



## SAMENVATTING

Militaire (sport)artsen en fysiotherapeuten passen loopscholing als therapie regelmatig toe. Dit artikel doet verslag van een studie naar het fenomeen 'automatisch overschakelen', dit zijn de veranderingen die spontaan optreden in hardlooptechniek op blote voeten en minimalistische hardloopschoenen. Drieënvijftig patiënten met inspanningsgebonden onderbeenklachten (allen militairen) werden geïncludeerd. Onderzocht is welk deel van de militairen automatisch overschakelt van haklanding naar voorvoetlanding, of deze patiënten een andere looptechniek sneller konden aanleren en of ze eerder en/of beter herstelden met het gebruikelijke behandelprogramma voor onderbeenklachten. Automatische overschakelaars bleken geen betere kandidaten voor het behandelprogramma, zij vonden de loopscholing niet makkelijker en kwamen niet beter of sneller uit het behandelprogramma.

### Naomi van Valderen, Wessel Zimmermann

Kapitein-arts drs. N.R.I. van Valderen, algemeen militair arts in opleiding van de Koninklijke Landmacht, Utrecht

Luitenant-kolonel-arts prof. dr. W.O. Zimmermann, senior sportarts en onderzoeker bij de afdeling Trainingsgeneeskunde en Trainingsfysiologie van de Koninklijke Landmacht in Utrecht; Professor of Military Medicine, Uniformed Services University of the Health Sciences, Department of Military and Emergency Medicine, Bethesda, Maryland, USA; e-mail: wesselzimmermann@hotmail.com

## LEERDOELEN

Na het bestuderen van dit artikel:

- kent u de onderbouwing van loopscholing als therapie voor overbelastingsblessures van de onderste extremiteit;
- weet u wat de drie belangrijkste aanwijzingen zijn bij loopscholing als therapie;
- bent u bekend met het begrip 'automatisch overschakelen';
- begrijpt u het nut van kortdurend hardlopen op blote voeten in de loopscholing.

# Loopscholing als therapie: nadere bestudering van het fenomeen 'automatisch overschakelen'

## Inleiding

Loopscholing als therapie voor overbelastingsblessures van de onderste extremiteit krijgt de laatste jaren steeds meer aandacht.<sup>1</sup> Met loopscholing wordt in de sportmedische context een trainingsprogramma bedoeld waarbij een blijvende verandering van hardlooptechniek het doel is. Diagnosen waarbij verandering van hardlooptechniek mogelijk kan bijdragen aan duurzaam herstel zijn onder andere het patellofemoraal pijnsyndroom (PFPS), het tractus iliotalibialis frictiesyndroom (TIFS), het mediaal tibiaal stressyndroom (MTSS), het chronisch inspanningsgebonden compartimentsyndroom (CICS), achilles-tendinopathie en fasciopathie plantaris (FP).<sup>1</sup> Deze overbelastingsblessures hebben een duidelijke relatie met rennen en marcheren, en worden veel bij militairen gezien. Zo is vastgesteld dat onderbeenklachten (MTSS en CICS) in de top drie staan van blessures die leiden tot

uitval bij de initiële militaire opleidingen.<sup>2</sup>

Overbelastingsblessures van de knie, zoals PFPS en TIFS, staan al jaren in de top drie van alle overbelastingsblessures in het Nederlandse leger.<sup>3</sup>

Dit artikel doet verslag van een studie naar het fenomeen 'automatisch overschakelen' dat optreedt bij hardlopen op blote voeten en op minimalistische hardloopschoenen, bij patiënten met onderbeenklachten die loopsholing als therapie krijgen. De start is een casus, waarna algemene informatie over loopsholing volgt. Aspecten die onder meer aan bod komen zijn het onderliggende werkingsmechanisme, resultaten van eerdere studies en de verwachte effecten van het lopen op blote voeten. Het artikel vervolgt met een beschrijving van de onderzoekopzet en de resultaten. Afsluitend komt aan bod wat de betekenis hiervan is voor de behandeling van en loopsholing bij onderbeenklachten.

### Casus

Een 21-jarige marinier in opleiding meldt zich met sinds enkele maanden bestaande onderbeenklachten bij u als (sport)fysiotherapeut. Bij een andere fysiotherapeut in een andere stad zijn rust, massage en balansoefeningen al toegepast, maar hij is onvoldoende hersteld om zijn opleiding te hervatten. Hij is ontheven uit de opleiding en krijgt de tijd om te herstellen. Bij lichamelijk onderzoek is er drukpijn over de posteromediale tibiarend aan beide zijden, de anterolaterale tibiarend is pijnvrij. U laat hem rennen op de loopband om de klachtlocatie te bevestigen en de looptechniek te beoordelen. De patiënt bevestigt tijdens het hardlopen dat de pijn aan de posteromediale tibiarend aan beide zijden oploopt tot 6 op een schaal van 0 tot 10. U ziet bij het hardlopen op de loopband op traditionele sportschoenen een grote paslengte met een duidelijke haklanding en voorovergebogen lichaamshouding. Bij hardlopen op de loopband op blote voeten blijft de patiënt duidelijk op beide hakken landen, hij schakelt niet over naar een voorvoetlanding. Is hij een kandidaat voor loopsholing als therapie, en wat betekenen deze bevindingen?

