



# Richtlijn voor de preventie en behandeling van overbelastingsblessures van de onderbenen bij jonge militairen

Door: W.O. Zimmermann, P.H. Helmhout, C.C. Harts

## Samenvatting

Overbelastingsblessures van de onderbenen komen veel voor bij militairen. Op verzoek van de Inspecteur Militaire Gezondheidszorg is een behandelrichtlijn voor mediaal tibiaal stress syndroom en chronisch inspanningsgebonden compartimentsyndroom ontwikkeld door een Defensiebrede multidisciplinaire werkgroep. Op basis van literatuuronderzoek en expert opinion worden de nieuwste inzichten in de preventie en behandeling van mediaal tibiaal stress syndroom en chronisch inspanningsgebonden compartimentsyndroom in de militaire gezondheidszorg besproken.

## Summary

*Overuse injuries of the leg are a common problem in the armed forces. The Surgeon General for all armed forces requested the formation of a new treatment protocol for medial tibial stress syndrome and chronic exertional compartment syndrome. This article is the product of a multidisciplinary task force. It describes the latest insights concerning the prevention and treatment of medial tibial stress syndrome and chronic exertional compartment syndrome in the Dutch Armed Forces, based on evidence from the literature and expert opinion.*

**Trefwoorden:** MTSS, CECS, Exercise related leg pain (ERLP), military, review, expert opinion.

**Keywords:** MTSS, CECS, Exercise related leg pain (ERLP), military, review, expert opinion.

## Lijst met militaire afkortingen

- IMG = Inspecteur Militaire Gezondheidszorg
- TGTF = Trainingsgeneeskunde en Trainingsfysiologie (van de Koninklijke Landmacht)
- CMH = Centraal Militair Hospitaal (in Utrecht)
- Veva = Veiligheid en Vakmanschap (pre-militaire opleiding op MBO scholen)
- MRC = Militair Revalidatie Centrum (in Doorn)
- SMD = Sociaal Medische Dienst (van de Koninklijke Marine in Amsterdam)
- SMR = Sport Medisch revalidatietraject (op een kazerne, 1e lijns zorg)
- VMA = Verantwoordelijk Militair Arts
- OIM = Orthopedische Instrument Makerij (in Doorn)
- KPU = Kleding- en Persoonsgebonden Uitrusting bedrijf (in Soesterberg)
- AMO = Algemene Militaire Opleiding
- TFO = Tirailleur Functie Opleiding (infanterie, gevechtstfunctie)

## Inleiding

Overbelastingsblessures van de onderbenen komen veel voor bij militairen. Oudere militairen presenteren vaker blessures aan de achterzijde van het onderbeen: kuit- en achillespeesklachten<sup>1</sup>. Jonge militairen ontwikkelen vooral klachten aan de voorzijde van de onderbenen, meestal in de vorm van mediaal tibiaal stress syndroom (MTSS) en chronisch inspanningsgebonden compartimentsyndroom (CICS).

MTSS is een overbelasting van bot en de verbinding periost-fascie<sup>2</sup>. De militair beschrijft pijn over het scheenbeen (de mediale tibiarend) over een gebied van tenminste 5 cm, geprovoceerd door hardlopen en springactiviteiten. In een vroeg stadium van de aandoening verdwijnt de pijn nog na een warming-up, in een gevorderd stadium is hardlopen en springen door pijn fors beperkt en is er sprake van langdurige pijn ná belasting. Het natuurlijk beloop is gunstig, langdurige rust doet de klachten afnemen.

De definitie van CICS is pijn en een pathologisch verhoogde druk in een spiercompartiment tijdens inspanning, die vervol-

gens in rust weer verdwijnt. Sommige onderzoekers zijn van mening dat de verhoogde druk leidt tot een verstoorde lokale weefsel doorbloeding (ischaemie)<sup>3,4</sup>, anderen trekken dit in twijfel<sup>5,6,7</sup>. Drukverhoging in een spiercompartiment kan acuut optreden (acuut compartiment syndroom, ACS), of chronisch, reversibel bij een specifieke inspanning (CICS). De acute variant treedt vooral op na trauma. ACS na inspanning is zeldzaam; mogelijk is er bij deze patiënten al sprake van CICS voordat ACS optreedt<sup>8,9</sup>. ACS vereist onmiddellijke operatieve behandeling (fasciotomie) om de structuren in het compartiment te behoeden voor permanente schade<sup>10</sup>. Chronisch recidiverende drukverhoging in een compartiment, gerelateerd aan intensief gebruik van spieren, is in Nederland voor het eerst gedetailleerd beschreven door Reneman<sup>10</sup>. Zijn patiëntenpopulatie bestond voornamelijk uit militairen. CICS kan optreden in elk spiercompartiment, maar komt het meeste voor in het voorste compartiment van het onderbeen. De jonge militair met CICS beschrijft knellende of brandende pijn bij inspanning aan de voorzijde van het onderbeen (voorste compartiment of lateraal compartiment) of diep in de kuit (diepe kuitcompartiment). De pijn treedt vooral op bij marsen en hardlopen en verdwijnt snel na het onderbreken van de activiteit, meestal binnen 15 minuten. Bij langdurig bestaande CICS kan de pijn na inspanning langer aanblijven. Het natuurlijk beloop is ongunstig. Zonder therapie zijn patiënten vaak na jaren nog niet in staat om te rennen<sup>11,10</sup>.

Defensiebrede prevalentie-/incidentiecijfers van overbelastingblessures van de onderbenen zijn er niet. Wel is er informatie over deelpopulaties. Hieruit blijkt dat MTSS en CICS enkele jaren geleden tot de top 3 behoorden van overbelastingblessures die leiden tot onderbreking van een opleiding en dat leerling-militairen met deze aandoeningen significant langer in een revalidatiepeloton verbleven<sup>12,13</sup>. In 2011 initieerde de Inspecteur Militaire Gezondheidszorg (IMG) een Defensiebrede werkgroep 'Onderbeenklachten', onder voorzitterschap van TGTF, met deelname van militaire zorgverleners die betrokken zijn bij de behandeling van chronische onderbeenklachten. De werkgroep had twee doelstellingen: 1. de zorg van de professionals op dit terrein binnen Defensie beter op elkaar afstemmen; 2. verbeteringen in de zorg voor militairen met onderbeenklachten identificeren en invoeren. In dit artikel worden de bevindingen en aanbevelingen van de werkgroep Onderbeenklachten gerapporteerd. Achtereenvolgens wordt besproken hoe professionals in de militaire preventieve zorg (met name bij de aanstellingskeuring, in de militaire opleiding en bij de herbeoordeling op dienstgeschiktheid), in de curatieve zorg

(eerste lijn op de kazernes en tweede lijn in het Centraal Militair Hospitaal CMH en bij TGTF) en in de revalidatiezorg (derde lijn) kunnen handelen bij onderbeenklachten.

### Preventieve maatregelen

De aanstellingskeuring biedt de Defensieorganisatie een eerste mogelijkheid om aan preventie van onderbeenklachten te werken. Tot enkele jaren geleden kwamen overwegend kandidaat-militairen zonder eerdere ervaring met onderbeenklachten bij de aanstellingskeuring<sup>14</sup>. Echter, met de komst van de pre-militaire opleiding Veiligheid en Vakmanschap (VeVa) op scholen voor middelbaar beroepsopleiding in 2009, is dat beeld gewijzigd. Tijdens de opleiding VeVa krijgt circa de helft van de studenten een sportblessure, waarbij in de categorie 'overbelasting' onderbeenklachten en rugklachten het meest frequent voorkomen<sup>15</sup>.

Bij de aanstellingskeuring kan gezocht worden naar risicofactoren voor overbelastingblessures van de onderbenen. Tabel 1 toont welke risicofactoren in de literatuur worden genoemd voor het ontwikkelen van onderbeenklachten in een militaire omgeving. Indien een kandidaat-militair meerdere risicofactoren voor het ontwikkelen van onderbeenklachten heeft, kan de uitslaggevend bedrijfsarts een aantal preventieve maatregelen nemen:

- de kandidaat-militair wordt in een lager functiecluster ingedeeld, waar beenbelasting in de vorm van hardlopen, marsen en verplaatsen te voet minder gevraagd zal worden;
- de kandidaat-militair wordt tijdelijk afgewezen, om te herstellen en de risicofactoren gunstig te beïnvloeden;
- de kandidaat-militair wordt definitief afgewezen (bij een zeer ongunstig risicoprofiel). De uitslaggevend bedrijfsarts voorkomt hiermee verder blessureleed en teleurstelling voor de kandidaat, alsmede opleidingsuitval, revalidatiekosten en vacante functies voor de organisatie.

