



De enkel-armindex voor en na inspanning bij gezonde militairen en militairen met onderbeenklachten

Een verkennende studie

door luitenant-kolonel-arts
W.O. Zimmermann^a,
dr. P.H. Helmhout^b en R. Noest^c

Samenvatting

Onderbeenklachten komen vaak voor bij militairen. De meeste klachten worden veroorzaakt door het Mediaal Tibiaal Stress Syndroom (MTSS, Engels: Medial Tibial Stress Syndrome, MTSS) en het Chronisch Inspanningsgebonden Compartimentsyndroom (CICS, Engels: Chronic Exertional Compartment Syndrome, CECS). Een onderscheid tussen deze diagnoses is niet altijd eenvoudig te maken. De diagnose MTSS mag worden gesteld op basis van anamnese en lichamelijk onderzoek. De diagnose CICS mag pas worden bevestigd na een drukmeting van het spiercompartiment, direct na inspanning. Deze meting is invasief en pijnlijk, met name in het diepe compartiment. Een alternatieve methode om de diagnose te bevestigen is gewenst.

De kenmerkende verhoogde intracompartimentale druk bij CICS beïnvloedt mogelijk de arteriële aanvoer van bloed, die indirect meetbaar is als systolische bloeddruk. In deze studie wordt onderzocht of de enkel-armindex (EAI, Engels: ankle-brachial index, ABI) CICS-patiënten kan identificeren. De EAI is gedefinieerd als de systolische bloeddruk aan de enkel gedeeld door de systolische bloeddruk aan de arm. In het onderzoek is EAI gemeten voor inspanning en 1, 5, 10 en 15 minuten na inspanning bij drie groepen proefpersonen: gezonde militairen, patiënten met CICS en patiënten met een combinatie van MTSS en CICS.

De resultaten wijzen uit dat zowel de EAI, als de systolische bloeddruk gemeten aan de enkel bij CICS-patiënten 1 minuut na inspanning significant lager is dan bij de overige twee onderzoeksgroepen. Op basis hiervan worden aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek naar de mogelijke toepassing van de EAI in de diagnostiek van CICS.

Inleiding

Onderbeenklachten komen vaak voor bij militairen en leiden geregeld tot verminderde inzetbaarheid of uitval bij militaire opleidingen¹. Bij jonge militairen worden de meeste onderbeenklachten veroorzaakt door MTSS en CICS. Uit onderzoek binnen de Nederlandse defensieorganisatie van enkele jaren geleden bleek dat MTSS en CICS tot de top 3 van overbelastingblessures horen die leiden tot het onderbreken van een militaire opleiding¹. MTSS wordt gekenmerkt door pijn op de mediale botrand van de tibia. Het pijngebied is minimaal 5 cm aaneengesloten en de pijn wordt erger bij beenbelastende activiteiten als hardlopen en springen. Vaak is sprake van pijn na inspanning. De diagnose MTSS kan worden gesteld op basis van anamnese en lichamelijk onderzoek^{1,2}. Kenmerkend voor CICS is een verhoogde druk in een spiercompartiment tijdens beenbelastende activiteiten, die weer normaliseert in rust^{3,4}. Er kunnen vier compartimenten in het onderbeen betrokken zijn: het voorste, het laterale, het diepe achterste en het oppervlakkige achterste compartiment. Het voorste compartiment (45%) en het

diepe achterste compartiment (40%) zijn het meest frequent aangedaan⁵. Bij CICS staan pijnklachten tijdens inspanning op de voorgrond, vaak zo heftig dat de militair de activiteit moet onderbreken. De pijnklachten verdwijnen meestal in rust⁶. Om de diagnose CICS te bevestigen wordt de druk in het compartiment gemeten, in ieder geval rond de eerste minuut na inspanning⁷. In het Centraal Militair Hospitaal (CMH) wordt een compartimentdruk ≥ 35 mmHg als richtlijn aangehouden voor de diagnose CICS en een mogelijke operatieve ingreep⁸.

In de populatie Nederlandse militairen komen MTSS en CICS regelmatig gecombineerd bij dezelfde patiënt voor. Ook is het mogelijk dat de twee blessures elkaar in de tijd opvolgen: meestal eerst MTSS, later CICS. In de praktijk is gebleken dat een diagnostische looptest kan helpen bij het maken van een onderscheid tussen MTSS en CICS van het voorste compartiment⁹. Tijdens een geprotocolleerde, in belasting toenemende test provoceert de patiënt zijn klachten door middel van marsen en hardlopen. De patiënt rapporteert elke minuut de pijnlocatie en de ernst van de pijn om te komen tot een pijnprofiel.

Het pijnprofiel maakt duidelijk welke delen van het onderbeen pijn doen en hoe ernstig de beperking wordt ervaren. De ervaring leert dat patiënten tijdens een provocatietest niet kunnen onderscheiden of de pijn vanaf de mediale tibia komt (MTSS) dan wel vanuit het diepe compartiment (CICS). Vooralsnog is de enige mogelijkheid om onderscheid te maken tussen MTSS en CICS van het diepe compartiment het uitvoeren van een invasieve drukmeting.

