on running biomechanics. *Frontiers in Bioeng and Biotech* 2022, vol 9, 821530.
6. Fredericks W., Swank S., Teisberg M. et al.: Lower extremity biomechanical relationships with different speeds in traditional, minimalist and barefoot footwear. *J Sports Sci Med* 2015, 14, 276-283.
7. Shih Y., Lin K.L., Shiang T.Y.: Is the foot striking pattern more important than barefoot or shod conditions in running? *Gait & Posture* 2013, 38, 490-494.
8. DeMoya R.G.: A biomechanical comparison of the running shoe and the combat boot. *Mil Med* 1982, 147, 380-383.
9. Pasis P., Hanley B., Havenetidis K. et al.: Cypriot and Greek army military boot cushioning: ground reaction forces and subjective responses. *Mil Med* 2013, 178, 4, e493-e497.
10. Sinclair J., Taylor P.J.: Influence of new military athletic footwear on the kinetics and kinematics of running in relation to army boots. *J Strength Cond Res* 2014, 28, 10, 2900-2908.
11. Zimmermann W.O., Van Valderen N.R.I., Linschoten CW. et al.: Gait retraining reduces vertical ground reaction forces in running shoes and military boots. *Transl Sports Med* 2019, 2, 90-97.
12. De Jong A.F., Hertel J.: Validation of foot-strike assessment using wearable sensoren during running. *J Athl Trai* 2020, 55, 12, 1307-1310.
13. Willy R.W.: Innovations and pitfalls in the use of wearable devices in the prevention and rehabilitation of running related injuries. *Physical Therapy in Sport* 2018, 29, 26-33.
14. Butler R.J., Crowel III H.P., McClay Davis I.: Lower extremity stiffness: implications for performance and injury. *Clin Biom* 2003, 18, 511-517.
15. Koldenhoven R.M., Hertel J.: Validation of a wearable sensor for measuring running biomechanics. *Digit Biomark* 2018, 2, 74-78.
16. Hanlon M., Flynn M.J., Bolger R. et al.: Validity of a treadmill-mounted photoelectric system for measuring spatiotemporal parameters over a range of running speeds. *ISBS proceedings Archive* 2020, vol 38, 1, article 163.
17. Dinato R.C., Ribeiro A.P., Butugan M.K. et al.: Biomechanical variables and perception of comfort in running shoes with different cushioning technologies. *J Sci Med Sport* 2015, 18, 93-97.
18. Nigg B.M., Vienneau A.C., Smith M.B. et al.: The preferred movement path paradigm: influence of running shoes on joint movement. *Med Sci Sports Med* 2017, 1641-1648.
19. Malisoux L., Theisen D.: Can the appropriate footwear prevent injury in leisure-time running? Evidence versus beliefs. *J Ath Training* 2020, vol 55, nr 12, 1215-1223.
20. Rice H.M., Jamison S.T., Davis I.S.: Footwear matter: influence of footwear and footstrike on load rates during running. *Med & Sci in Sports & Exerc* 2016, 48, 12, 2462-2468.
21. Johnson C.D., Outerleys J., Jamison S.T. et al.: Comparison of tibial shock during treadmill and real-world running. *Med & Sci in Sports & Exerc* 2020, 52, 7, 1557-1562.