### Onderbouwing van loopsholing als therapie

Voor de meeste overbelastingsblessures van de onderste extremiteit is het exacte pathofysiologische ontstaansmechanisme niet bekend.<sup>2</sup> De laatste jaren is veel informatie verzameld over risicofactoren voor het ontstaan van hardloopblessures. De relatie tussen de impact van het landen op de ondergrond (verticale grondreactiekrachten, in het Engels: 'vertical ground reaction forces')

en het ontstaan van deze overbelastingsblessures wordt nu als overtuigend gezien.<sup>4</sup> Daarnaast is bekend dat overbelastingsblessures van de onderste extremiteit vaak terugkeren bij het hervatten van de reguliere loopbelasting.<sup>2</sup> De vraag is in hoeverre een ongunstige hardlooptechniek de onderhoudende factor is die verantwoordelijk is voor het steeds terugkeren van deze blessures.<sup>1,4</sup> Het doel van loopsholing als therapie is het verminderen van de verticale grondreactiekracht die de hardloper per stap ontvangt (bijv. in het geval van MTSS en FP) of het verminderen van de arbeid van de spieren die overbelast zijn zoals van de m. tibialis anterior bij CICS.<sup>5</sup> De afdeling Trainingsgeneeskunde en Trainingsfysiologie (TGTF) van de Koninklijke Landmacht heeft sinds 2011 een doorlopende onderzoeklijn Onderbeenklachten. Alle studies van de afdeling TGTF zijn uitgevoerd bij militairen met overbelastingsblessures van de onderbenen. De loopsholing werd uitgevoerd als onderdeel van een uitgebreid behandelprotocol (zie tabel 1). Zo is in een van de studies aangetoond dat een blijvende verandering van hardlooptechniek is te bereiken met ongeveer vijf individuele trainingssessies van 20 minuten, aangevuld met opdrachten voor thuistrainingen, verspreid over een periode van vier tot vijf maanden.<sup>5</sup> Drie looptechnische aanwijzingen zijn in de onderzochte loopsholing essentieel: (1) schakel over naar een voorvoetlanding, (2) maak (bij dezelfde loopsnelheid) kleinere passen in een hogere frequentie (streefwaarde van de pasfrequentie 180/minuut) en (3) houd het bovenlichaam rechtop (leun niet naar voren of naar achteren). Zie bijlage 1 op [www.physios.nl](http://www.physios.nl) voor een video waarin deze drie aanwijzingen getoond worden. De combinatie van deze drie aanwijzingen leidt tot een reductie van 70 procent van de verticale grondreactiekrachten op de hak. Ondanks de overschakeling naar voorvoetlanding bleken ook de maximale grondreactiekrachten onder de voorvoet te zijn afgenomen met ongeveer 15 procent.<sup>5</sup> De nieuwe hardlooptechniek op basis van de drie genoemde aanwijzingen bleek ook goed toepasbaar bij het hardlopen op militaire laarzen.<sup>6</sup> Militairen met onderbeenklachten (MTSS, CICS of een combinatie hiervan) gaven aan dat zij het aanleren van de nieuwe hardlooptechniek niet moeilijk vonden en waren van mening dat de nieuwe hardlooptechniek een bijdrage leverde aan hun herstel.<sup>7</sup> Ten slotte is in een studie vastgesteld dat het toevoegen van loopsholing aan het reguliere behandelprogramma voor militairen met CICS heeft geleid tot een grote afname (ongeveer 80%) van het aantal operatieve behandelingen van CICS in het Centraal Militair Hospitaal.<sup>8</sup> Samenvattend mag worden gezegd dat er in de laatste jaren, met name in de militaire gezondheidszorg, een overtuigende onderbouwing is gegeven voor loopsho-

**Tabel 1** Overzicht van mogelijke interventies bij onderbeenklachten met daarbij horende criteria om deze toe te passen. Opgesteld door de afdeling TGTF (versie 2020). CICS = chronisch inspanningsgebonden compartimentsyndroom; MTSS = mediaal tibiaal stressyndroom; mm Hg = millimeter kwik.

