

Militairen zijn beroepssporters met een eigen kenmerkend blessurepatroon. Berucht zijn de onderbeenklachten bij rennen en marsen. Diagnostische en therapeutische procedures voor militairen met onderbeenklachten zijn mogelijk ook toepasbaar voor civiele sporters. In het eerste deel van dit tweeluik werd het belang van loopanalyse tijdens de diagnostiek beschreven. In dit tweede deel worden de componenten van een behandelplan uitgelicht, met speciale aandacht voor het belang van loopscholing.

Onderbeenklachten: eindelijk aandacht voor de looptechniek

Deel 2: Het belang van loopscholing in de behandeling

Wessel Zimmermann

Militairen moeten fit zijn om hun taken overal ter wereld goed uit te kunnen voeren. Hardlopen en marsen (al of niet in formatie) en het dragen van bepakking zijn activiteiten die bij het militaire beroep horen en met enige regelmaat worden getraind. Bijzonder hierbij is dat deze sportactiviteiten vaak op militaire laarzen worden uitgevoerd. In de militaire gezondheidszorg is veel ervaring met de behandeling van overbelastingsblessures van de onderbenen. Er is een langlopende onderzoekslijn 'Onderbeenklachten' bij de afdeling Trainingsgeneeskunde en Trainingsfysiologie (TGTF) van de Koninklijke Landmacht in Utrecht. In deel 1 van dit artikel is toegelicht hoe bij onderbeenklachten tot de juiste diagnose kan worden gekomen.¹² De differentiaaldiagnostiek bij militairen in Nederland is uitgebreid, maar Mediaal Tibiaal Stress Syndroom (MTSS) en Chronic Exertional Compartment Syndrome (CECS) komen - al dan niet in combinatie - het meest frequent voor.

(Be)handelen op basis van bewijs

In de militaire gezondheidszorg is directe toegankelijkheid van de fysiotherapie tot op heden niet ingevoerd. Patiënten met klachten van het houdings- en bewegingsapparaat consulteren altijd eerst een eerstelijns arts. In 2014 is een behandelrichtlijn uitgekomen voor onderbeenklachten in de militaire setting (zie tabel 1). De tabel geeft aan welke interventies de arts kan plegen en in welke week. De taakverdeling tussen arts en fysiotherapeut wordt duidelijk aangegeven. In de militaire gezondheidszorg wordt een revalidatietraject in de eerste lijn op de kazerne ingedeeld in vier fasen:

1. Fysiofase I;
2. Fysiofase II;
3. Sportfase;
4. Functie(-specifieke) fase.

Overplaatsing naar een volgende fase vindt bij voorkeur plaats op basis van omschreven criteria. Zo is aan de overgang van Fysiofase II naar de Sportfase een pijnvrije

12-minuten hardlooptest gekoppeld. Tabel 1 benoemt ook doorverwijzing naar de tweede lijn, als de aanpak op de militaire basis niet lijkt aan te slaan.

De behandelrichtlijn is samengesteld op basis van informatie uit de wetenschappelijke literatuur. Aan elke interventie van de richtlijn is literatuur gekoppeld.¹³ Dit wordt een evidence based benadering genoemd. Wel moet worden opgemerkt dat in de internationale militaire sportgeneeskunde het bewijs vaak gebaseerd is op wetenschappelijk onderzoek met kleine groepen en dat de kracht van het bewijs soms het niveau van de persoonlijke overtuiging

Vijf componenten van een behandelprogramma voor militairen met onderbeenklachten

1. Forse reductie van de activiteiten die pijn veroorzaken (rennen, marsen, springen, etc.);
2. Behandeling van lokale pijn in de weke delen en reduceren van beperkingen in range of motion van de heupen, knieën en enkels;
3. Aanpakken van de beïnvloedbare risicofactoren voor het ontwikkelen van onderbeenklachten;
4. Geleidelijke opbouw van schokbelasting;
5. Doeevaluatie: bespreekbaar maken of de training / functie wel passend is bij de belastbaarheid van de militair.