Een prospectieve studie naar het relatieve belang van de genoemde risicofactoren in de Nederlandse militaire setting ontbreekt. Op basis van ervaring zijn volgens de werkgroep de volgende risicofactoren krachtige voorspellers voor het ontwikkelen van overbelastingblessures bij jonge militairen: actuele status (geblesseerd op het moment van keuring), onderbeenklachten in de voorgeschiedenis, wandel- en hardlooptechniek, vrouwelijk geslacht en gebrek aan ervaring met loopsporten (gedefinieerd als meerdere jaren training in een beenbelastende sport, bv. voetbal, atletiek). Deze laatste factor blijkt uit onderzoek een voor-



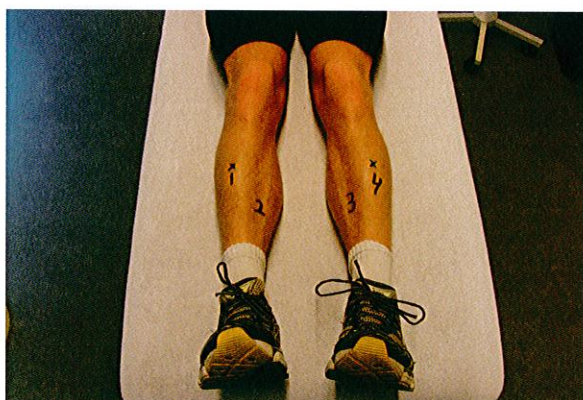
**Tabel 1.** Risicofactoren voor het ontstaan van onderbeenklachten in een militaire omgeving

Factor	Ongunstig	Literatuur
geslacht	vrouw	15,16,17,18,19
actuele status	palpatiepijn mediale tibiarend	20
	oedeem (zeer ongunstig)	20
voetvorm	navicular drop >0,5 cm	21
	geproneerde voetvorm (foot posture index $\geq +6$ )	17
	hoge voetboog (bony arch index > 0,27)	22
heupfunctie	ruime exorotatie >68° of >65°	18,19
	ruime endorotatie >48°	18
	beperkte endorotatie < 40°	21
omvang onderbeen	weinig spier (lean calve girth <34 cm)	18
	smal bot (tibial bone width)	19
enkeelfunctie	dorsaalflexie $\geq 21^\circ$	23
beoogde functie	soldaat (lagere rang)	16,24
beoogde onderdeel	landoptreden (army)	16
wandeltechniek	overpronatie, mediale druklijn	25
	afwijkend drukpatroon (blote voet)	26
	zware haklanding	25
hardlooptechniek	overpronatie	19,27
geschiedenis	onderbeenklachten	24
fitness	slechte score op een conditieproef	19,25,28
roken	roker	25

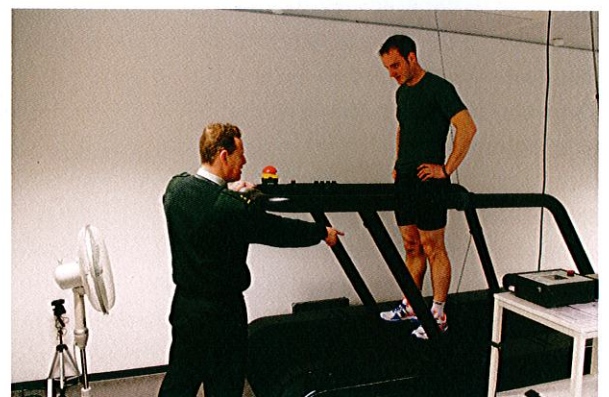
speller van uitval bij militaire training<sup>29</sup> en wordt ook genoemd in studies met wedstrijdssporters<sup>30</sup>. Voor kandidaat-militairen die de aanstellingskeuring zijn doorgekomen en een van de militaire initiële opleidingen

ingaan, lijkt een verantwoorde trainingsopbouw het belangrijkste preventieve instrument dat Defensie heeft om blessures in het algemeen en onderbeenklachten in het bijzonder te voorkomen. De literatuur laat een duidelijke relatie zien tussen het wekelijkse trainingsvolume (vooral van hardlooptactiviteiten) en het aantal blessures aan de onderste extremiteit<sup>31,32</sup>. De fysieke belasting dient dus geleidelijk te worden opgevoerd in de opleidingsketen die leidt tot plaatsing op een functie. In de militaire opleidingen wordt daarom bijgehouden welke soldaten overbelast dreigen te raken met vragenlijsten en monitoring van fysiologische parameters.

Uit onderzoek blijkt dat, soms tegen de verwachting in, maatregelen als het verlengen van de opleidingsduur<sup>33</sup>, het inbouwen van extra rust<sup>34</sup>, het uitvoeren van extra rek oefeningen<sup>35,36,37</sup> en het dagelijks verstrekken van calciumsupplementen<sup>38</sup> niet effectief gebleken zijn in de preventie van onderbeenklachten bij militairen in opleiding. Over het toepassen van steunzolen in de militaire laars kan het volgende gezegd worden: Commercieel verkrijgbare ('off the shelf') schokabsorberende inlegzolen kunnen de maximale druk op de hiel bij rennen met 27% verlagen en bij marsen met 23%<sup>39</sup>. Toch is er geen sterk bewijs dat het toepassen van schokabsorberende inlegzolen tot vermindering van het aantal blessures leidt<sup>40,41</sup>. Het preven-



**Afbeelding 1.** Oppervlakte anatomie: MTSS locatie 2 en 3, CICS van het voorste compartiment locatie 1 en 4.



**Afbeelding 2.** Om een juiste diagnose te kunnen stellen moet de patiënt de klachten provoceren; het lichamelijk onderzoek dient direct na inspanning te worden herhaald.

tief verstrekken van op maat gemaakte steunzolen ('customized shoe orthoses') geeft in enkele militaire studies positieve resultaten<sup>42,43</sup>. Drie systematische reviews komen echter tot dezelfde conclusie: er is meer onderzoek nodig voordat goed onderbouwd kan worden geadviseerd aan welke rekruten preventief steunzolen moet worden verstrekt<sup>31,40,44</sup>. Aan iedere rekrut preventief op maat gemaakte steunzolen verstreken lijkt een te kostbare strategie<sup>43</sup>. De werkgroep benadrukt de rol van militair kader bij het voorkomen van blessures. Ervaren instructeurs die overbelasting in hun trainingsgroepen kunnen beperken hebben minder uitval door blessures en betere slagingspercentages. Deze factor wordt niet genoemd in literatuur specifiek over onderbeenklachten, maar wel in een uitgebreide systematische review over de preventie van blessures in het algemeen bij militaire opleidingen<sup>45</sup>.

### Behandeling in de eerste lijn: een nieuwe richtlijn voor de militaire zorg

#### Diagnose

De lijst met meest voorkomende diagnoses bij jonge Nederlandse militairen met onderbeenklachten is kort: 1. MTSS; 2. CICS; 3. een combinatie van MTSS en CICS (Afbeelding 1). Pijn vanuit een hernia van de fascie, een stressfractuur van de tibia, impingement van een perifere zenuw (bv. de nervus peroneus superficialis) en ACS na inspanning worden zelden gezien bij Defensie.

De diagnose MTSS mag worden gesteld op basis van anamnese en lichamelijk onderzoek. Bij twijfel moet een stressfractuur of CICS worden uitgesloten<sup>2</sup>. De diagnose CICS wordt bevestigd als een intracompartimentele drukmeting (ICD) verhoogd is. In de militaire gezondheidszorg wordt de drukmeting verricht in de tweede lijn (zie volgende paragraaf). Herniae van de fascie worden vaak als comorbiditeit aangetroffen over het voorste en laterale compartiment<sup>1,46,10</sup>. Het exacte ontstaansmechanisme en de oorzaak van de pijn bij CICS zijn niet bekend<sup>47</sup>.