interventie	criteria
rekoefeningen voor de kuit	Gastrocnemius verkort = staand, minimale hoek vergeleken met de verticaal: 70 graden of meer. Soleus verkort = staand, maximale afstand van de grote teen tot aan de muur, 5 cm of minder.
versterken van de kuit	Onvoldoende kuitkracht: niet in staat om 30 keer op de tenen te komen op een been.
massage hypertone m. plantaris	Plantarispalpatie pijnlijk.
dry needling van triggerpoints	Mediale en laterale gastrocnemiuskop: als de patiënt aangeeft oppervlakkige kuitspierpijn te ervaren.
sportcompressiekousen	Vooraf bij myogene kuitklachten; tijdelijk bij MTSS; niet geven aan patiënten met bewezen CICS (drukken $\geq$ 35 mm Hg).
extracorporeel shockwave therapy (ESWT)	Alleen voor MTSS: een keer per week, 4 sessies, elke sessie 2000 radiale shocks, frequentie 8 per seconde en intensiteit 2.5 bar, tegen de posteromediale tibiand.
vitamine D aanvullen	Als MTSS aanwezig is: criteria: < 50 nmol/l is onvoldoende, < 75 nmol/l is sub-optimaal.
nieuwe hardloepschoenen	Elk jaar of na 800 km. Als de patiënt een relatie beschrijft tussen de klachten en de schoenen. Ultralichte sportschoenen worden afgeraden, schoenen met een beperkte inwendige hellingshoek (6-8 mm 'drop') worden aanbevolen.
op maat gemaakte steunzolen	Als de navicular drop-test positief is (> 1,0 cm) en als overpronatie is vastgesteld bij video-analyse van een hardloepsessie.
conditie onderhouden of opvoeren	Hervat drie trainingseenheden per week, eerst met weinig belasting van de benen (low impact). Houd de pijnscore $\leq$ 3 (op een NPRScale 0-10).
technische loopscholing voor hardlopen, op sportschoenen en op laarzen	Drie aanwijzingen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schakel over naar voorvoetlanding (indien van toepassing).</li> <li>• Breng de pasfrequentie naar 180 per minuut.</li> <li>• Houd het lichaam rechtop (niet voorover buigen).</li> </ul>
technische loopscholing voor marcheren (op laarzen)	Twee aanwijzingen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voer de pasfrequentie met 5% op.</li> <li>• Probeer niet te stampen op de hakken.</li> </ul>
opbouwend hardloopschema (tijd en afstand)	Week 1-6: twee keer per week hardlopen, einddoel 15 minuten onafgebroken pijnvrij rennen, met de nieuwe techniek. Week 7-12: twee tot drie keer per week hardlopen, einddoel 30 minuten onafgebroken pijnvrij rennen, met de nieuwe techniek.

ling als therapie bij overbelastingsblessures van de onderste extremititeit.<sup>2,5-9</sup>

## Nieuwe onderzoeksvragen

Bij het uitvoeren van de behandelprogramma's met loopscholing doen de (sport)artsen van TGTF waardevolle praktijkervaring op van waaruit nieuwe onderzoeksvragen ontstaan. Zo is het een gebruikelijk onderdeel van het medisch onderzoek om patiënten met onderbeenklachten kortdurend op de loopband op blote voeten te laten hardlopen. Het doel hiervan is te beoordelen of militairen bij hardlopen op blote voeten overproneren,

en hen om die reden schoenen of steunzolen met een antipronerende werking te adviseren. Een terugkerende observatie was dat sommige militairen bij hardlopen op blote voeten op de loopband, zonder instructie, automatisch overschakelen van een haklanding (figuur 1) naar een voorvoetlanding (figuur 2) en kleinere paslengte; overeenkomstig de belangrijkste aanwijzingen van de loopscholing. Een beperkte zoektocht in de literatuur maakte duidelijk dat dit fenomeen al eerder beschreven is en ook in mindere mate voorkomt bij het rennen op zogenoemde minimalistische hardloepschoenen.<sup>10</sup> De kenmerkende eigenschappen van minimalistische hardloepschoenen zijn: laag gewicht, hoge flexibiliteit, geen tot weinig hakhoogte, geen tot weinig demping en geen

ingebouwde corrigerende elementen (figuur 3).<sup>11</sup> Het veranderde looppatroon bij hardlopen op blote voeten leverde meerdere onderzoeksvragen op. Met als uiteindelijk doel het optimaliseren van de loopscholing van militairen met onderbeenblessures werden over het hardlopen op blote voeten en minimalistische hardloepschoenen de volgende vier onderzoeksvragen geformuleerd.

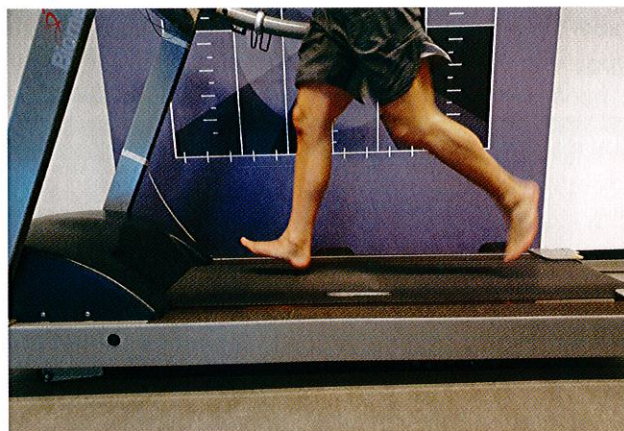
1. Wat zijn de onmiddellijke veranderingen in paslengte, pasfrequentie en verticale grondreactiekrachten bij hardlopen op een loopband op blote voeten of minimalistische hardloepschoenen?
2. Welk percentage van de militairen met onderbeenklachten schakelt automatisch (zonder instructie) over van haklanding naar voorvoetlanding als zij kortdurend hardlopen op een loopband op blote voeten of minimalistische hardloepschoenen?
3. Hebben patiënten die bij hardlopen op een loopband op blote voeten automatisch overschakelen van hak naar voorvoetlanding, minder moeite met het aanleren van de nieuwe hardlooptechniek met voorvoetlanding en kleinere passen?
4. Komen de patiënten die bij hardlopen op een loopband op blote voeten automatisch overschakelen van hak- naar voorvoetlanding, sneller of beter uit het behandelprogramma?