Conservatief zijn er goede behandel mogelijkheden voor onderbeenklachten. Vermindering van beenbelasting, massage, dry needling, shockwave, oefentherapie in de vorm van specifieke rekoefeningen en spierversterking en aanpassingen van schoeisel en hardlooptechniek kunnen alle bijdragen aan herstel¹. Indien geen bevredigend resultaat wordt bereikt met conservatieve therapie kan bij de diagnose CICS een operatie overwogen worden, een zgn. fasciotomie. Hierbij wordt de fascie van het aangedane spiercompartiment gekliefd. Fasciotomie geeft meestal een significante vermindering van pijnklachten, maar niet altijd een terugkeer naar het gewenste sportniveau noch het gewenste militaire werkniveau ('functiecluster'). Daarnaast bestaat er kans op recidivering¹.

De etiologie van MTSS wordt in de literatuur beschreven met enkele theorieën, waarbij de nadruk ligt op de buigbelasting van de tibia en fasciale trekkracht². De etiologie van CICS is nog grotendeels onbekend.

^a 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.

^b Senior onderzoeker, TGTF.

^c Student geneeskunde, Leiden.

Artikel ontvangen maart 2015.

De pijnklachten die patiënten rapporteren zijn gerelateerd aan inspanning en knellend van aard en lijken daarmee op ischemische klachten. Een mogelijke verklaring voor deze ischemische klachten is dat bij CICS-patiënten tijdens inspanning een verhoogde druk in het spiercompartiment wordt opgebouwd die de doorstroming van zuurstofrijk bloed belemmert⁶. Bij patiënten met CICS is bekend dat het fenomeen *post-exercise hyperaemia* enkele minuten later optreedt dan bij gezonde proefpersonen¹⁰. Dit is ook het moment waarop de patiënten aangeven dat hun pijn wegzakt.

De enkel-armindex (EAI) is een meting die wordt gebruikt in de diagnostiek van perifere vaatlijden (Engels: peripheral artery disease, PAD). EAI wordt gedefinieerd als de systolische bloeddruk gemeten aan de enkel gedeeld door de systolische bloeddruk gemeten aan de arm. De waarde van de EAI kan als volgt worden geïnterpreteerd: < 0,9, afwijkend, passend bij PAD; 0,90-0,99 borderline normaal; 1,0-1,40 normaal; >1,40 afwijkend, passend bij PAD¹¹.

De EAI na inspanning toont bij gezonde proefpersonen in het algemeen een milde daling (ca. 5%) en een snel herstel in 1 tot 2 minuten. Bij patiënten met PAD toont de EAI na inspanning een grotere daling (ca. 20%) en een vertraagd herstel van meer dan 3 minuten¹¹. De EAI gemeten na inspanning kan aanvullende diagnostische waarde hebben bij patiënten met inspanningsgebonden klachten. Zo is bij patiënten met claudicatio die in rust een normale EAI hebben, de EAI na inspanning in 30% van de gevallen alsnog afwijkend¹². De EAI na inspanning is ook een diagnostische test bij wielrenners met verdenking

EAI	voor inspanning	1 minuut na inspanning	5 minuten na inspanning	10 minuten na inspanning	15 minuten na inspanning
proefpers.	normaal	verlaagd	normaal	normaal	normaal
CICS	normaal	extra verlaagd	verlaagd	normaal	normaal

Tabel 1: Onderzoekshypothese: bij militairen met CICS is de EAI in de eerste en vijfde minuut na inspanning lager dan bij gezonde militairen.

op endofibrose van de arteria iliaca externa¹³. De EAI na inspanning is nog niet eerder bij patiënten met CICS gemeten, wat gezien de vermoede ischemische aard van CICS interessant kan zijn. Wellicht kan de EAI een bijdrage leveren aan het diagnostisch onderscheid tussen gezonde mensen en patiënten met CICS. Moderne EAI-meters zijn betrouwbaar en gemakkelijk in gebruik¹⁴. In dit pilotonderzoek is achtereenvolgens bij gezonde militairen, bij militairen met CICS en bij militairen met een combinatie van MTSS en CICS de EAI in rust en na inspanning gemeten. Omdat in de militaire tweedelijnszorg patiënten met een combinatie van MTSS en CICS veel worden gezien is deze groep ook opgenomen in het onderzoek.

De centrale onderzoeksvraag in deze studie was of de EAI-waarden voor en na inspanning verschillen tussen gezonde militairen, militairen met CICS en militairen met een combinatie van MTSS en CICS. Onze hypothese was dat de EAI bij militairen met CICS in de eerste en vijfde minuut na inspanning lager zou zijn dan bij gezonde militairen en na 10 minuten weer op hetzelfde niveau zou zijn teruggekeerd. De literatuur geeft aan dat de doorstroming van bloed in het aangedane spiercompartiment van CICS-patiënten de eerste minuten na inspanning minder is dan bij gezonde proefpersonen¹⁰ en dat deze verhoogde druk in de aangedane compartimenten 9 tot 15 minuten na

inspanning genormaliseerd is^{4,6}. Zie tabel 1.

Method, definities en begrippen

Studiesetting

Het betreft een verkennende cohortstudie die plaatsvond op de afdeling Trainingsgeneeskunde Trainingsfysiologie (TGTF) van de Directie Personeel & Organisatie, Staf Commando Landstrijdkrachten, gevestigd op de Kromhoutkazerne te Utrecht.