MTSS en CICS zijn twee verschillende aandoeningen. Uitsluitend op basis van anamnese en lichamelijk onderzoek

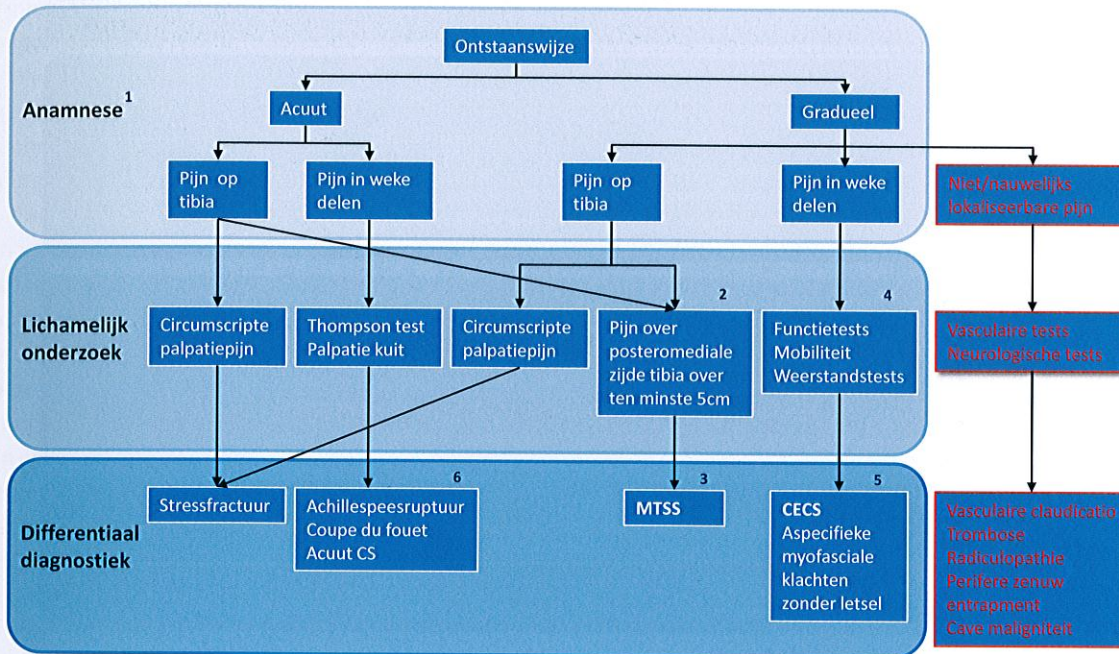
Tabel 2. Behandelrichtlijn voor MTSS en CICS in de militaire gezondheidszorg (versie 2014)

Week	Behandeling (literatuur)	Arts / fysio	Revalidatiefase	Component	Literatuur
0	loop- en sprongbelasting fors reduceren	arts	eerste consult	1	54
0	beoordelen heup-, knie-, enkel functie	arts	eerste consult	2	
0	afvallen als BMI te hoog	arts	eerste consult	3	
0	stoppen met creatine supplementen	arts	eerste consult	3	55,56
0	stoppen met roken	arts	eerste consult	3	25
0-2	nsaid	arts	eerste consult	2	22
0-2	ijs	arts	eerste consult	2	37
2	verwijzing reguliere fysiotherapie	arts	tweede consult	1	
2	plaatsing in een SMR traject op de kazerne	arts	tweede consult	1	
2	plaatsing in een revalidatie peloton	arts	tweede consult	1	12,13
3	beoordelen sportschoenen en laarzen	fysio	fysiofase deel 1	3	57
3	beoordelen / verstrekken steunzolen	fysio	fysiofase deel 1	3	54
3	beoordelen van de wandeltechniek	fysio	fysiofase deel 1	3	
3	beoordelen van de hardlooptechniek	fysio	fysiofase deel 1	3	50,54
3	sportcompressiekousen (niet bij CICS)	fysio	fysiofase deel 1	4	1,58,59
3-8	massage	fysio	fysiofase deel 1	2	60,61
3-8	tape	fysio	fysiofase deel 1	2	62
3-8	dryneedling, prolotherapie	fysio, arts	fysiofase deel 1	2	63
3-8	verbeteren range of motion	fysio	fysiofase deel 1	3	
3-12	verbeteren relevante kracht	fysio	fysiofase 1 en 2	3	64,65,66
3-12	behouden van / verbeteren conditie	fysio	fysiofase 1 en 2	3	54
6-12	overgang low impact / sprongvormen	fysio	fysiofase 1 en 2	4	15,51
6-12	aanpassen wandel / marstechniek	fysio	fysiofase 1 en 2	3	27
6-12	aanpassen hardlooptechniek	fysio	fysiofase 1 en 2	3	67,68,69
8-12	shockwave	sportarts	fysiofase deel 1	2	70,71
12-20	opbouwen marsbelasting	mil. kader	sport- en functie	4	
12-20	opbouwen hardlooptbelasting	mil. kader	sport- en functie	4	27,54
12-20	geschiktheid beoogde functie	arts	evaluatie	5	12
8-20	verwijzen 2e lijn: CMH	arts	stagnatie	5	

is het onderscheid tussen MTSS en CICS van het diepe kuitcompartiment echter moeilijk te maken<sup>48,49</sup>. Veel militairen hebben bovendien een mengvorm van MTSS en CICS, waarbij dit beeld in de loop van de tijd ook nog kan veranderen: vaak passen initiële klachten bij MTSS, maar ontwikkelen zich bij aanhoudende belasting en niet bijgestelde risicofactoren in de daaropvolgende maanden of jaren klachten die bij CICS passen.

## Diagnostisch proces onderbeenklachten

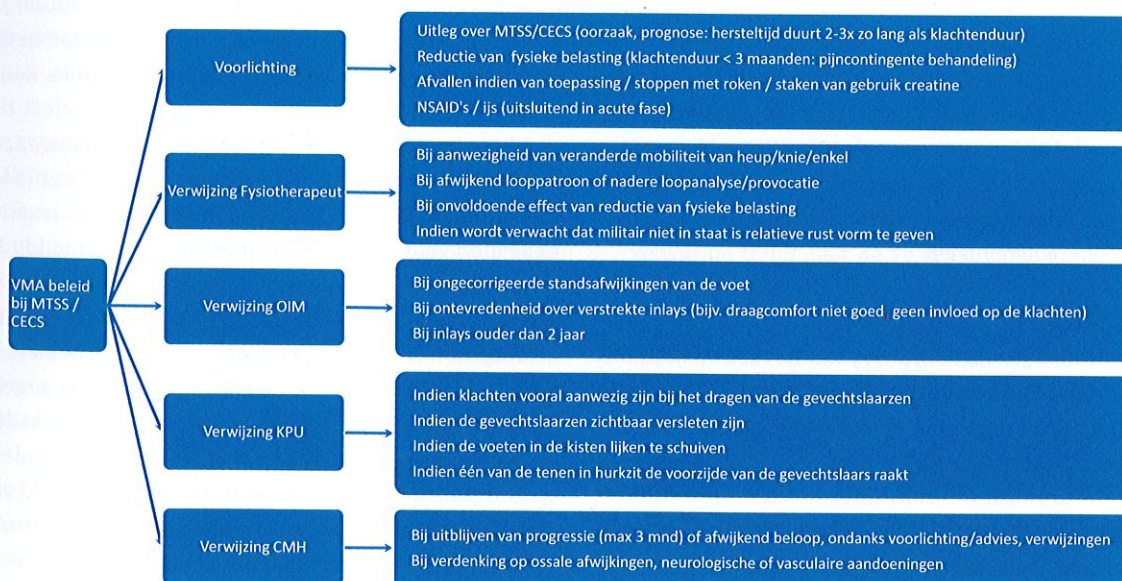
Gelokaliseerd tussen tuberositas tibiae en malleoli