Het vervolg van dit artikel beschrijft de onderzoeksopzet en bevindingen van deze onderzoeksvragen.

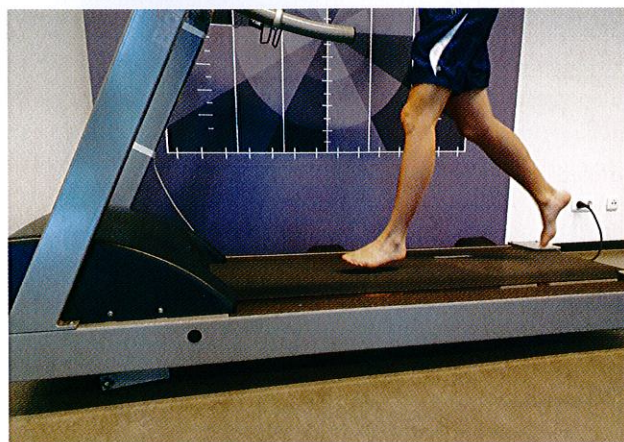
## Onderzoeksopzet

In deze studie zijn de gegevens verwerkt van 53 militairen (42 mannen, 11 vrouwen) met onderbeenklachten die in de periode september 2017 tot en met april 2018 zijn gestart met een poliklinisch behandelprogramma voor onderbeenklachten. De geformuleerde onderzoeksvragen waren te beantwoorden met gegevens die zijn verzameld tijdens reguliere zorg.

Voor de beschrijving van de eigenschappen van de militairen werden bij de intake van elk behandelprogramma standaard de volgende gegevens in het medisch dossier vastgelegd: lengte (m), gewicht (kg), body mass index (BMI), duur van de klachten (maanden), recidief klachten (ja/nee); zie tabel 2 voor een overzicht. Leeftijd (geboortedatum) en geslacht (m/v) zijn persoonsgegevens die bij elke patiënt reeds voor het eerste contact bekend zijn. Er is geen toestemming nodig van een medisch-ethische commissie om gegevens te presenteren uit de behandelresultaten van eigen patiënten. Wel hebben alle patiënten schriftelijk toestemming gegeven voor het



**Figuur 1** Haklanding bij hardlopen op blote voeten.



**Figuur 2** Voorvoetlanding bij hardlopen op blote voeten.



**Figuur 3** De minimalistische hardloepschoenen gebruikt in dit onderzoek.

verzamelen en anoniem verwerken van (deel)gegevens uit hun medisch dossier. Het belangrijkste inclusiecriteria was: de militair moest bij de intake geassocieerd zijn als 'haklander' op de eigen, traditionele hardloepschoenen. Een haklander werd gedefinieerd als een militair die bij slow-motionanalyse

**Tabel 2** Eigenschappen van de militairen opgenomen in deze studie, gemiddelden (standaarddeviatie of percentage). m = meter, kg = kilogram, BMI = body mass index, mnd = maanden.

	mannen (n = 42)	SD / percentage	vrouwen (n = 11)	SD / percentage
leeftijd (jaren)	23,2	3,0	23,6	2,9
lengte (m)	1,79	0,07	1,67	0,05
gewicht (kg)	83,4	11,2	73,2	9,0
BMI	26,0	3,4	26,4	3,6
duur van klachten (mnd)	13,9	13,4	8,4	3,7
recidiefklachten (ja)	18	42,8%	3	27,3%

van de looptechniek een visuele haklanding had en daarbij een verticale grondreactiekracht op de hak van 400 Newton (N) of meer. Bij het lopen op blote voeten en minimalistische schoenen werden dezelfde criteria toegepast.

Exclusiecriteria waren: (1) leeftijd boven de 30 jaar, (2) eerdere loopscholing, (3) fasciotomie korter dan een jaar geleden, (4) psychische klachten of andere aandoeningen waardoor loopscholing beïnvloed kon worden, (5) relevante data ontbreken in het medisch dossier.

De onderzoeksvragen 1 en 2 waren te beantwoorden doordat alle militaire patiënten bij de intake drie keer gedurende 30 seconden op een geïnstrumenteerde loopband (H/P/Cosmos Mercury, Nussdorf-Traunstein, Duitsland) hebben hardgelopen (snelheid 10 km/uur, hellingshoek 1%). De loopband kan in samenwerking met software (Zebriis) meetwaarden als paslengte, pasfrequentie en verticale grondreactiekrachten onder drie delen van de voet (voorvoet, middenvoet en hak) snel produceren. Rondom de loopband waren highspeed-camera's geplaatst die gebruikt zijn bij het beoordelen van de landing van de hardlopers (figuur 4).