Studiepopulatie

Militairen met CICS dan wel een combinatie van MTSS en CICS werden na de diagnosestelling doorverwezen vanuit het onderbeensprekkuur in het Centraal Militair Hospitaal (CMH) naar de sportarts van TGTF. In het CMH werd als onderdeel van de reguliere zorg een intracompartimentale drukmeting van het voorste en diepe achterste compartiment verricht. Wanneer de patiënten voldeden aan de in- en exclusiecriteria van dit onderzoek (zie tabel 2) werden ze, na informed consent, geïnccludeerd in de studie. Alle patiënten hebben het gebruikelijke diagnose- en behandeltraject gehad, voor dit onderzoek aangevuld met een eenmalige sessie EAI-metingen zoals beschreven in het testprotocol. Een op leeftijd en geslacht vergelijkbare controlegroep gezonde militairen van de Luchtmobiele Brigade in Schaarsbergen werd tijdens hun sportlessen gerekruteerd en, wederom na informed consent, geïnccludeerd.

Testprotocol

Bij het eerste consult op de afdeling TGTF verzamelde de sportarts de benodigde persoonsgegevens en werd biometrie verricht. Tevens werd de Single Assessment Numeric Evaluation (SANE) score bevraagd: Op een schaal van 0 tot 100, hoe goed zijn uw benen belastbaar? Een score van 100 staat voor volledig belastbaar. De SANE-score is in de militaire setting ontwikkeld¹⁵.

De EAI in rust en na inspanning werd gemeten door een onderzoeker die door de sportarts vooraf niet geïnformeerd werd over de diagnose van de proefpersonen. Voor het meten van de EAI werd gebruik gemaakt van

	inclusiecriteria	exclusiecriteria (allen)
patiënten	klachten > 6 weken	actuele rugklachten
	drukmeting < 4 weken geleden in het CMH	actuele enkel- of knieblesure
proefpers.	belastbaarheid benen 100% (SANE-score)	fasciotomie < 1 jaar geleden
CICS	pijnscore voorste compartiment ≥ 2	diabetes
	pijnscore mediale tibia ≤ 1	systolische bloeddruk > 160 mmHg
	drukmeting direct na inspanning > 35 mmHg	diastolische bloeddruk > 100 mmHg
combinatie	combinaties MTSS en CICS	hart- en vaatziekten
	pijnscores ≥ 2, mediale tibia en voorste comp.	spataderen benen

Tabel 2: In- en exclusiecriteria voor het onderzoek.

een gevalideerde, oscillometrische EAI-bloeddrukmeter (Microlife WatchBP Office ABI®, Microlife, Amsterdam)^{14,16}. De EAI-metingen werden uitgevoerd conform de aanbevelingen van de fabrikant. Bij de EAI-metingen lag de proefpersoon op de rug (zie afb. 1). Bij de armmeting werd de a. brachialis gemeten aan beide armen. Dit werd drie keer herhaald. De arm met de gemiddeld hoogste systolische bloeddruk werd geselecteerd voor de berekening van de EAI. Bij de beenmeting nam het instrument automatisch de hoogste waarde van de arteria tibialis anterior of de arteria tibialis posterior. Om een betrouwbare rust-EAI te krijgen, werd de EAI twee keer bepaald en gemiddeld. Vervolgens nam de sportarts een geprotocolleerde inspanningstest van 14 minuten af op een loopband (Woodway, GmbH, Weil am Rhein). [Zie tabel 3 voor het testprotocol. De patiënt scoorde elke minuut van de test de mate van pijn op vier onderbeenlocaties (rechts lateraal, rechts mediaal, links mediaal, links lateraal) met een cijfer tussen 0 (geen pijn) en 10 (ondraaglijke pijn), om te komen tot een pijnprofiel⁹. Bij twee achtereenvolgende pijnscores 7 of hoger op dezelfde onderbeenlocatie werd de test beëindigd. Als de



Afb. 1: De enkel-armindex: gelijktijdige meting van de bloeddruk aan enkel en arm.

Foto: W.O. Zimmermann.

pijnscores onder de 7 bleven, liep de patiënt de test volledig uit, mits de fysieke conditie dit toeliet. Voor het berekenen van de EAI na inspanning werd bij gezonde proefpersonen het been gebruikt met de hoogste systolische bloeddruk in rust, bij patiënten het been met de hoogste pijnscore bij inspanning. Direct na afloop van de inspanningstest ging de patiënt op

de onderzoeksbank liggen. De onderzoeker deed de bloeddrukmanchetten om de geselecteerde arm en het geselecteerde been en mat de EAI achtereenvolgens na 1, 5, 10 en 15 minuten. De gebruikte EAI-bloeddrukmeter kan per EAI-meting maar 1 enkel-armcombinatie tegelijk meten. De EAI-meting duurt ongeveer 1 minuut per keer.

snellheid km/uur	helling %	tijd	voorste comp. rechts	mediale tibiarend rechts	mediale tibiarend links	voorste comp. links
5	1%	0'55"	0	0	0	0
6	1%	1'55"	0	0	0	0
7	1%	2'55"	0	0	0	0
8	1%	3'55"	0	0	0	0
9	1%	4'55"	1	0	0	1
10	1%	5'55"	2	0	0	2
11	1%	6'55"	2	0	0	2
12	1%	7'55"	3	0	0	3
12	5%	8'55"	3	0	0	3
12	5%	9'55"	4	0	0	4
7,5	5%	10'55"	7	0	0	6
7,5	5%	11'55"	7	0	0	7
12	1%	12'55"	einde	-	-	-
12	1%	13'55"	-	-	-	-
stoptijd		11'55"				

Tabel 3: Geprotocolleerde inspanningstest: voorbeeld van een pijnprofiel bij een CICS-patiënt.