Figuur 1a

## VMA beleid bij MTSS en CECS

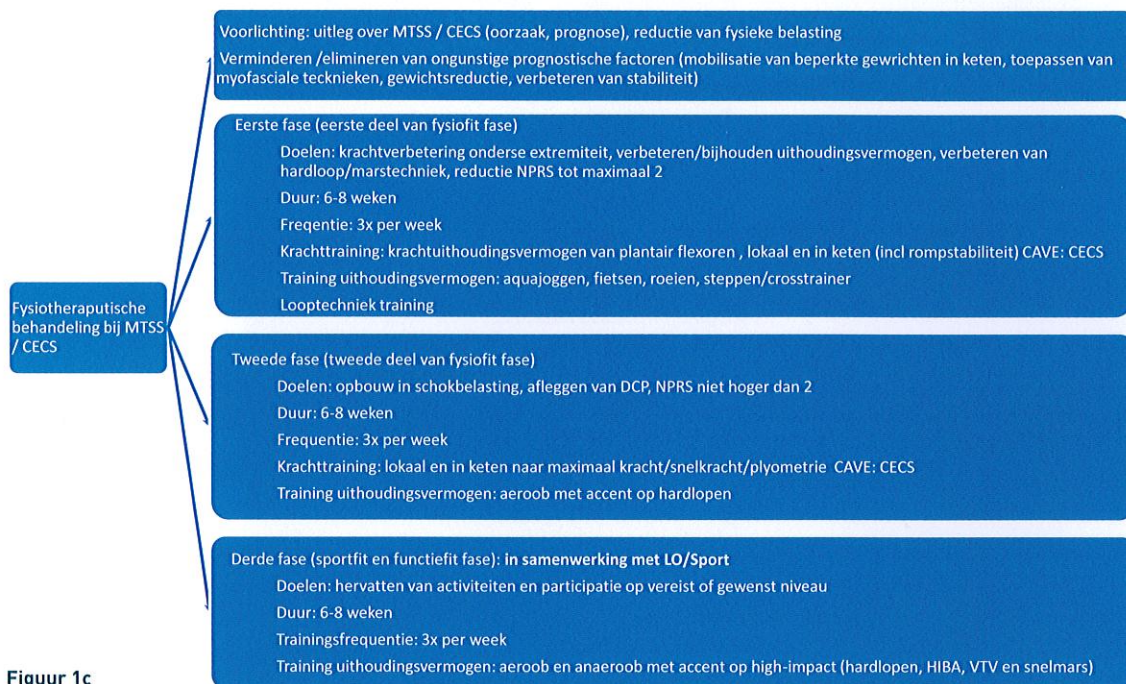
Maak altijd een controle afspraak (na max. 1 maand) voor het evalueren van het ingestelde beleid



Figuur 1b



### Fysiotherapeutische behandeling bij MTSS en CECS



Figuur 1c

Om een juiste diagnose te kunnen stellen moet de patiënt de klachten provoceren (Afbeelding 2) en dient het lichamelijke onderzoek direct na inspanning te worden herhaald<sup>50,27,51,52,53</sup>. Binnen TGTF is het 'Onderbeenpijnprofiel' ontwikkeld als een diagnostisch instrument. Tijdens een gestandaardiseerde test op een loopband wordt aan de patiënt gevraagd elke minuut de onderbeenpijn in vier regio's te scoren op een schaal van 1 tot 10. Het Onderbeenpijnprofiel helpt bij het stellen van de juiste (werk-)diagnose en biedt ook inzicht in de ernst van de beperkingen<sup>50</sup>. Daarnaast kan de test gebruikt worden om de looptechniek van de patiënt te beoordelen.

#### Behandeling

Tabel 2 toont een samenvatting van de nieuwe behandelrichtlijn voor MTSS en CICS in de militaire gezondheidszorg. Bijlagen 1a, 1b en 1c zijn aanvullende informatiekaarten voor de militair arts en fysiotherapeut. De behandeling van MTSS en CICS moet de volgende componenten bevatten:

- sterke reductie van de provocerende activiteiten (hardlopen, marsen, speedmarsen, springen, etc.);
- behandelen van lokale pijn in de weke delen en opheffen van beperkingen in de gewrichten in de keten;
- verbeteren van het risicoprofiel voor onderbeenklachten;

- geleidelijke opbouw van de fysieke belasting;
- functie-evaluatie: is betrokkene belastbaar tot het niveau van de beoogde functie?

De arts op de kazerne speelt een belangrijke rol bij het vroegtijdig starten van de behandeling van militairen met onderbeenklachten en het bewaken van de tijdslijn. Keuzemogelijkheden bij de start van een revalidatietraject zijn: reguliere fysiotherapeutische behandeling op de kazerne, plaatsing in een sportmedisch revalidatietraject (zgn. SMR-traject) op de kazerne, plaatsing in een centraal revalidatietraject voor leerling-militairen op een kazerne (dit betekent het volledig onderbreken van de opleiding) of verwijzing naar de tweede lijn. In een SMR-traject kunnen de volgende revalidatiefasen worden onderscheiden: de *fysiofit-fase* (begeleid door de fysiotherapeut), de *sportfit-fase* (sportinstructeur) en de *functiefit-fase* (militair kader). De overgang van de ene naar de andere fase vindt plaats op basis van objectieve meetmomenten, bijvoorbeeld pijnvrij een 12-minutenlooptest afleggen. Bij voorkeur worden klinische vorderingen gedurende de behandeling in maat en getal uitgedrukt, bijvoorbeeld met de Numerieke Pijn Schaal (NPS) of de Patiënt Specifieke Klachten schaal (PSK). Een vragenlijst gericht op onderbeenklachten is sinds kort

beschikbaar, maar nog niet in het Nederlands vertaald en gevalideerd<sup>72</sup>.

### Prognose

De revalidatieduur voor MTSS en CICS in de militaire setting is met 4-5 maanden over het algemeen langer dan in de civiele setting (3 maanden)<sup>12,13,58</sup>. Een verklaring hiervoor is dat militairen vaak lang wachten voordat zij medische hulp zoeken voor onderbeenklachten en pas een arts bezoeken als de overbelasting in een vergevorderd stadium is<sup>17</sup>, of dat de militair pas hersteld verklaard wordt op een hoger belastbaarheidsniveau. De enige voorspellende factor die in de literatuur gegeven wordt voor de revalidatieduur van onderbeenklachten in een revalidatiepeloton is de Body Mass Index (BMI): bij een hoger BMI duurt het herstel langer<sup>21</sup>. Het dragen van een onderbeenspalk, zoals bij een stressfractuur kan worden toegepast, versnelt het herstel van militairen met MTSS niet; bovendien is het draagcomfort bij verblijf op een kazerne slecht<sup>73,74</sup>.

### Verwijzing

Als na drie maanden conservatieve therapie volgens het protocol van tabel 2 nog steeds geen duidelijke verbetering van de onderbeenklachten is opgetreden, is een verwijzing vanuit de eerste lijn naar het Onderbeensprekuur in het Centraal Militair Hospitaal (CMH) geïndiceerd.

### Behandeling in de tweede lijn: één loket voor onderbeenklachten

#### Diagnose

Militairen met overbelastingsblessures van de onderbenen worden traditioneel gezien op de polikliniek chirurgie van het CMH. De diagnostiek en operatiecriteria bij militairen met CICS zijn meerdere malen onderwerp van studie in het CMH geweest<sup>11,75,10</sup>. De laatste twintig jaar was het aantal nieuwe patiënten met onderbeenklachten dat de polikliniek bezocht bij benadering 250 per jaar. Jaarlijks werd bij ongeveer 150 van hen een fasciotomie uitgevoerd. Dit patiëntenaanbod is groot in vergelijking met andere settings<sup>76</sup>. Sinds 1 januari 2013 heeft het 'Onderbeensprekuur' in het CMH een nieuwe, multidisciplinaire opzet. Bij het spreekuur zijn een chirurg, een sportarts, een revalidatiearts en, op indicatie, een radioloog betrokken. De pa-

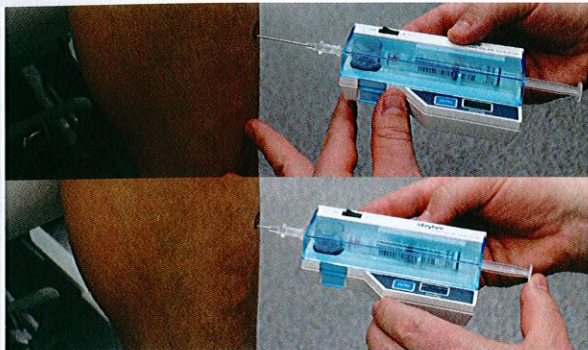
**Bijlage 2.** Nederlands militair onderzoek met een relatie naar MTSS en CECS

Militair onderzoek	Instantie	Jaren	Publicatie
Diagnostiek en operatietechniek voor CICS	CMH	1962-1975	9,101,10
drukmetingen bij CICS	CMH	1996-2000	75
NIRS voor de diagnose CICS	CMH	2000-2004	11
het revalidatiepeloton van de AMO	arbodienst KL	2003-2005	13
het revalidatiepeloton van de TFO	arbodienst KL	2005-2008	12,14
de behandeling van MTSS met een cast	arbodienst KL	2008-2009	73
voorspelling van de behandelduur bij MTSS	arbodienst KL	2008-2009	21
sportcompressiekousen	TGTF	2009-2013	1,59
oefentherapie voor MTSS	1e lijn	2010-2011	64
pijn in de weke delen van de onderbenen	TGTF	2012-2013	63
resultaten van fasciotomie van de voorste loge	1e lijn	2013	95
het veranderen van hardlooptechniek bij CICS	TGTF	2013-2014	Helmhout, volgt
prognostische factoren voor succes in een behandelprogramma	MRC	2013-2014	Meulekamp, volgt
shockwave bij onderbeenklachten	TGTF	2013-2015	Zimmermann, volgt
het veranderen van marstechniek bij CICS	TGTF	2014	Helmhout, volgt