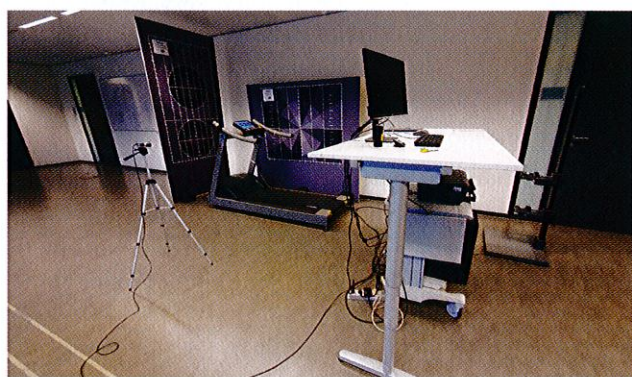
Bij de drie metingen werden drie condities gemeten, in principe steeds in dezelfde volgorde: (1) met eigen (tradi-

tionele) hardloopschoenen, (2) op blote voeten en (3) met minimalistische hardloopschoenen (van het merk Inov8). Hierbij is vastgelegd of er sprake was van automatisch overschakelen. Dat is gedefinieerd als een militair die op zijn eigen (traditionele) hardloopschoenen een haklander is en daarna op blote voeten of op de minimalistische hardloopschoenen visueel (slow motion videoanalyse) én gemeten (krachten op de hak < 400 N) geen haklander meer is.

Alle geïncludeerde militaire patiënten volgden het poliklinische behandelprogramma voor onderbeenklachten zoals toegepast bij de afdeling TGTF (zie tabel 1).

Onderzoeksvraag 3 (vinden automatische overschakelaars het makkelijker om de looptechniek aan te leren?) was te beantwoorden met één meerkeuzevraag aan alle patiënten, aan het einde van het behandelprogramma. Deze vraag heeft zeven keuzemogelijkheden om de ervaren moeilijkheidsgraad van het aanleren en het gebruik van de nieuwe hardlooptechniek te scoren. Een score van 1 betekende 'zeer moeilijk' en een score van 7 betekende 'zeer makkelijk'.

Onderzoeksvraag 4 (komen de patiënten die automatisch overschakelen sneller en beter uit het behandelprogramma?) was te beantwoorden met het overnemen van de behandelduur in aantal dagen en de SANE-scores bij de start en de afsluiting van het behandelprogramma uit het medisch dossier. De SANE-score ('single assessment numerical evaluation'-score) is een patiëntgerapporteerde, subjectieve score die is ontwikkeld in de militaire gezondheidszorg. Het betreft één vraag: hoe schat u de belastbaarheid in van uw (onder)benen op een schaal van 0 tot 100, waarbij 0 staat voor totaal onbelastbaar en 100 voor volledig belastbaar?<sup>12</sup>



**Figuur 4** De opstelling van het looplab van TGTF: een geïnstrumenteerde loopband, referentieboards, een highspeedcamera naast én achter de loopband, een werktafel en een computer (verbonden met de loopband).

## Bevindingen

Verschillen in meetwaarden zijn getoetst met een gepaarde t-toets of een ongepaarde t-toets. Significantie werd vastgesteld bij  $p < 0.05$ . Alle statistische toetsen

**Tabel 3** Meetwaarden bij intake, tijdens 30 seconden rennen op 10 km/uur en 1% helling, onder drie condities, zonder enige instructie. \* p<0.05: de meetwaarden zijn statistisch significant verschillend van de meting op traditionele hardloepschoenen. # p<0.05: de meetwaarden zijn statistisch significant verschillend van de meting op minimalistische hardloepschoenen. n = aantal; R = rechts; L = links; cm = centimeter; min = minuut; F = force = maximale verticale grondreactiekrachten, per deel van de voet; N = Newton; 95% CI = 95%-betrouwbaarheidsinterval.

	sportschoenen		blote voeten		minimalistische schoenen	
	gemiddelde	95% CI	gemiddelde	95% CI	gemiddelde	95% CI
<b>mannen (n = 42)</b>						
paslengte (cm)	207	203;210	201*#	198;205	206	202;209
pasfrequentie	160	158;163	165*#	162;168	162	159;164
F-voorvoet max (N)	1083,0	1021,9;1144,0	1060,8*	1009,9;1111,7	1096,1	1035,0;1157,2
F-midvoet max (N)	644,4	600,9;688,5	354,8*#	314,7;395,0	534,3*	490,1;578,5
F-hak max (N)	661,8	633,5;690,1	617,4#	569,0;665,9	744,1	709,3;779,0
autom. overschakelaars	n.v.t.		16,7%		2,4%	
<b>vrouwen (n = 11)</b>						
paslengte (cm)	201	193;208	194*#	187;201	197*	190;203
pasfrequentie	166	159;172	171*#	165;177	169	164;174
F-voorvoet max (N)	982,8	864,9;1100,6	953,9	891,5;1016,2	1000,4	858,6;1142,3
F-midvoet max (N)	465,2	387,3;543,1	326,5*#	251,2;401,9	424,0*	338,1;510,0
F-hak max (N)	493,6	441,9;545,2	376,0*#	279,0;472,9	522,6	373,5;671,7
autom. overschakelaars	n.v.t.		54,4%		16,2%	

werden uitgevoerd met SPSS, versie 27.0. De tabellen 3A en 3B tonen de meetwaarden van het hardlopen onder de drie condities bij de start van het behandelprogramma. Hardlopen op blote voeten of minimalistische schoenen leidt onmiddellijk, zonder instructie, tot variaties in paslengte, pasfrequentie en de maximale verticale krachten onder delen van de voet. De meetwaarden bij hardlopen op blote voeten wijken vaker significant af van de meetwaarden op traditionele hardloepschoenen dan de meetwaarden op minimalistische hardloepschoenen. Bij het rennen op blote voeten schakelt 24,5 procent van de patiënten automatisch over van een haklanding naar een voorvoetlanding zonder enige instructie (16,7% van de mannen, 54,5% van de vrouwen). Bij het rennen op minimalistische hardloepschoenen is het percentage automatische overschakelaars 5,7 (2,4% van de mannen, 16,2% van de vrouwen).