van deskundigen ('expert opinion') niet overstijgt. De kracht van deze richtlijn is dat hij poogt 'compleet' te zijn, dat hij in 2019 is geactualiseerd

en dat hij aansluit op onderzoek dat in Nederland in de laatste jaren is uitgevoerd, zowel door civiele als militaire behandelaars.^{4,10,14-16}

week	interventie	behandelaar	behandelfase	comp
0	significante reductie van rennen, marsen, springen etc.	arts	consult 1	1
0	beoordeel ROM, heup, knie, enkel	arts	consult 1	2
0	reduceer BMI, indien te hoog	arts	consult 1	3
0	stop creatine supplementen	arts	consult 1	3
0	stop met roken	arts	consult 1	3
0	vitamine D in het bloed (optimaal > 75 nmol/L)	arts	consult 1	3
0-2	pijnstilling (nsaid), juist niet toepassen	arts	consult 1	2
0-2	koelen / ijsmassage	arts	consult 1	2
2	verwijzing naar fysio op de basis	arts	consult 2	1
2	plaatsing in behandelprogramma op de basis	arts	consult 2	1
2	plaatsing in een behandelprogramma in de tweede lijn	arts	consult 2	1
3	beoordeel de hardloepschoenen en de laarzen	fysio	fysio fase 1	3
3	beoordeel de marstechniek	fysio	fysio fase 1	3
3	beoordeel de hardlooptechniek	fysio	fysio fase 1	3
3	beoordeel de noodzaak van orthopedische steunzolen	fysio	fysio fase 1	3
3	verstrek sportcompressiekousen (niet bij CECS)	fysio	fysio fase 1	4
3-8	massage (o.a. hypertonie m. plantaris)	fysio	fysio fase 1	2
3-8	taping (kinesio-)	fysio	fysio fase 1	2
3-8	dry needling, (neuro-) prolotherapie	fysio, arts	fysio fase 1	2
3-8	verbeter range of motion (rekoefeningen)	fysio	fysio fase 1	3
3-12	verbeter relevante kracht	fysio	fysio fase 1+2	3
3-12	behoud / verbeter cardiovasculaire fitness	fysio	fysio fase 1+2	3
6-12	geleidelijke opbouw schokbelasting	fysio	fysio fase 1+2	4
6-12	technische scholing van marsen (op laarzen)	fysio	fysio fase 1+2	3
6-12	technische loopscholing van hardlopen (op sportschoenen)	fysio	fysio fase 1+2	3
6-12	technische scholing van hardlopen (op laarzen)	fysio	fysio fase 1+2	3
8-12	extracorporale shockwave therapie (ESWT), bij MTSS	sportarts	fysio fase 1	2
12-20	geleidelijke opbouw van km marsen (bepakking)	mil instr	sport + specifiek	4
12-20	geleidelijke opbouw van km hardlopen	mil instr	sport + specifiek	4
12-24	evaluatie van de doelen van de patiënt	arts	evaluatie	5
12-24	doorverwijzing naar de tweede lijn (ziekenhuis, CMH)	arts	stagnatie	5

Tabel 1 | Behandelrichtlijn voor militairen met onderbeenklachten, versie 2019. ROM = range of motion, BMI = body mass index, CECS = chronic exertional compartment syndrome, MTSS = mediaal tibiaal stress syndroom, CMH = centraal militair hospitaal, mil instr = militaire instructeur, comp = component.