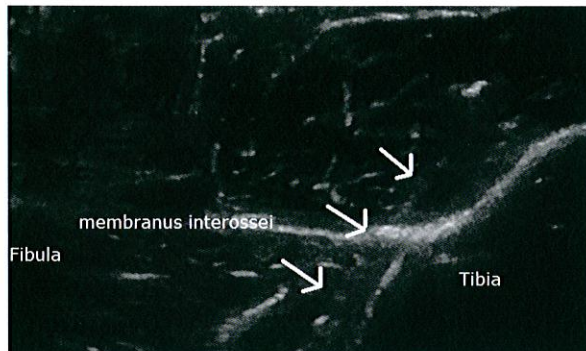
tiënt krijgt een protocollair consult, een diagnostische loopbandtest en aanvullende diagnostische onderzoeken, zoals ICD en beeldvorming. Uitkomsten van het consult kunnen zijn:

- chirurgische behandeling in het CMH of doorverwijzing binnen het CMH voor aanvullende diagnostiek en behandeling door een andere specialist;
- verwijzing naar de afdeling TGTF voor een sportgeneeskundig (poliklinisch) behandeltraject;
- verwijzing naar het militair revalidatiecentrum (MRC) voor een poliklinisch of intern revalidatieprogramma;
- verwijzing terug naar de 1e lijn gezondheidszorg, met behandeladvies.

Om de diagnose CICS te bevestigen is een ICD noodzakelijk. In het CMH wordt de Stryker drukmeter gebruikt en alleen direct na inspanning gemeten (alle meetwaarden worden verzameld binnen 2 minuten)<sup>75</sup>. Deze drukmeting wordt als richtlijn genomen voor diagnose en operatie<sup>75,53,10</sup>. Het diepe compartiment wordt bereikt via het voorste compartiment. Dit heeft als voordeel dat met één punctie twee compartimenten kunnen worden gemeten (Afbeeldingen 3a en 3b)<sup>77,48</sup>. Wel is er kans op het raken van een neurovasculaire bundel<sup>78</sup>. Bij toetsing onder echogeleide is in het



**Afbeelding 3a en 3b.** Drukmeting van het voorste compartiment (3a) en vervolgens diepe compartiment (3b) met een Stryker drukmeter.



**Afbeelding 4.** De Stryker drukmeter bereikt het diepe compartiment via het voorste compartiment.

CMH bevestigt dat met deze techniek daadwerkelijk het diepe compartiment wordt bereikt (Afbeelding 4). In meerdere reviews wordt ingegaan op de nadelen van de invasieve drukmeting en de behoefte aan een betrouwbare, minder pijnlijke meting, bij voorkeur tijdens inspanning. Ondanks nieuwe technische mogelijkheden zoals Near Infrared Spectrometry (NIRS)<sup>11</sup>, een echo direct na inspanning<sup>79</sup> en een inspanningstest in een MRI<sup>80</sup>, is tot op heden ICD de gouden standaard voor diagnose, mits protocollair uitgevoerd<sup>81,82,83</sup>. In het CMH zijn nog nooit complicaties van de drukmeting gemeld. In een Britse studie wordt één bloeding van de arteria tibialis posterior gemeld na drukmetingen bij 76 patiënten<sup>84</sup>. De ICD-referentiewaarden in het CMH zijn onderbouwd door Verleisdonk, maar alleen voor het voorste compartiment<sup>75</sup>. Nu voortschrijdend inzicht ertoe heeft geleid dat in het CMH in de meeste gevallen een ICD plaatsvindt van het voorste compartiment, het diepe kuitcompartiment en, op indicatie, ook van het laterale en het oppervlakkige kuitcompartiment, rijst de vraag wat normale en afwijkende drukwaarden zijn voor deze compartimenten, in rust en bij inspanning<sup>84</sup>. Vooral nog worden de waarden van het voorste compartiment als leidraad genomen. Opvallend is dat bij klachten die anamnestic het best passen bij MTSS toch regelmatig hoge drukwaarden worden gevonden in het diepe kuitcompartiment. Dit is geen nieuwe bevinding, maar werd veertig jaar geleden al beschreven<sup>85</sup>. Nader onderzoek naar de verschillen en overeenkomsten tussen MTSS en CICS van het diepe kuitcompartiment is gewenst.

### Operatieve behandeling

In het CMH wordt bij MTSS geen operatieve behandeling aangeboden. Er is slechts één recentere studie waarin fasciotomie van het diepe kuitcompartiment wordt beschreven bij patiënten met pijn over de mediale tibia rand en

normale waarden bij een drukmeting (ergo: MTSS)<sup>86</sup>. De auteurs beschrijven dat patiënten postoperatief aangeven dat de pijn is verminderd, maar slechts 41% keert terug op het sportniveau dat zij pre-operatief bedreven.

Tot enkele jaren geleden leek fasciotomie van de aangedane compartimenten de enige zinvolle medische handeling bij CICS<sup>87,88</sup>. In het CMH rapporteert Verleisdonk in 1996, na fasciotomieën van 151 compartimenten bij 81 patiënten (149 maal voorste compartiment en 2 maal laterale compartiment), dat 76% een half jaar na operatie minder pijnklachten heeft en dat de gemiddelde compartimentdruk van 57 mmHg pre-operatief is gedaald naar 25 mmHg post-operatief<sup>89</sup>. Een aantekening is dat bij tien patiënten postoperatief een onveranderd hoge drukwaarde werd geconstateerd. Vier patiënten (4,9%) ondergingen een her-fasciotomie. Als complicaties noemt Verleisdonk: driemaal een neurinoom en eenmaal een seroom. In andere studies worden de complicaties na fasciotomie uitvoeriger gerapporteerd: peroperatief vaatletsel, hematomen, neurologische klachten, schade aan de nervus peroneus superficialis, diep veneuze trombose, vertraagde wondgenezing, post-operatieve herniae, persistente enkelpijn en cosmetisch onacceptabele littekens<sup>3,76,78,90,91,92</sup>. Het hoogste complicatiepercentage dat gerapporteerd wordt is 15,7%<sup>76</sup>. De complicatiecijfers van fasciotomieën in het CMH zijn niet bekend, maar de chirurgen signaleren dat met het toenemen van het aantal compartimenten dat per zitting wordt geopereerd ook het aantal complicaties omhoog gaat. Langetermijncomplicaties van fasciotomie zijn niet goed gedocumenteerd. Een studie met echo's vóór en drie maanden na fasciotomie toonde aan dat er geen sprake was van veneuze reflux in de onderbenen, wel van verminderde pompfunctie van de kuitspieren en vermoedelijk een verhoogde kans op chronische veneuze insufficiëntie in de toekomst<sup>93</sup>. In een studie met honden is aan-





getoond dat fasciotomieën van de onderbenen tot een krachtsvermindering leiden van 10-16%<sup>94</sup>.

### Prognose

De prognose voor het militaire beroep na fasciotomie is niet gunstig. Analyse van 611 patiënten die een fasciotomie ondergingen in het Amerikaanse leger tussen 2003 en 2010 toont aan dat bij 44,7% van de patiënten onderbeenklachten terugkomen, 27,7% van de patiëntengroep keert niet terug naar zijn functie en 17,3% gaat met ontslag<sup>76</sup>. Analyse van 44 patiënten die in 2010 in het CMH een eerste fasciotomie ondergingen van het voorste compartiment van beide benen, toont een vergelijkbaar ongunstige prognose voor het militaire beroep: twee jaar na operatie zijn 15 van de 44 militairen (34%) teruggekeerd naar hun oorspronkelijke functie en functioneren sindsdien pijnvrij, 28 militairen (64%) hebben het beroep verlaten (12 van hen na een medische ongeschiktheidverklaring door de verzekeringsarts), en 25 militairen (57%) hebben nog steeds klachten<sup>95</sup>.