Tabel 4 toont het verschil in behandelduur (136 versus 163 dagen), de waarde van de SANE-scores (toename 28,8 versus 21,9) en de ervaren moeilijkheidsgraad van het veranderen van hardlooptechniek (3,6 versus 3,8 op een schaal van 5) tussen personen die bij de intake bij het rennen op blote voeten op de hak blijven landen (niet-overschakelaars) en degenen die zonder instructie over-

schakelen naar een voorvoetlanding (automatische overschakelaars). De gevonden waarden zijn statistisch niet significant verschillend voor de twee patiëntgroepen.

## Beschouwing

Deze studie is voortgekomen uit praktijkervaringen van militaire (sport)artsen bij het geven van loopscholing als therapie. Het fenomeen automatisch overschakelen, het veranderen van een haklanding naar een voorvoetlanding bij het rennen op blote voeten werd nader bestudeerd. Bevindingen in deze studie zijn:

- Op blote voeten rennen militairen die onder behandeling zijn voor onderbeenklachten gemiddeld met kleinere passen en in een hogere pasfrequentie dan op traditionele sportschoenen.
- Bij het rennen op blote voeten schakelt 16,7 procent van de mannelijke patiënten automatisch over van een haklanding naar een voorvoetlanding (zonder enige instructie), bij de vrouwen is dat 54,5%.
- Bij het hardlopen op minimalistische hardloepschoenen is het percentages overschakelaars bij de mannen 2,4%, bij de vrouwen 18,2%.

**Tabel 4** Evaluatie van het behandelprogramma voor onderbeenklachten bij niet-overschakelaars en automatische overschakelaars, weergegeven als gemiddelde met standaarddeviatie. SANE = single assessment numerical evaluation; SANE in = score bij intake; SANE uit = score bij einde behandelprogramma.

	niet-overschakelaars op blote voeten	SD / percentage	overschakelaars op blote voeten	SD / percentage
aantal patiënten	40		13	
behandelduur (dagen)	136	63	163	47
aantal looplessen	5,0	0,9	4,9	1,6
SANE in	49,4	15,9	50,4	15,2
SANE uit	78,2	15,4	72,3	18,1
SANE toename	28,8	58,2%	21,9	43,5%
ervaren moeilijkheidsgraad	3,6	1,5	3,8	1,3

Ook is onderzocht of militairen die automatisch overschakelen naar een voorvoetlanding minder moeite hebben met het aanleren van de nieuwe hardlooptechniek en sneller of beter uit het behandelprogramma komen. Het antwoord op deze onderzoeksvragen is dat dit niet het geval is. In deze beschouwing worden aan de hand van de data een aantal punten nader belicht.

### Schoenen bieden weinig demping

De biomechanische meetwaarden in de tabellen 3A en 3B sluiten aan bij eerdere bevindingen met gezonde lopers.<sup>10,13,14</sup> Als de resultaten van deze studie met die van de eerdere studies worden gecombineerd, valt te concluderen dat personen op blote voeten in het algemeen met kleinere passen en een hogere pasfrequentie hardlopen.<sup>13,14</sup> Anders dan verwacht geven hardloopschoenen vergeleken met blote voeten geen bescherming (demping) tegen de maximale gemeten verticale grondreactiekrachten.<sup>8</sup>

De biomechanische meetwaarden bij hardlopen op minimalistische hardloopschoenen lijken meer op de meetwaarden bij hardlopen op reguliere hardloopschoenen dan op de meetwaarden bij hardlopen op blote voeten.<sup>13,14</sup> Eerder is dus al geconcludeerd dat hardlopen op minimalistische hardloopschoenen niet hetzelfde is als hardlopen op blote voeten.<sup>13</sup>

### Veranderde mate van haklanding bij hardlopen op blote voeten

De verandering van voetplaatsing (mate van haklanding) bij het rennen op blote voeten is ook al eerder geobserveerd en gemeten.<sup>10,14</sup> In deze studies werd gebruikgemaakt van de zogenaamde 'strike-index'. Dit is de gemeten plaats van het 'center of pressure' in relatie tot de voetslengte, ten tijde van het eerste voetcontact met de grond. Een voetplaatsing helemaal achter op de hak

komt overeen met een strike-index 0 (0% van de voetslengte), een voetplaatsing helemaal op de voorzijde van de tenen komt overeen met een strike-index 100 (100% van de voetslengte). Ter illustratie: bij veertien recreatieve renners verschoof de strike-index van 18,6 op traditionele hardloopschoenen naar 27,0 op blote voeten, wat een indicatie is voor een verplaatsing van het eerste voetcontactpunt van de hak naar de voorvoet.<sup>14</sup> Dit waren echter gemiddelde waarden; er was niet aangegeven hoeveel proefpersonen helemaal overschakelden naar een voorvoetlanding, gedefinieerd als een strike-index groter dan 68.