Componenten

In het tekstkader wordt het begrip 'componenten' van de behandeling geïntroduceerd. Alle interventies in tabel 1 kunnen worden gegroepeerd in vijf componenten van een behandelplan. De componentenindeling is een sportgeneeskundige benadering die mogelijk van toepassing is op alle overbelastingsblessures. Tabel 1 beschrijft bij component 5 twee interventies die, in ieder geval in de militaire gezondheidszorg, extra aandacht verdienen. Het is belangrijk om te bewaken dat het conservatieve traject bij onvoldoende resultaat niet te lang wordt gerekt en een eventuele waardevolle behandeling in de tweede lijn (zoals chirurgie) te lang wordt uitgesteld. Het is ook een

belangrijke taak van de zorgverleners om te signaleren dat het lichaam van een militair het trainingstraject of de functie waarin hij is geplaatst mogelijk niet aan kan. Overschakelen naar een minder fysiek belastende functie kan dan blijvende schade en dienstongeschiktheid voorkomen. Nogmaals kijkend naar tabel 1, met de vele interventies en het samenspel van behandelaars, kan gesteld worden dat het opstellen en uitvoeren van een effectief behandelplan voor militairen met onderbeenklachten 'complex' kan zijn. Om behandelaars meer houvast te geven, zijn er toepassingscriteria opgesteld voor de meeste interventies van de richtlijn. Tabel 2 toont een samenvatting van deze criteria.

Recente bevindingen

In de rest van dit artikel wordt ingegaan op recente bevindingen in de onderzoekslijn 'Onderbeenklachten' van de afdeling TGTF van Defensie, die voor een doorbraak in de behandelresultaten van militairen met onderbeenklachten hebben geleid.

Shockwave

In de literatuur wordt een uitgebreid palet aan behandelindicaties beschreven voor shockwavetherapie. De therapeutische effectiviteit is het meest krachtig voor diverse chronische tendinopathieën.¹⁷ Rond 2012 waren er twee studies die positief berichtten over de toepassing van shockwave in de behandeling van MTSS.^{15,18} In een systematische review over mogelijke

Interventie	Criteria
Rekoefeningen voor de kuiten	Gastrocnemius verkort = staand, minimale hoek vergeleken met de verticaal ≥ 70 graden. Soleus verkort = staand, maximale afstand van de grote teen tot aan de muur ≤ 5 cm.
Versterken van de kuiten	Onvoldoende kuitkracht: niet in staat om 30x op de tenen te komen op een been.
Massage hypertone plantarisspier	Plantaris palpatie is pijnlijk (patiënt in buiklig).
Dry needling van trigger points	Mediale en laterale kop gastrocnemius: als de patiënt aangeeft oppervlakkige kuitspierpijn te ervaren.
Sportcompressiekousen	Vooraf bij myogene kuitklachten; tijdelijk bij MTSS; niet geven aan patiënten met bewezen CECS (drukken ≥ 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 rand van de tibia.
Vitamine D supplementatie	Als MTSS aanwezig is: criteria: < 50 nmol/l is onvoldoende, < 75 nmol/l is suboptimaal.
Nieuwe hardloepschoenen	Elk jaar of na 800 km; Als de patiënt een relatie beschrijft tussen de pijnklachten en de schoenen; ultra-lichte 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/opvoeren	Hervat drie trainingseenheden per week, eerst met weinig belasting van de benen (low impact). Houd de pijnscore (op een Numeric Pain Rating Scale 0-10) ≤ 3 .
Technische loopscholing van hardlopen, op sportschoenen en op laarzen (zie YouTube video ²⁹ ter illustratie)	Vier aanwijzingen: 1. Schakel over naar een bal-van-de-voet-landing (indien van toepassing); 2. Breng de pasfrequentie naar 180/minuut; 3. Houd het lichaam rechtop (niet voorover buigen); 4. Til beide knieën iets hoger op (1-2 cm).
Technische loopscholing voor marsen (op laarzen)	Twee aanwijzingen: 1. Voer de pasfrequentie 5% op; 2. Probeer niet te stampen op de hakken.
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.