### Conservatieve behandeling

Diebal rapporteert als eerste over de gunstige effecten van loopscholing op het verminderen van de klachten en het verlagen van de ICD bij militairen met CICS<sup>97</sup>. Het ging hierbij wel om een 'zeer homogene' populatie militairen: jonge, fitte officieren in opleiding, met CICS van uitsluitend het voorste compartiment. Recent zijn meer studies verschenen die een gunstig effect van het veranderen van looptechniek op beenbelasting beschrijven in recreatieve hardlopers<sup>68,96</sup>. Loopschoeisel kan ook een belangrijke bijdrage leveren aan reductie van de beenbelasting. Zogenaamde 'low drop/low heel height' schoenen verminderen de piekbelasting op de hiel met 25%<sup>97</sup>. Eerder was al aangetoond dat een binnenzool met een stijgende helling van hak naar voorvoet de druk in het voorste compartiment tijdens hardlopen gemiddeld ruim 20 mm Hg kan doen dalen<sup>97</sup>. Het verstrekken van sportschoenen met een andere (afgenomen) hellingshoek van de binnenzool is nog niet beschreven als therapie voor CICS, maar zou overwogen kunnen worden<sup>97</sup>. Sommige auteurs zijn inmiddels van mening dat pijnklachten en verhoogde druk in een compartiment van het onderbeen veroorzaakt door verkeerde looptechniek een aparte diagnose moet worden: biomechanical overload syndrome<sup>98</sup>.

Op basis van voornoemde ontwikkelingen heeft in het CMH een beleidsverandering plaatsgevonden in de behandeling van CICS. Fasciotomie wordt momenteel pas overwogen ná tenminste drie maanden conservatieve therapie zoals hiervoor beschreven, met extra aandacht voor loopscholing en het

staken van creatinesuppletie<sup>55,56</sup> (zie ook tabel 2). Het aantal malen dat een fasciotomie wordt verricht is hierdoor aan het dalen.

### Behandeling in de derde lijn: revalidatiecentra

Er zijn twee centra binnen Defensie die multidisciplinaire revalidatieprogramma's aanbieden, met de mogelijkheid tot intern verblijf: de Sociaal Medische Dienst van de marine (SMD) in Amsterdam en het Militair Revalidatie Centrum Aardenburg (MRC) in Doorn. Beide behandelcentra begeleiden militairen met overbelastingsblessures van de onderbenen, zowel pre- als postoperatief. In de Richtlijn Onderbeenklachten wordt eerstelijns artsen geadviseerd in eerste instantie te verwijzen naar het onderbeensprekuur in het CMH voor aanvullende diagnostiek en behandeladvies en nog niet direct naar voornoemde behandelcentra.

Er is enige literatuur over het revalidatieproces na een fasciotomie<sup>99</sup>. Opraineren tot een hoog militair belastbaarheidniveau is in sommige gevallen mogelijk<sup>100</sup>, al moet rekening worden gehouden met een revalidatieduur van 3 maanden of meer<sup>4</sup>.

### Herbeoordeling op dienstgeschiktheid

Als een militair niet herstelt tot het belastbaarheidniveau dat nodig is voor zijn functie, kan de bedrijfsarts aan de commandant adviseren om de militair op een andere functie in te zetten, waar minder beenbelastende werkzaamheden worden gevraagd. Als een militair niet meer kan voldoen aan de militaire basiseisen, met als simpelste meetpunt een 12-minuten looptest (Coopertest), moet de bedrijfsarts de commandant adviseren een herbeoordeling op dienstgeschiktheid aan te vragen bij de militaire verzekeringsarts. Het spreekt voor zich dat in het kader van goede personeelszorg een militair pas aangeboden wordt bij de verzekeringsarts als er maximale curatieve zorg heeft plaats gevonden, waaronder consultatie van de tweede lijn. De militaire verzekeringsarts bedrijft tertiaire preventie als hij een militair definitief dienstongeschikt verklaart op basis van therapieresistente of recidiverende overbelastingsblessures van de onderbenen.

### Blijvend aandacht voor onderbeenklachten als beroepsaandoening van militairen

Met het verschijnen van de richtlijn onderbeenklachten en het multidisciplinaire spreekuur in het CMH heeft de werkgroep onderbeenklachten de doelstellingen gehaald. In het najaar van 2014 is een (bij)scholingsprogramma voor militaire artsen en fysiotherapeuten uitgevoerd. Omdat onderbeenklachten worden gezien als een beroepsgebonden

aandoening, verdient deze groep overbelastingsblessures blijvend aandacht van behandelaars en onderzoekers in de militaire gezondheidszorg (zie bijlage 2).

### Verantwoording

Verantwoording afbeeldingen 1, 2, 3a en 3b: W.O. Zimmermann, afbeelding 4: J.W. Grave, radiologisch laborant CMH. Een versie van dit artikel is eerder gepubliceerd in Nederlands Militairgeneeskundig tijdschrift (NMGT), mei 2014. Er is contact geweest tussen de hoofdredacteurs van NMGT en S&G. Er is toestemming gekregen voor publicatie.

### Referenties

1. Zimmermann WO. Sportcompressiekousen 2: het effect op de loopprestatie bij 100 militairen met een overbelastingsblessure van de onderbenen. *Nederl Mil Geneesk T* 2013, 66, 11-17.
2. Moen MH, Tol JL, Weir A, Steunebrink M, De Winter TC. Medial tibial stress syndrome: a critical review. *Sports Med* 2009, 39, 7, 523-546.
3. George CA, Hutchinson MR. Chronic exertional compartment syndrome. *Clin sports med* 2012, 31, 307-319.
4. Wilder RP, Magrum E. Exertional compartment syndrome. *Clin sports med* 2010, 29, 429-435.
5. Trease L, van Every B, Bernell K. A prospective blinded evaluation of exercise thallium-201 SPET in patients with suspected chronic exertional compartment syndrome of the leg. *Eur J Nucl Med* 2001, 28, 688-695.
6. Balduini FC, Shenton DW, O'Connor KH, Heppenstahl RB. Chronic exertional compartment syndrome: correlation of compartment pressure and muscle ischaemia utilizing 31P-NMR spectroscopy. *Clin Sports Med* 1993, 12, 151-165.
7. Amendola A, Rorabeck CH, Vellet D. The use of magnetic resonance imaging in exertional compartment syndrome. *Am J Sports Med*, 1990, 18, 29-34.
8. Martens MA, Backaert AR, Vermaut G, Mulier JC. Chronic leg pain in athletes due to a recurrent compartment syndrome. *Am J Sports Med* 1984, 12, 148-151.
9. Reneman RS. The anterior and the lateral compartmental syndrome of the leg due to intensive use of muscles. *Clin Orthop Rel Res* 1975, 113, 69-80.
10. Reneman RS. The anterior and the lateral compartment syndrome of the leg. *Proefschrift, Utrecht* 1968.
11. Brand van den JHG. Clinical aspects of lower leg compartment syndrome. *Proefschrift, Utrecht*, 2004.
12. Zimmermann WO. Beschrijving van een revalidatiepeloton van leerling militairen in de fase van de initiële opleiding. *Nederl Mil Geneesk T* 2008, 61, 21-24.
13. Zimmermann WO. Evaluatie van het revalidatiebeleid van leerling-militairen. *Nederl Mil Geneesk T* 2005, 58, 47-56.
14. Zimmermann WO. Blessurepreventie bij de infanterieopleiding TFO in de periode 2003-2005. *Interne publicatie Arbodienst KL*, 2007.
15. Duindam DJL. Voorkomen van recidiverende blessures bij VeVa-studenten. *Masterpiece Sport Hogeschool Eindhoven* 2013.
16. Waterman BR, Liu J, Newcomb R, Schoenfeld AJ, Orr JD, Belemont PJ. Risk factors for CECS in a physically active military population. *Am J Sports Med* 2013, 41, 11, 2545-2549.
17. Yates B, White S. The incidence and risk factors in the development of MTSS among naval recruits. *Am J Sports Med* 2004, 32, 3, 772-780.
18. Burne SG, Khan KM, BoudvillePB, Mallett RJ, Newman PM, Steinman LJ et al. Risk factors associated with exertional medial pain: a 12 month prospective clinical study. *Br J Sports Med* 2004, 38, 441-445.
19. Ross J. A review of lower limb overuse injuries during basic military training. *Mil Med* 1993, 158, 6, 410-420.
20. Newman P, Adams R, Waddington G. Two simple clinical tests for predicting onset of MTSS. *Br J Sports Med* 2012, 46, 12, 861-864.
21. Moen MH, Bongers T, Bakker EW, Zimmermann WO, Weir A, Tol JL, et al. Risk factors and prognostic indicators for medial tibial stress syndrome. *Scand J Med Sci Sports* 2010, 22, 1, 34-39.
22. Cowan DN, Jones BH, Robinson JR. Foot morphologic characteristics and risk of exercise-related injury. *Arch Fam Med* 1993, 2, 773-777.
23. Rauh MJ, Macera CA, Trone DW, Reis JP, Shaffer RA. Selected static anatomic measurements predict overuse injuries in female recruits. *Mil Med* 2010, vol 175, may, 329-335.
24. Wilkinson DM, Blacker SD, Richmond VL, Horner FE, Rayson MP, Speiss A et al. Injuries and injury risk factors among British army infantry soldiers during predeployment training. *Br J Sports Med* 2011, 17, 381-387.
25. Sharma J, Golby J, Greeves J, Spears IR. Biomechanical and lifestyle risk factors for MTSS in army recruits: a prospective study. *Gait & posture* 2011, 33, 361-365.
26. Franlyn-Miller A, Bilzon J, Wilson C, McCrory P. Can RSScan D3D software predict injury in a military population? *Foot* 2014, 24, 1, 6-10.
27. Hoogeveen AR. VSG mono-disciplinaire richtlijn CECS van het onderbeen, 2010.
28. Jones BH, Bovee MW, Harris III JM, Cowan DN. Intrinsic risk factors for exercise-related injuries among male and female army trainees. *Am J Sports Med* 1993, 21, 5, 705-710.
29. Knapik JJ. A prospective investigation of injury incidence and injury risk factors among army recruits in military police training. *BMC musculoskeletal disorders* 2013, 42, 32.
30. Hubbard TJ, Carpenter EM, Cordova ML. Contributing factors to MTSS: a prospective investigation. *Med Sci Sports Exerc* 2009, 490-496.
31. Yeung SS, Yeung EW, Gillespie LD. Interventions for preventing lower limb soft-tissue running injuries. *Cochrane database of systematic reviews* 2011, issue 7.
32. Almeida SA, Williams KM, Shaffer RA, Brodine SK. Epidemiological patterns of musculoskeletal injuries and physical training. *Med Sci Sports exerc* 1999, 31, 1176-1182.
33. Visser T, Veenstra BJ. Eindrapportage voorschakeltraject schoolbataljon Luchtmobiel. *Interne publicatie TGTF* 2003, rapport 02.