In de TGTF-studie is de strike-index niet gerapporteerd, maar juist het percentage overschakelaars van haklanding naar voorvoetlanding, in de hoop een klinisch relevante vraag te beantwoorden: zijn automatische overschakelaars betere kandidaten voor een therapeutisch loopsholingsprogramma? Dit bleek niet het geval.

### Verschillen tussen mannen en vrouwen

Deze studie was niet opgezet om een verschil tussen mannelijke en vrouwelijke patiënten te ontdekken. Het valt echter op dat bij rennen op blote voeten meer vrouwen overschakelen naar een voorvoetlanding (54,5%) dan mannen (16,7%). Op minimalistische hardloopschoenen is er ook een verschil: 18,2 procent van de vrouwen en 2,4 procent van de mannen schakelt over naar voorvoetlanding. Een mogelijke verklaring is dat de grenswaarde van drukpijn op de hak (Engels: pressure pain threshold) bij vrouwen lager is dan bij mannen.<sup>15</sup> Als vrouwen eerder pijn ervaren op de hak, zullen zij bij rennen op blote voeten eerder het landen op de hak vermijden. Hier is vervolgonderzoek met een grotere populatie mannen en vrouwen gewenst. Mogelijk is deze pijngrens op de hak de verklaring voor het fenomeen 'automatisch omschakelen'.

### Studiebeperkingen

Deze studie kent diverse beperkingen. Ten eerste betreft het een dossierstudie. Patiënten zijn alleen geïncludeerd als er sprake was van een afgerond behandeltraject en de gewenste informatie aanwezig was in het medisch dossier. Het weglaten van patiënten die wel zijn begonnen aan een behandeltraject maar het niet hebben afgemaakt, moet altijd leiden tot een voorzichtige interpretatie van de gerapporteerde bevindingen over de patiënten die het programma wel voltooiden.

Ten tweede waren vrouwelijke patiënten ondervertegenwoordigd in deze studie. Dat komt heel vaak voor in militaire studies, omdat de verhouding werknemers bij Defensie ongeveer 90 procent man, 10 procent vrouw is. Ten derde moet het antwoord op onderzoeksvraag 4 (duur en effectiviteit van het behandelprogramma) met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Het moment van afronden van het behandeltraject en de SANE-score bij afronding werden vaak beïnvloed door de beschikbaarheid van de patiënt (afwezigheid voor militaire taken of vakantie). Dit betekent dat de gerapporteerde behandelduur en SANE-score (uit) ook met terughoudendheid moeten worden beoordeeld.

### Waarde van dit onderzoek voor de praktijk

Dat hardlopen op blote voeten en op (minimalistische) hardloopschoenen niet hetzelfde is, was al bekend. De waarde van deze studie lijkt vooral de onderbouwing van de praktijkervaring dat bij het uitvoeren van loopscholing als therapie het rennen op blote voeten een nuttige stap in de methodiek is om over te schakelen van een haklanding naar een voorvoetlanding. Op blote voeten zal de patiënt duidelijker ervaren dat landing op de hak grotere verticale grondreactiekrachten oplevert dan landing op de voorvoet. Ook de aanwijzing 'maak kleinere stappen' is makkelijker uit te voeren op blote voeten dan op hardloopschoenen; bijna alle proefpersonen deden dit al automatisch. Als tijdens het loopscholingsprogramma de patiënt de beoogde nieuwe hardlooptechniek even vergeet (met name de voorvoetlanding en de kleinere passen), dan is kortdurend rennen op blote voeten vaak de tip die de gewenste techniek terugbrengt.

Ten slotte is er een aanvullende tip voor de praktijk. Loopscholing als therapie wordt vaak gegeven op een loopband, waarbij snelheid, helling en de overige omstan-

digheden makkelijk beheersbaar zijn. Het is belangrijk dat de therapeut bij de afsluiting van het loopscholingstraject een keer meegaat bij de transfer van de nieuwe looptechniek van de loopband naar de natuurlijke omgeving. Soms beheerst een patiënt de nieuwe techniek in het lab wel, maar 'vergeet' hij de nieuwe techniek buiten toe te passen. Het is jammer als de laatste stap van het loopscholingsproces niet ook genomen wordt.

### Casus, terugkoppeling

Bij het rennen op de loopband bevestigt de patiënt dat de pijn aan de posteromediale tibiarend aan beide zijden. U concludeert dat de diagnose MTSS is. De hardlooptechniek is ongunstig: grote passen, haklanding en voorovergebogen houding. Loopscholing als therapie is voor deze patiënt zeker aangewezen, er is bewijs dat deze interventie kan bijdragen aan de behandeling van MTSS. U kunt de betrokkene begeleiden met drie aanwijzingen en een geleidelijk opbouwend loopschema: (1) schakel over naar een voorvoetlanding, (2) maak kleinere passen (pasfrequentie ongeveer 180/ minuut) en (3) houd het bovenlichaam rechtop.<sup>5</sup>