Tabel 2 | Criteria die worden gebruikt om de interventies bij onderbeenklachten toe te passen, versie 2019. CECS = chronic exertional compartment syndrome; MTSS = medial tibial stress syndrome; mmHg = millimeter kwik.

behandelingen voor MTSS gaf Winters aan dat op basis van strikt wetenschappelijk bewijs shockwave wellicht de meest belovende behandelvorm kon zijn.¹⁹ Vanaf 2011 worden bij TGTF militairen met chronische MTSS met shockwave behandeld. De praktijkervaring is dat toediening van shockwave op de mediale tibiarend uitermate pijnlijk is. Sterker nog, de therapie is zonder verdoving eigenlijk alleen vol te houden als de patiënt het toestel zelf mag bedienen (zie figuur 1). Dit creëert de mogelijkheid om af en toe te pauzeren, of de meest gevoelige plekken over te slaan. Uiteraard beheert de behandelaar de instelling van het toestel. Bij een evaluatiestudie gepubliceerd in 2019 kwam naar voren dat de militaire patiënten shockwave therapie zeer waarderen (81% zou de therapie aanbevelen), ondanks het feit dat in de weken van toediening van de shockwave het pijnlijke gedeelte van de mediale tibiarend niet kleiner werd.²⁰ Het is hoog tijd om de effectiviteit van shockwave voor MTSS definitief vast te stellen. Verder onderzoek, waarin een groep MTSS patiënten shockwave krijgen en een vergelijkbare controlegroep niet, is hiervoor noodzakelijk.

Sportcompressiekousen

Rond 2013 is in een groep van 100 militairen met een overbelastingsblessure van de onderbenen onderzocht of zij direct baat kunnen hebben bij het dragen van sportcompressiekousen.²¹ Binnen 48 uur liepen zij één keer een gestandaardiseerde hardlooptest zonder sportcompressiekousen en één keer met. Elke minuut werden pijncores bijgehouden, conform het Onderbeenpijnprofiel dat in deel 1 van dit artikel is beschreven.¹² Er was geen statistisch significant verschil in pijnvrije looptijd en looptijd tot en met pijnscore 4 zonder en met sportcompressiekousen. Toch was 48% van de proefpersonen van mening dat zij baat hadden bij dragen van de sportcompressiekousen, met

name vanwege het gevoel van steun dat de kousen geven. Patiënten met kuitklachten en achillodynie, aandoeningen aan de achterzijde van het onderbeen, waren het meest positief over de kousen. Van hen meende 73% baat te hebben bij de kousen en ook gaven zij de hoogste waardering: gemiddeld 7,0 (standaarddeviatie 1,3) op een schaal van 1-10. Patiënten met CECS gaven de laagste waardering voor de kousen, gemiddeld 4,4 (2,1). 44% gaf aan last te ondervinden van de kousen. Dit heeft er toe geleid dat in de behandelrichtlijn voor militairen met onderbeenklachten (zie tabel 1 en 2) sportcompressiekousen worden aangeraden voor patiënten met myogene kuitklachten en afgeraden voor CECS patiënten.

Vitamine D

Vitamine D is vooral bekend vanwege de rol die het speelt in het botmetabolisme, maar is ook actief op vele andere plaatsen in het lichaam. Pijn van het bewegingsapparaat en spierzwakte kunnen een symptoom zijn van vitamine D-tekort. Als MTSS een aandoening is van bot en de aanhechtende structuren, dan kan vitamine D mogelijk een rol spelen bij het bevorderen van herstel. Er is slechts één artikel dat een mogelijke rol van vitamine D bij de behandeling van MTSS bespreekt.²² In de periode 1 januari 2015 tot en met 31 december 2016 is bij in totaal 102 Nederlandse militairen met MTSS (72 mannen en 30 vrouwen) vitamine D in het bloed bepaald.²³ De gemiddelde duur van de onderbeenklachten was 17,3 maanden. De waarde van vitamine D was bij 42 militairen (41,2%) 'onvoldoende' (< 50 nmol/l), bij 34 (33,3%) 'voldoende' (50-75 nmol/l) en bij 26 (25,5%) 'optimaal' (≥ 75 nmol/l). Bij 20 militairen kon suppletie met 800-1000 Internationale Eenheden vitamine D3 per dag worden geëvalueerd. Na gemiddeld 87 dagen was de toename van vitamine D in het bloed gemiddeld 27,8 nmol/l. Daarmee kwamen 8 van de 11 mannen (73%)