34. Popovich RM, Gardner JW, Potter R, Knapik JJ, Jones BH. Effect of rest from running on overuse injuries in army basic training. *Am J Prev Med* 2008, 18, 3S, 147-155.
35. Brushoj C, Larsen K, Albrecht-Beste E, Bachmann Nielsen M, Loye F, Hölmich P. Prevention of overuse injuries by a concurrent exercise program in subjects exposed to an increase in training load. *Am J Sports Med* 2008, 36, 4, 663-670.
36. Pope RP: A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med Sci Sports Exerc* 2000, 272-277.
37. Andrish JT, Bergfield JA, Walheim J. A prospective study on the management of shin splints. *J Bone Joint Surg Am* 1974, 56, 1697-1700.
38. Schweltnus MP, Jordaan G. Does calcium supplementation prevent bone stress injuries? A clinical trial. *Int J Sport Nutr* 1992, 2, 165-174.
39. Windle CM, Gregory SM, Dixon SJ. The shock attenuation characteristics of four different insoles when worn in military boots during running and marching. *Gait & Posture* 1999, 9, 31-37.
40. Craig DI. MTSS: evidence based prevention. *J Athl Trai* 2008, 43, 3, 316-318.
41. Schweltnus MP, Jordaan G, Noakes TD. Prevention of common overuse injuries by the use of shock absorbing insoles. *Am J Sports Med* 1990, 18, 6, 636-641.
42. Franklyn-Miller A, Wilson C, Bilzon J, McCrory P. Foot orthoses in the prevention of injury in initial military training: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2011, 39, 30-37.
43. Larsen K, Weidich F, Leboeuf-Yde C. Can custom-made biomechanic shoe orthoses prevent problems in the back and lower extremities? *J Manipulative Physiol Ther* 2002, 25, 5, 326-331.
44. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD. The prevention of shin splints in sports: a systematic review of literature. *Med Sci Sports Exerc* 2002, 32-40.
45. Bullock SH, Jones BH, Gilchrist J, Marschall SW. Prevention of physical training-related injuries. *Am J Prev Med* 2010, 38, 1S, S156-S181.
46. Blackman PG. A review of chronic exertional compartment syndrome of the lower leg. *Med Sci Sports Exerc* 2000, 32, 3, suppl S4-S10.
47. Bong MR, Polatsch DB, Jazrawi LM, Rokito AS. Chronic exertional compartment syndrome. *Bull Hosp Jt Dis* 2005, vol 62, no 3+4, 77-84.
48. Davey JR, Rorabeck CH, Fowler PJ. The tibialis posterior muscle compartment. *Am J Sports Med* 1984, 12, 5, 391-397.
49. Mubarak SJ, Gould RN, Lee YF, Schmidt DA, Hargens AR. The medial tibial stress syndrome. *Am J Sports Med* 1982, 10, 4, 201-205.
50. Godefrooij DA, Zimmermann WO. Ontwikkelingen in de behandeling van chronisch inspanningsgebonden loze syndroom. *Nederl Mil Geneesk T* 2012, 65, 160-162.
51. Huisman A. Met sprongen vooruit! Opbouw botbelasting bij MTSS. *Sportgericht* 2010, 64, 6, 10-15.
52. McCrory P, Bell S, Bradshaw C. Exercise related leg pain: neurological perspective. Nerve entrapments of the lower leg. *Med Sci Sports Exerc* 2000, 32, 3 suppl, S11-14.
53. Styf J. Diagnosis of exercise-induced pain in the anterior aspect of the lower leg. *Am J Sports Med* 1988, 16, 2, 165-169.
54. Bruijn de MC. VSG mono-disciplinaire richtlijn MTSS, 2010.
55. Potteiger JA, Carper MJ, Randall JC, Magee LJ, Jacobsen DJ, Hulver MW. Changes in lower leg anterior compartment pressure before, during and after creatine supplementation. *J Athl Trai* 2002, 157-163.
56. Schroeder C, Potteiger J, Randall J, Jacobsen D, Magee L, Benedict S, et al. The effects of creatine dietary supplementation on anterior compartment pressure in the lower leg during rest and following exercise. *Clin J Sport Med* 2001, 11, 87-95.
57. Giandolini M, Horvais N, Farges Y, Samozino P, Morin JB. Impact reduction through long-term intervention in recreational runners: midfoot strike pattern vs low-drop/low-heel height footwear. *Eur J Appl Physiol* 2013, 113, 8, 2077-2090.
58. Moen MH, Holtslag L, Bakker e, Barten C, Weir A, Tol JL, et al. The treatment of MTSS in athletes; a randomized clinical trial. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy and Technology* 2012, 4, 12.
59. Zimmermann WO, Paantjens MA. Sportcompressiekousen: gebruikerservaringen van 50 militairen. *Nederl Mil Geneesk T* 2009, 62, 209-213.
60. Atsemgeest MAM. Onderbeenklachten door plantaris hypertonie. *Sport & Geneeskunde* 2012, 2, 22-25.
61. Blackman PG, Simmons LG, Crossley KM. Treatment of chronic exertional anterior compartment syndrome with massage: a pilot study. *Clin J Sport Med* 1998, 8, 1, 14-17.
62. Franettovich M, Chapman AR, Blanch P, Vicenzino B. Augmented low-dye tape alters foot mobility and neuromotor control of gait in individuals with and without exercise related leg pain. *J Foot Ankle Res* 2010, 3-5.
63. Zimmermann WO, Willeboordse E. Chronische onderbeenklachten bij militairen: nieuwe bevindingen in de weke delen? *Nederl Mil Geneesk T* 2013, 66, 92-99.
64. Muller C, Honselaar B. Sportspecifiek trainen van de dorsaalflexoren bij MTSS. *Nederl Mil Geneesk T* 2011, 64, 146-151.
65. Raaijmakers B, Honselaar B, Rehorst J. Core-stability training als therapie voor MTSS. *Sportgericht* 2010, 64, 5, 31-37.
66. Madeley LT, Munteanu SE, Bonanno DR. Endurance of the ankle joint plantar flexor muscles in athletes with MTSS. *J Sci Med Sport* 2007, 10, 356-362.
67. Diebal AR, Gregory R, Alitz C, Gerber JP. Forefoot running improves pain and disability associated with CECS. *Am J Sports Med* 2012, 40, 5, 1060-1067.
68. Giandolini M, Arnal PJ, Millet GY, Peyrot N, Samozino N, Dubois B, et al. Impact reduction during running: efficiency of simple acute interventions in recreational runners. *Eur J appl physiol* 2013, 113, 3, 599-609.
69. IJzerman JC, Kuipers H. Tibial stress syndroom. *Geneeskunde & Sport* 1978, 11, 3, 56-68.
70. Rompe JD, Cacchio A, Furia JP, Mattulli N. Low energy extracorporeal shockwave therapy as a treatment for MTSS. *Am J Sports Med* 2010, 38, 1, 125-132.
71. Moen MH, Rayer S, Schipper M, Schmikli S, Weir A, Tol JL, et al. Shockwave treatment for MTSS in athletes. *Br J Sports Med* 2012, 46, 4, 253-257.
72. Nauck T, Lohrer H, Padhiar N, King JB. Development and validation of a questionnaire to measure the severity of functional limitations and reduction of sports ability in German-speaking patients with exercise-induced leg