Statistische analyse

Verschillen tussen de drie groepen in de gemiddelde waarden van de systolische bloeddruk aan de arm, systolische bloeddruk aan de enkel en EAI per meetmoment (in rust en 1, 5, 10 en 15 minuten na inspanning) zijn vergeleken met One-Way ANalysis Of VAriance (ANOVA). Verschillen in het verloop van de EAI-waarden binnen, respectievelijk tussen de onderzoeksgroepen zijn geanalyseerd met Repeated Measurements ANOVA. Post Hoc Tests met Bonferroni-correctie zijn in beide analyses gebruikt om de groepen onderling (paarsgewijs) met elkaar te vergelijken. Levene's Test is gebruikt om te toetsen of aan de ANOVA-voorwaarde van homogeniteit van varianties werd voldaan. Mauchly's test of Sphericity is gebruikt om te toetsen of sprake was van sfericiteit (gelijke varianties in de verschilscores op de verschillende tijdstippen); Greenhouse-Geisser correcties zijn toegepast als aan deze voorwaarde niet werd voldaan. Statistische significantie is vastgesteld bij een p-waarde <.05. Data zijn geanalyseerd met Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) (PASW Statistics for Windows, Versie 18.0. Chicago, SPSS Inc., USA).

	Gezond (n=10)	CICS (n=10)	Combinatie (n=10)
Leeftijd (jaren)	23,2	21,7	23,0
Lengte (cm)	186	178	182
Gewicht (kg)	87,4	79,9	80,2
BMI	25,2	25,2	24,2
Duur klachten (maanden)	0	6,1	9,5
SANE-score (0-100)	100	61	56
Duur van de looptest (min)	14,0	11,3	10,8
druk voorste compartiment pijnlijkste been (mmHg)	-	69,1	51,0
druk voorste compartiment tweede been (mmHg)	-	67,6	43,4
druk diepe compartiment pijnlijkste been (mmHg)	-	44,7	38,3
druk diepe compartiment tweede been (mmHg)	-	50,0	32,6

Tabel 4: Kenmerken van de studiepopulatie.

Resultaten

De kenmerken van de studiepopulatie zijn per onderzoeksgroep gepresenteerd in tabel 4. Het betrof uitsluitend mannelijke proefpersonen van tussen de groepen vergelijkbare leeftijd, lengte en gewicht. De combinatiegroep had gemiddeld ruim 3 maanden langer klachten dan de CICS-groep. De gemeten drukwaarden in de spiercompartimenten waren bij de CICS-patiënten hoger dan bij de combinatiegroep.

Figuur 1-3 geeft per onderzoeksgroep het verloop in de tijd van de drie uitkomstmaten: systolische bloeddruk aan de arm (fig. 1), systolische bloeddruk aan de enkel (fig. 2) en EAI (fig. 3).

Vergelijking van de waarden van de uitkomstmaten per meetmoment (One-Way ANOVA) laat significante verschillen tussen de drie groepen zien voor de systolische bloeddruk 1 minuut na inspanning ($F(2, 27) = 3.39$ met $p = .043$) en voor de EAI 1 minuut na inspanning ($F(2, 27) = 3.50$ met $p = .040$). Dit is in figuur 2 en 3 met een * aangeduid. De overige waarden per meetmoment verschillen niet statistisch significant.

Analyse van het beloop van de waarden van de uitkomstmaten in de tijd (Repeated Measurements ANOVA) laat voor de drie onderzoeksgroepen de volgende testresultaten zien:

- Voor alle drie de onderzoeksgroepen geldt dat er significante verschillen te zien zijn in het beloop van de waarden. De testresultaten voor systolische bloeddruk arm:

De testresultaten voor systolische bloeddruk arm:
 $F(3.52, 47.54) = 1.31$ met $p = .279$;
 voor systolische bloeddruk been:
 $F(5.58, 75.39) = 1.48$ met $p = .202$;
 voor EAI: $F(6.05, 81.61) = 1.85$ met $p = .100$.

Discussie

In deze verkennende cohortstudie stond de vraag centraal of de EAI-waarden voor en na inspanning verschillen tussen gezonde militairen, militairen met CICS en militairen met een combinatie van MTSS en CICS. Onze hypothese was dat de EAI bij militairen met CICS kort na de inspanning (1 en 5 minuten) lager zou zijn dan bij gezonde militairen en pas na langere tijd (10 minuten) weer op hetzelfde niveau zou zijn teruggekeerd. De resultaten van deze verkennende studie zijn in overeenstemming met de hypothese: na 1 minuut werden bij de CICS-patiënten significant lagere EAI-waarden gevonden dan bij de andere twee onderzoeksgroepen, echter na 5 minuten was het verschil verdwenen.