Figuur 1 | Zelfapplicatie van shockwavetherapie (ESWT) op het scheenbeen.

en 9 van de 9 vrouwen (100%) boven de 50 nmol/l. Bij jonge militairen met een vitamine D-tekort wordt suppletie in de literatuur sowieso aanbevolen, voor de algemene gezondheid en de botgezondheid in het bijzonder. Daarom is in 2017 een bepaling van de vitamine D waarde toegevoegd aan het behandelprotocol 'onderbeenklachten' (zie tabel 1). Een waarde van 75 nmol/l wordt als optimaal gezien. Let op: er is nog geen bewijs dat vitamine D-suppletie het herstel van MTSS bevordert, of dat een tekort aan vitamine D een risicofactor is voor het ontstaan van MTSS. Dat zijn mogelijke onderwerpen voor vervolgonderzoek.

Technische loopscholing

Als een patiënt bij een arts komt met klachten die optreden bij hardlopen is de arts geneigd een medische oplossing te zoeken: rust, medicijnen, een injectie of zelfs een operatie. Als de klachten heel duidelijk gerelateerd zijn aan een bepaalde fysieke activiteit, dan zal de sportarts of sport-

fysiotherapeut juist interesse hebben in de techniek van de sporter. Is de uitvoering van de activiteit technisch wel correct? Gek genoeg wordt algemeen aangenomen dat iedereen kan hardlopen. In de laatste jaren is dankzij moderne techniek - denk aan digitale camera's, geïnstrumenteerde loopbanden en accelerometers - duidelijk geworden dat de manier van hardlopen grote invloed heeft op de schokbelasting die met name de onderbenen moeten verwerken. Een loopband met ingebouwde krachtplaten kan in zeer korte tijd allerlei biomechanische metingen uitvoeren en rapporteren, zoals stapgrootte, stapfrequentie en verticale krachten onder de voeten, indien gewenst per voetgedeelte (bijvoorbeeld voorvoet, middenvoet, hak). Het aanbod aan literatuur over hardlooptechniek en technische loopscholing is de laatste jaren explosief gestegen. Natuurlijk kon ook de medische sector niet achterblijven. Als het mogelijk is om met minder schokbelasting hard te lopen, dan is dat mogelijk een therapie die toegepast kan worden om recidief blessureleed bij hardlopers te voorkomen.

De meest gebruikte aanwijzingen bij technische loopscholing ('gait retraining') als therapie zijn:

1. Schakel over van een haklanding naar een voorvoetlanding;
2. Breng de stapfrequentie omhoog naar 180 stappen per minuut;
3. Houd het lichaam rechtop.²⁴

In een elegante studie, uitgevoerd met 12 militairen, is aangetoond dat elk van deze drie aanwijzingen, indien afzonderlijk toegepast, de verticale krachten (schokbelasting) die de loper van de loopband te verwerken krijgt, kan verminderen. De combinatie van aanwijzingen (doe het alle drie) kon met name de maximale kracht op de hak per stap met 70% verminderen.²⁵ In tegenstelling tot wat sommige artsen en therapeuten denken, is het veranderen van hardlooptechniek (technische loopscholing) voor de meeste hardlopers

zeer eenvoudig. Zeker als de smartphone wordt gebruikt als visueel (filmpje) en auditief (metronoom) hulpmiddel. Te snel omschakelen is echter een valkuil. Dan kan de nieuwe, betere hardlooptechniek juist bron van overbelasting zijn, met name aan de achterzijde van het onderbeen (kuit en achillespees). Bij Defensie wordt er zes weken genomen om te komen tot een ononderbroken duurloop van 15 minuten en 12 weken om te komen tot een duurloop van een half uur. Daarna mag de militair verder uitbreiden, maar voor velen is een duurloop van een half uur voldoende om aan de functie-eisen en privéwensen te kunnen voldoen. In een vervolgonderzoek kwam hardlopen op militaire laarzen (zie figuur 2) aan bod.²⁶ Dezelfde drie aanwijzingen kunnen gebruikt worden om de schokbelasting op de hakken tijdens rennen op laarzen fors (gemiddeld 65%) te verminderen. Echter, vermoedelijk door de hak en de hardheid van de zool van de laars, namen de verticale krachten in de middenvoet flink toe (gemiddeld 45%). Samenvattend kan technische loopscholing op laarzen ook zorgen voor een vermindering van de schokbelasting die de hardloper moet verwerken. Maar hardlopen op laarzen zal nooit zo comfortabel worden als op sportschoenen.