### Conclusie

Hardlopen onder verschillende (schoen)condities leidt spontaan, zonder instructie, tot verschillen in paslengte, pasfrequentie en de maximale verticale grondreactiekrachten onder delen van de voet. De meetwaarden bij hardlopen op blote voeten wijken vaker af van de meetwaarden op traditionele hardloopschoenen dan de meetwaarden op minimalistische hardloopschoenen. Bij het hardlopen op blote voeten schakelt 24,5 procent van de patiënten zonder instructie (automatisch) over van een haklanding naar een voorvoetlanding (16,7% van de mannen, 54,5% van de vrouwen). Bij het hardlopen op minimalistische hardloopschoenen is het percentage overschakelaars 5,7 (2,4% van de mannen, 16,2% van de vrouwen). Automatische overschakelaars bleken geen betere kandidaten voor het behandelprogramma met loopscholing als therapie, uitgedrukt in subjectieve ervaring van de loopscholing en duur of uitkomst van het behandelprogramma.



### Relevante artikelen in het Physiosarchief

- Stolwijk NM. Functionele anatomie en kinematica van de voet. *Physios* 2016;8(1):4-12.
- Worp MP van der, Drechsler H, Horst N van der. Het iliotibiale bandsyndroom bij hardlopers. *Physios* 2016;8(1):13-21.
- Ark M van. Patellatendinopathie: diagnose en behandeling. *Physios* 2016;8(4):4-11.
- Jong S de. Diagnostiek en behandeling van achil-  
lestendinopathie. *Physios* 2016;8(4):44-51.
- Donkers RLE. Het windlassmechanisme van de  
voet. *Physios* 2017;9(4):4-10.
- Buijs MJ, Borgman LM. Casus: een anteriore knie-  
klacht is (g)een enkel probleem. *Physios*  
2017;9(4):11-18.
- Winkes M, Bloo H, Hoogeveen A, Scheltinga M.  
Het chronisch inspanningsgebonden comparti-  
mentsyndroom van het onderbeen. *Physios*  
2018;10(4):11-19.

### Literatuur

- 1 Barton CJ, Bonnano DR, Carr J, et al. Running retraining to treat lower limb injuries: a mixed-methods study of current evidence synthesized with expert opinion. *Br J Sports Med.* 2016;50:513-26.
- 2 Zimmermann WO, Helmhout PH, Beutler AI. Prevention and treatment of exercise related leg pain in young soldiers. A review of the literature and current practice in the Royal Netherlands Armed forces. *J R Army Med Corps.* 2017;163:94-103.
- 3 Dijkma I, Bekkers M, Spek B, et al. Epidemiology and financial burden of musculoskeletal injuries as the leading health problem in the military. *Mil Med.* 2019;185(3-4):e480-e486.
- 4 Davis IS, Rice HM, Wearing SC. Why forefoot striking in minimalist shoes might positively change the course of running injuries. *J Sport Health Sci.* 2017;6:154-61.
- 5 Zimmermann WO, Bakker EWP. Reducing vertical ground reaction forces: the relative importance of three gait retraining cues. *Clin Biom.* 2019;69:16-20.
- 6 Zimmermann WO, Valderen NRI van, Linschoten CW, et al. Gait retraining reduces vertical ground reaction forces in running shoes and military boots. *Transl Sports Med.* 2019;2:90-7.
- 7 Zimmermann WO, Linschoten CW, Beutler AI. Gait retraining as part of the treatment program for service members with exercise-related leg pain: preliminary clinical experiences and retention. *S African J Sports Med.* 2017;29:1-6.
- 8 Ligthert E, Helmhout PH, Wurff P van der, et al. Het onderbeenspreekuur in het Centraal Militair Hospitaal, deel 1. *NMGT.* 2017;70:90-8.
- 9 Zimmermann WO, Hutchinson MR, Berg RH van den, et al. Conservative treatment of anterior chronic compartment syndrome in the military, with a mid-term follow up. *BMJ Open Sport & Exerc Med.* 2019;5:e000532.
- 10 Paquette MR, Zhang S, Baumgartner LD. Acute effects of barefoot, minimal shoes and running shoes on lower limb mechanics in rear and forefoot strikers. *Footwear Science.* 2013;5(1):9-18.
- 11 Knapik JJ, Orr R, Pope R, et al. Injuries and footwear (part 2). *J Spec Oper Med.* 2016;16(1):89-96.
- 12 Williams GN, Gangel TJ, Arciero RA, et al. Comparison of the single assessment evaluation method and two shoulder rating scales. *Am J Sports Med.* 1999;27(2):214-21.
- 13 Bonacci J, Saunders PU, Hicks A, et al. Running in a minimalist and lightweight shoe is not the same as barefoot: a biomechanical study. *Br J Sports Med.* 2013;47:387-92.
- 14 Squadrone R, Rodano R, Hamill J, et al. Acute effects of different minimalist shoes on foot strike pattern and kinematics in rearfoot strikers during running. *J Sports Sci.* 2014;33(11):1-9.
- 15 Rios-Leon M, Ortega-Santiago R, Madeleine P, et al. Topographical pressure pain sensitivity maps of the feet reveal bilateral pain sensitivity in patients with unilateral plantar heel pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2019;49(9):640-6.

[www.physios.nl](http://www.physios.nl)

- Bijlage 1. Aanpassingen looptechniek in beeld. 