Dit is voor zover wij weten de eerste studie waarbij de EAI van CICS-patiënten, gezonde proefpersonen en een combinatiegroep (CICS én MTSS) is vergeleken. De bevindingen bij de CICS-patiënten komen opvallend overeen met de bevindingen bij wielrenners met een vernauwing van de arteria iliaca externa¹³: de bloeddruk gemeten aan de arm voor en na inspanning verschilt niet of nauwelijks

$F(1.76, 47.54) = 144.62$ met $p = .000$;
 voor diastolische bloeddruk been:
 $F(2.79, 75.39) = 15.17$ met $p = .000$;
 voor EAI: $F(3.02, 81.61) = 47.31$ met $p = .000$.

- Paarsgewijze vergelijking (post hoc tests) laat zien dat voor alle drie de onderzoeksgroepen de waarde op 1 minuut na inspanning significant verschilt van de overige waarden.
- Overall is het patroon in de tijd van de drie uitkomstmaten niet verschillend tussen de onderzoeksgroepen.

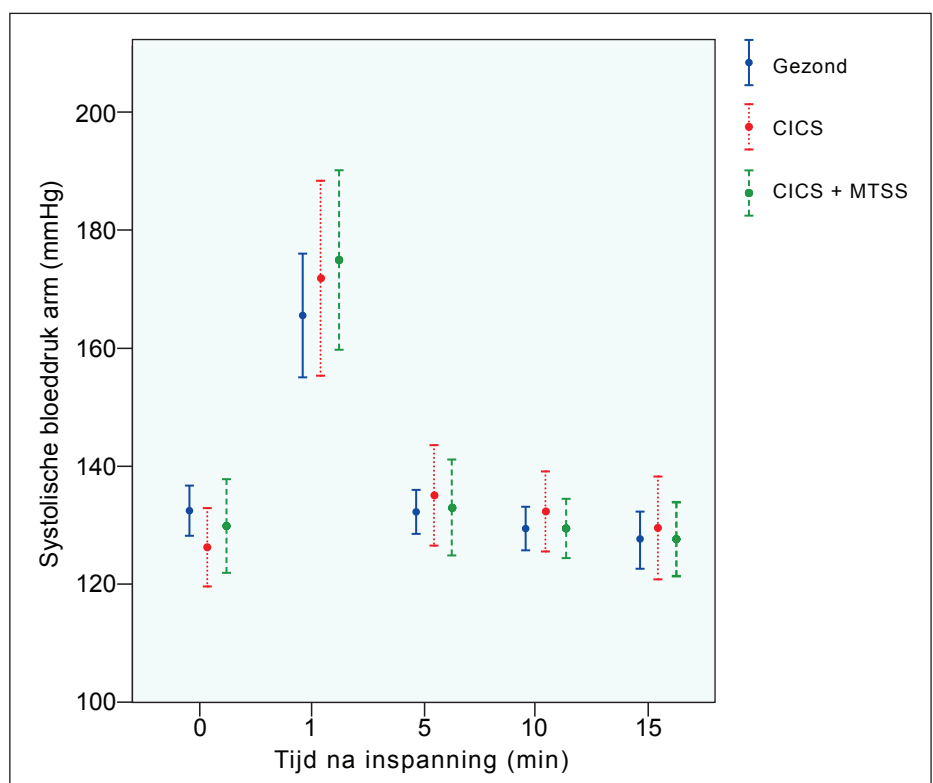
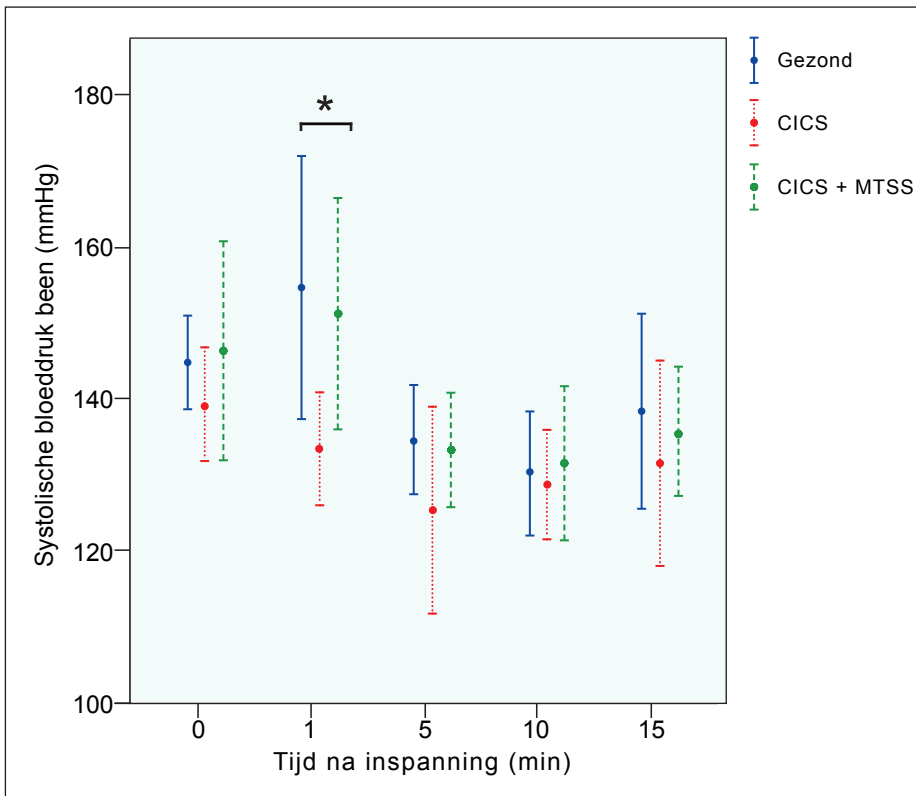
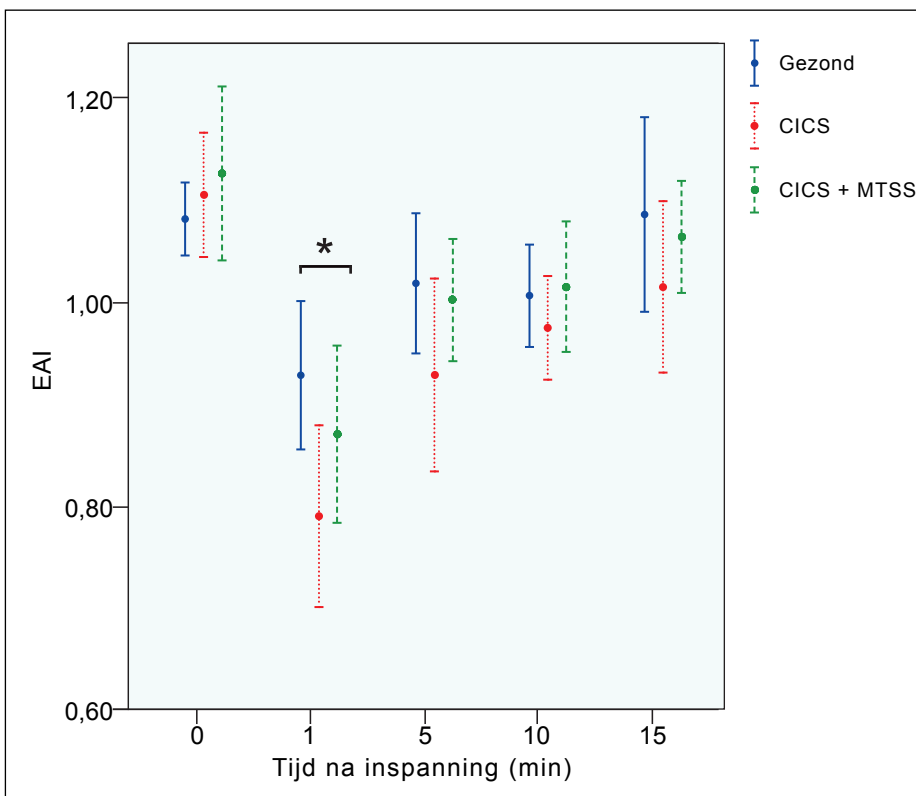