- pain. *Br J Sports Med* 2012, dec 15 (epub).
73. Moen MH, Bongers T, Bakker EW, Weir A, Zimmermann WO, van der Werve M, et al. The additional value of a pneumatic leg brace in the treatment of recruits with medial tibial stress syndrome; a randomized study. *J R Army Med Corps* 2010, 156, 4, 236-240.
  74. Johnston E, Flynn T, Bean M, Breton M, Scherer M, Dreitzler G, et al. Randomized controlled trial of a leg orthosis versus traditional treatment for soldiers with shin splints. *Mil Med* 2006, 171, 1, 40-44.
  75. Verleisdonk EJMM. Het inspanningsgebonden compartiment syndroom. Proefschrift. Utrecht, 2000.
  76. Waterman R, Laughlin M, Kilcoyne K, Cameron KL, Owens BD. Surgical treatment of chronic exertional compartment syndrome of the leg. *The J Bone Joint Surg Am* 2013, 95, 592-596.
  77. Rorabeck CH. Exertional tibialis posterior compartment syndrome. *Clin Orthop Rel Res* 1986, 61-64.
  78. Turnipseed W, Detmer DE, Girdley F. Chronic compartment syndrome. *Ann Surg* 1989, vol 210, no 4, 557-562.
  79. Rajasekaran S, Beavis C, Aly AR, Leswick D. The utility of ultrasound in detecting anterior compartment thickness changes in CECS: a pilot study. *Clin J Sport Med* 2013, 23, 305-311.
  80. Ringler MD. MRI accurately detects CECS: a validation study. *Skeletal Radiol* 2013, 42, 385-392.
  81. Roberts A, Franklyn-Miller A. The validity of the diagnostic criteria used in CECS: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports* 2012, 22, 585-595.
  82. Aweid O, Del Buono A, Malliaras P, Iqbal H, Morrissey D, Maffulli N, et al. Systematic review and recommendations for intracompartimental pressure monitoring in diagnosing CECS of the leg. *Clin J Sport Med* 2012, 22, 4, 356-370.
  83. Hislop M, Tierney P. Intracompartimental pressure testing: results of an international survey of current clinical practice, highlighting the need for standardized protocols. *Br J Sports Med* 2011, 45, 12, 956-958.
  84. Dharm-Datta S, Minden DF, Rosell PA, Hill PF, Mistlin A, Etherington J. Dynamic pressure testing for CECS in the UK military population. *J R Army Med Corps* 2013, 159, 114-118.
  85. Puranen J. The medial tibial syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 1974, 712-715.
  86. Yates B, Allen M, Barnes MR. Outcome of surgical treatment of medial tibial stress syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 2003, 85A, 10, 1974-1980.
  87. Cook S, Bruce G. Fasciotomy for chronic compartment syndrome in the lower limb. *ANZ J. Surg.* 2002, 72, 720-723.
  88. Howard JL, Mohtadi NGH, Preston Wiley J. Evaluation of outcomes in patients following surgical treatment of CECS in the leg. *Clin J Sport Med* 2000, 10, 176-184.
  89. Verleisdonk EJMM, van den Helder CJM, Hoogendoorn HA, van der Werken Chr. Goede resultaten van fasciotomie bij het chronisch compartimentsyndroom van het onderbeen. *Ned Tijdschr Geneesk* 1996, 140, 50, 2513-2517.
  90. Kramer DE, Lee Pace J, Jarrett DY, Zurakowski D, Kocher MS, Michelli LJ. Diagnosis and management of symptomatic muscle herniation of the extremities. *Am J Sports Med* 2013, 41, 9, 2174-2180.
  91. Fijter de WM, Scheltinga MR, Luiting MG. Minimally invasive fasciotomy in CECS and fascial hernias of the anterior lower leg. *Mil Med* 2006, 171, 5, 399-403.
  92. Mouhsine E, Garofalo R, Moretti B, Gremion G, Akiki A. Two minimal incision fasciotomy for chronic exertional compartment syndrome of the leg. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006, 14, 193-197.
  93. Singh N, Sidawy AN, Bottoni CR, Antedomenico E, Gawley TS, Harada D. Physiological changes in venous hemodynamics associated with elective fasciotomy. *Ann Vasc Surg* 2006, 20, 301-305.
  94. Garfin SR, Tipton CM, Mubarak SJ, Woo SLY, Hargens AR, Akeson WH. Role of fascia in maintenance of muscle tension and pressure. *J Appl Physiol* 1981, 51, 2, 317-320.
  95. Nijhoving HW. De periode na fasciotomie bij militairen met CECS nader uitgediept. Scriptie voor de opleiding tot bedrijfsarts, Nijmegen 2013.
  96. Wellenkotter J, Kernozek TW, Meardon S, Suchomel T. The effects of running cadence manipulation on plantar loading in healthy runners. *Int. J Sports med* 2014, 35, 9, 779-784.
  97. Jerosch J, Castro WHM, Halm H, Bork H. Influence of the running shoe sole on the pressure in the anterior tibial compartment. *Acta Orthop Belg.* 1995, 61, 3, 190-198.
  98. Franklyn-Miller A, Roberts A, Hulse D, Foster J. Biomechanical overload syndrome: defining a new diagnosis. *BMJ* 2014, 48, 6, 415-416.
  99. Schubert AG. Exertional compartment syndrome: review of the literature and proposed rehabilitation guidelines following surgical release. *Int J Sports Phys Ther* 2011, 6, 2, 126-141.
  100. Flautt W. Post surgical rehabilitation following fasciotomies for bilateral CECS in a special forces soldier. *Int J Sports Phys Ther* 2013, 8, 5, 701-715.
  101. Reneman RS, Wieberdink J. A new technique for blind (subcutaneous) fasciotomy of the anterior compartment of the leg. *Arch Chir Neerlandicum*, 1970 22, 2, 39-43.

#### Over de auteurs

De auteurs zijn allen werkzaam bij de afdeling Trainingsgeneeskunde en Trainingsfysiologie van de Koninklijke Landmacht. De sectie Trainingsgeneeskunde is een SCAS-gecertificeerd sportmedisch adviescentrum. De focus is op de behandeling van militairen die niet optimaal inzetbaar zijn voor hun taken als gevolg van een sportgeneeskundige beperking en op zorgvernieuwing (evidence-based medicine). De sectie Trainingsfysiologie concentreert zich op de preventie van sportgeneeskundige problematiek, met o.a. de volgende aandachtsgebieden: fysieke selectie, training en opleiding, werken onder extreme (klimatologische) omstandigheden en de inzetbaarheid van ouder militair personeel.  
Luitenant-kolonel-arts W.O. Zimmermann<sup>a</sup>  
Dr. P.H. Helmhout<sup>b</sup>  
Drs. C.C. Harts<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Senior sportarts en bedrijfsarts, Trainingsgeneeskunde en Trainingsfysiologie (TGTF) van de Koninklijke Landmacht; tevens adjunct assistent professor Uniformed Services University of the Health Sciences (USUHS), Bethesda, Maryland, USA  
<sup>b</sup> Senior onderzoeker, TGTF  
<sup>c</sup> Manueel therapeut, TGTF

Contactpersoon: W.O. Zimmermann, tel 06-51163409, email: wo.zimmermann@mindef.nl of wesselzimmermann@hotmail.com