Marsen

Toen was gebleken dat er spectaculaire winst valt te boeken met technische scholing van het hardlopen, kwam natuurlijk ook de vraag op of dit bij marsen mogelijk is. Sommige militairen, met name zij die de diagnose CECS krijgen, geven aan dat zij veel klachten ervaren met marsen, met name heuvel op. Van de drie aanwijzingen die hierboven



Figuur 2 | De meest gebruikte laarzen in het Nederlandse leger (Meindl).

zijn beschreven voor het aanpassen van de hardlooptechniek is alleen de aanwijzing 'verhoog de pasfrequentie' toepasbaar. Marsen met een voorvoetlanding is 'onnatuurlijk' en valt daarom af. Het lichaam rechtop houden bij marsen doet bijna iedereen al en bij het dragen van zware (rug-)bepackking is voorover buigen in de heupen voor de meesten de enige strategie om het gewicht te kunnen dragen. Bij marsen op een loopband, met een snelheid van 5 km/uur, lopen de meeste militairen met een pasfrequentie van ongeveer 120 stappen per minuut. De pasfrequentie opvoeren met 5% wordt door de meesten als plezierig ervaren, maar veel meer (10%) is bijna niet haalbaar. De stappen worden dan te klein en ongemakkelijk. In een studie waarin gebruik werd gemaakt van een geïnstrumenteerde loopband en accelerometers om beide onderbenen is het volgende gevonden: bij het wandelen op militaire laarzen werden de verticale krachten met 2,2% - 9,0% verminderd nadat de pasfrequentie met vijf procent werd opgevoerd. Een vermindering van botbelasting werd met de accelerometers echter niet gevonden. De reductie van botbelasting, bereikt door minder verticale krachten per stap, wordt vermoedelijk teniet gedaan door het toegenomen aantal stappen.²⁷ Samenvattend kan gesteld worden dat met het aanpassen van marstechniek geen significante winst

geboekt kan worden in reductie van schokbelasting. Wel ervaren de meeste militairen een 5% opgevoerde pasfrequentie (iets kleinere stappen) als een vermindering van spierbelasting.

Doorbraak

Vanaf 2011 is dankzij de inzet van een grote groep professionals de kennis op het gebied van de behandeling en preventie van overbelastingsschades van de onderbenen bij militairen sterk gegroeid. De nieuwe

diagnostische benadering (zie deel 1 van dit tweeluik)¹² en het in dit tweede deel beschreven complexe conservatieve programma hebben er toe geleid dat het aantal operaties voor CECS in het Centraal Militair Hospitaal sterk is gedaald. In een recent artikel²⁸ wordt beschreven dat 65% van een groep van 75 militairen, die in het verleden zeker zouden zijn geopereerd, met het conservatieve revalidatieprogramma en zonder operatie dienstgeschikt zijn gebleven. Twee jaar later was 57% (van de

75) nog steeds actief in de militaire dienst, zonder operatie. Met deze studie is voor het eerst in een grote groep militairen aangetoond dat conservatieve behandeling van CECS positieve resultaten kan hebben. Voor civiele sporters is er nog geen vergelijkbare studie beschikbaar. Het is echter aannemelijk dat de gevonden resultaten ook voor civiele sporters, met name recreatieve hardlopers en wandelaars, betekenisvol kunnen zijn.