Fig.1: Verloop van de systolische bloeddruk aan de arm per onderzoeksgroep in de tijd (in rust, en 1, 5, 10 en 15 minuten na inspanning).



* CICS significant verschillend van beide andere groepen $p < .05$.

Fig. 2: Verloop van de systolische bloeddruk aan de enkel per onderzoeksgroep in de tijd (in rust, en 1, 5, 10 en 15 minuten na inspanning).



* CICS significant verschillend van beide andere groepen $p < .05$.

Fig. 3: Verloop van de EAI per onderzoeksgroep in de tijd (in rust, en 1, 5, 10 en 15 minuten na inspanning).

tussen gezonde proefpersonen en patiënten, maar patiënten onderscheiden zich van gezonde proefpersonen direct na inspanning door een verlaagde systolische bloeddruk aan de benen en daardoor een verlaagde EAI. Bij patiënten met vaatlijden kan het verval in systolische

bloeddruk verklaard worden door de vernauwing in het aanvoerende bloedvat. Bij patiënten met CICS moet de verklaring voor de bloeddrukdaling vermoedelijk gezocht worden in een doorbloedingsstoornis in de spieren, op het niveau van de capillairen¹⁷. De vraag of er bij patiënten met CICS

tijdens inspanning daadwerkelijk sprake is van een tekort aan arteriële bloedaanvoer is nog niet definitief beantwoord¹⁸. Anders dan we verwachtten zijn de verschillen in EAI-waarden 5 minuten na inspanning alweer verdwenen. Een verklaring hiervoor kan zijn dat bij CICS-patiënten de druk in de aangedane compartimenten in die tijdsperiode al voldoende gedaald is om adequate bloedaanvoer te herstellen. Een methodologische beperking van dit onderzoek is dat de onderzoeksgroepen relatief klein zijn. De bevindingen van deze studie dienen dus eerst gereproduceerd te worden in een studie met meer proefpersonen. Bij reproduceerbare resultaten zou vervolgens bekeken kunnen worden of het mogelijk is te komen tot een afkapwaarde waaronder de EAI met hoge sensitiviteit wijst op CICS.

In dit onderzoek is EAI gemeten op 1 en 5 minuten na inspanning. Na 5 minuten waren de verschillen tussen de groepen verdwenen. Om te bekijken hoe snel na inspanning de EAI-waarden genormaliseerd zijn, is het voor toekomstig onderzoek aan te bevelen de meetintervallen te verkleinen naar bijvoorbeeld 2 en 4 minuten na inspanning. Onze studiepopulatie liet tijdens de looptest soms grote individuele verschillen in volhoudtijd zien (zie tabel 4). De test werd beëindigd bij tweemaal pijnscore 7 of als de deelnemer vanwege zijn uithoudingsvermogen niet verder kon. Vanuit de literatuur is bekend dat de intensiteit van de inspanning invloed heeft op de EAI na inspanning: de EAI direct na inspanning is lager naarmate de inspanningstest zwaarder is¹⁹. Idealiter moet dus elke proefpersoon dezelfde tijdsduur lopen voor een zuivere vergelijking. In een studie met getrainde atleten versus ongetrainde personen bleek ook dat de mate van fitheid invloed heeft op de EAI²⁰. De atleten, gekenmerkt door een hogere maximale zuurstofopname (VO_{2max}), hadden een significant hogere EAI in rust en een significant kleinere daling van EAI na inspanning. In een toekomstig onderzoek zal de VO_{2max} bij voorkeur gemeten in een conditietest waarin de onderbeenklachten geen prominente rol spelen (zoals een fietstest), als potentiële effectmodifier meegenomen moeten worden. Ten slotte is het gewenst om in vervolgonderzoek een groep patiënten met MTSS maar zonder CICS-klachten te includeren. Mocht de systolische bloeddruk aan de enkel na inspanning

in deze groep net zo verlopen als bij gezonde proefpersonen, dan zou op basis van de EAI of de systolische bloeddruk aan de enkel een onderscheid gemaakt kunnen worden tussen MTSS en CICS van de diepe loges. Speciale aandacht verdient de vraag of een combinatie van de non-invasieve testen, met name pijnprofiel en EAI, voldoende diagnostische zeggingskracht heeft om de invasieve drukmeting bij CICS op termijn te kunnen vervangen.

Conclusie en aanbevelingen

De resultaten wijzen uit dat zowel de EAI, als de systolische bloeddruk gemeten aan de enkel bij CICS-patiënten 1 minuut na inspanning significant lager is dan bij gezonde proefpersonen en patiënten met een combinatie van MTSS en CICS. In een meer uitgebreide studie zal nagegaan moeten worden of de EAI en/of de systolische bloeddruk 1 minuut na inspanning gebruikt kan worden als niet-invasieve methode bij het stellen van de diagnose. Aanbevelingen voor vervolgonderzoek zijn:

- toevoegen van een groep patiënten met MTSS (met invasieve drukmeting);
- toevoegen van een meting van de fitness van de proefpersonen (VO_{2max} op een fietsergometer);
- iedereen hetzelfde protocol laten uitvoeren;
- frequenter EAI meten na inspanning: 1, 2, 4, 6, 8, 10 en 15 minuten;
- de diagnostische waarde van de combinatie van pijnprofiel en EAI vergelijken met een invasieve drukmeting.

Woord van dank

Dank gaat uit naar R.S. Reneman, MD, PhD, professor emeritus of cardiovascular research, Department of Physiology, Cardiovascular Research Institute, Maastricht University. Professor Reneman is in 1968 als militair arts in Utrecht gepromoveerd op het onderwerp diagnostiek en behandeling van CICS. Het is uniek dat hij zich 47 jaar later nog steeds betrokken voelt bij het onderwerp en actueel advies voor dit artikel heeft gegeven.

Bijdragen van de auteurs

Alle auteurs hebben de laatste versie van dit artikel gelezen en staan achter de inhoud.

De bijdragen van de auteurs waren: onderzoeksidee WZ; onderzoeksuitvoering WZ en RN; wetenschappelijke ondersteuning en statistische analyse PH; tekstbijdragen WZ, PH, RN; figuren RN.

SUMMARY

THE ANKLE BRACHIAL INDEX BEFORE AND AFTER EXERCISE IN HEALTHY SOLDIERS AND SOLDIERS WITH LOWER LEG COMPLAINTS

A cohort study

Exercise related leg pain is a common complaint in the military. Medial Tibial Stress Syndrome (MTSS) and Chronic Exertional Compartment Syndrome (CECS) are the most prevalent conditions. A distinction between the two conditions is not always easy to make. The diagnosis MTSS can be made based on history and physical examination alone. The diagnosis CECS requires an intracompartmental pressure measurement (ICP), immediately after exercise. The ICP is invasive and can be painful, an alternative method to confirm the diagnosis is desirable. The characteristic rise of ICP in CECS patients possibly reduces the arterial supply of blood to the leg, resulting in a related decrease in systolic blood pressure. This is a pilot study to determine whether ankle-brachial index (ABI) before or after exercise can identify CECS patients. ABI is defined as systolic blood pressure at the ankle, divided by systolic blood pressure at the arm. ABI was recorded before exercise and 1, 5, 10 and 15 minutes after exercise in three study groups: Healthy young military men, CECS patients and patients with a combination of MTSS and CECS. The results show that both ABI and systolic blood pressure at the ankle are significantly lower in CECS patients than in the other two study groups, one minute after exercise. Recommendations are made for future studies into the possible role of ABI in the diagnosis of CECS.