Over de auteur

Wessel Zimmermann is militair sportarts sinds het jaar 2000. In november 2019 is hij in Utrecht gepromoveerd op het onderwerp chronische onderbeenklachten bij militairen. Actief dienende militairen kunnen hem raadplegen bij de afdeling Trainingsgeneeskunde en Trainingsfysiologie (TGTF) van de Koninklijke Landmacht in Utrecht. Alle andere sporters zijn welkom in zijn privépraktijk in Zeewolde. Nadere informatie: www.sportartszimmermann.nl.

(advertentie)

EASYTAPE®

Tape it
EASY

EASYTAPE®
met tijgerprint

NEW

www.easytape.com

Zie deel 1¹² van dit artikel voor de referenties 1 t/m 11.

12. Zimmermann W (2019). Onderbeenklachten: eindelijk aandacht voor de looptechniek. Deel 1: Het belang van loopanalyse in de diagnostiek. *Sportgericht*, 73 (5), 20-24.
13. Zimmermann WO (2019). *Chronic exercise-related leg pain: diagnosis and treatment in the armed forces*. Academisch Proefschrift Universiteit van Utrecht.
14. Moen MH et al. (2012). The treatment of medial tibial stress syndrome in athletes: a randomized clinical trial. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy and Technology*, 4, 12.
15. Moen MH et al. (2012). Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome in athletes: a prospective controlled study. *British Journal of Sports Medicine*, 46 (4), 253-257.
16. Ligthert E et al. (2017). Het onderbeensprekuur in het Centraal Militair Hospitaal. Deel 1: Analyse van patiënten, patiëntenstromen en zorgontwikkelingen van 2013 tot en met 2016. *Nederlands Militair Geneeskundig Tijdschrift*, 70 (4), 90-98.
17. Korakakis V et al. (2018). The effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in common lower limb conditions: a systematic review including quantification of patient rated pain reduction. *British Journal of Sports Medicine*, 52 (6), 387-407.
18. Rompe JD et al. (2010). Low-energy extracorporeal shockwave therapy as a treatment for medial tibial stress syndrome. *American Journal of Sports Medicine*, 38 (1), 125-132.
19. Winters M et al. (2013). Treatment of medial tibial stress syndrome: A systematic review. *Sports Medicine*, 43 (12), 1315-1333.
20. Zimmermann WO et al. (2019). The immediate effect of extracorporeal shockwave therapy for chronic medial tibial stress syndrome. *Archives of Physical Health and Sports Medicine*, 2 (1), 13-21.
21. Zimmermann WO (2013). Sportcompressiekousen (2): het effect op de loopprestatie bij 100 militairen met een overbelastingsschade van de onderbenen. *Nederlands Militair Geneeskundig Tijdschrift*, 66 (1), 11-17.
22. Saxena A, Fullem B, & Gerdsmeyer L (2017). Treatment of medial tibial stress syndrome with radial soundwave therapy in two athletes. *Journal of Foot and Ankle Surgery*, 56 (5), 985-989.
23. Zimmermann WO (2017). Vitamine D bij militairen met mediaal tibiaal stress syndroom. *Nederlands Militair Geneeskundig Tijdschrift*, 70 (2), 32-36.
24. Barton CJ et al. (2016). Running retraining to treat lower limb injuries: a mixed-methods study of current evidence synthesized with expert opinion. *British Journal of Sports Medicine*, 50 (9), 513-526.
25. Zimmermann WO & Bakker EWP (2019). Reducing vertical ground reaction forces: the relative importance of three gait retraining cues. *Clinical Biomechanics*, 69, 16-20.
26. Zimmermann WO et al. (2019). Gait retraining reduces vertical ground reaction forces in running shoes and military boots. *Translational Sports Medicine*, 2 (2), 90-97.
27. Zimmermann WO & Duijvesteijn NM (2019). The effects of increasing cadence on vertical ground reaction forces when walking in military boots. *Nederlands Militair Geneeskundig Tijdschrift*, 72 (3), 57-63.
28. Zimmermann WO et al. (2019). Conservative treatment of anterior chronic exertional compartment syndrome in the military, with a mid-term follow-up. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 5 (1), e000532.
29. www.youtube.com/watch?v=hdubeyvop3U