Literatuur:

1. Zimmermann W.O., Harts C.C., Helmhout P.H.: 2014. De behandeling van MTSS en CICS in de militaire gezondheidszorg. *Nederl Mil Geneesk T* 67, 3, 72-82.
2. Moen M.H.: 2009. Medial tibial stress syndrome: a critical review. *Sports Med* 39 (7), 523-546.
3. Styf J.R., Körner L.M.: 1987. Diagnosis of chronic anterior compartment syndrome in the lower leg. *Acta Orthop Scand* 58, 139-144.
4. Reneman R.S.: 1968. The Anterior and the Lateral Compartment Syndrome of the Leg. PhD thesis, University of Utrecht.
5. Wilder R.P., Sethi S.: 2004. Overuse injuries: tendinopathies, stress fractures, compartment syndrome, and shin splints. *Clin Sports Med* 23, 55-81.
6. Reneman R.S.: 1975. The Anterior and the Lateral Compartment Syndrome of the Leg Due to Intensive Use of Muscles. *Clin Orthop Relat Res* 113, 69-80.

7. Aweid O., Del Buono A., Malliaras P., Iqbal H., Morrissey D., Maffuli N. et al.: 2012. Systematic review and recommendations for intracompartmental pressure monitoring in diagnosing chronic exertional compartment syndrome of the leg. *Clin J Sport Med* 22, 4, 356-370.
8. Verleisdonk E.J.: 2000. The exertional compartment syndrome. PhD thesis, University of Utrecht 2000.
9. Godefrooij D.A., Zimmermann W.O.: 2012. Ontwikkelingen in de behandeling van chronisch inspanningsgebonden logesyndroom (CICS). *Nederl Mil Geneesk T* 65, 160-162.
10. Abraham P., Leftheriotis G., Saumet J.L.: 1998. Laser Doppler flowmetry in the diagnosis of chronic compartment syndrome. *J Bone Joint Surg [Am]* 80, 365-369.
11. Abovans V., Criqui M., Abraham P., Allison M.A., Creager M.A., Diehm P.: 2012. Measurement and interpretation of the ankle-brachial index. *Circulation*, December 11, 2890-2909.
12. Stein R., Hriljac I., Halperin J.L., Gustavson S.M., Teodorescu V., Olin J.W.: 2006. Limitation of the resting ankle-brachial index in symptomatic patients with peripheral arterial disease. *Vascular Medicine* 11, 29-33.
13. Fernández-García B., Alvarez Fernández J., Vega García F., Terrados N., Rodríguez-Alonso M., Alvarez Rodríguez E. et al.: 2002. Diagnosing external iliac endofibrosis by postexercise ankle to arm index in cyclists. *Med Sci Sports Exerc* 34, 2, 222-227.
14. Kollias A., Xilomenos A., Protogerou A., Dimakakos E., Stergiou G.S.: 2011. Automated determination of the ankle-brachial index using an oscillometric blood pressure monitor: validation vs. Doppler measurement and cardiovascular risk factor profile. *Hypertens Res* 34, 7, 825-830.
15. Williams G.N., Taylor D.C., Gangel T.J., Uhorchak J.M., Arciero R.A.: 2000. Comparison of the single assessment numerical evaluation method and the Lysholm score. *Clin Orthop Relat Res* 373, 184-192.
16. Rodriguez-Roca G.C., Villarín-Castro A., Carrasco-Flores J., Artigao-Rodenas L.M., Carbayo-Herencia J.A., Escobar-Cervantes C. et al.: 2014. Concordance between automated oscillometric measurement of ankle-brachial index and traditional measurement by eco-Doppler in patients without peripheral artery disease. *Blood press. Early Online*: 1-6.
17. Reneman R.S., Slaaf D.W., Lindbom L., Tangelder G.J., Arfors K.E.: 1980. Muscle blood flow disturbance produced by simultaneously elevated venous and total muscle tissue pressure. *Microvasc Res* 20, 3, 307-318.
18. Trease L., Van Every B., Bennell K., Brukner P., Rynderman J., Baldey A., Turlakow A., Kelly M.J.: 2001. A prospective blinded evaluation of exercise thallium-201 SPET in patients with suspected chronic exertional compartment syndrome of the leg. *Eur J Nucl Med* 28, 6, 688-695.
19. Desvaux B., Abraham P., Colin D., Leftheriotis G., Saumet J.L.: 1995. Ankle systolic blood pressure following sub-maximal and maximal exercises in healthy young men. *J Sports Med Phys Fitness* 35, 2, 127-30.
20. Desvaux B., Abraham P., Colin D., Leftheriotis G., Saumet J.L.: 1996. Ankle to arm index following maximal exercise in normal subjects en athletes. *Med Sci Sports Exerc* 28, 7, 836-839.