

Fysieke belasting van brandweerwerk in relatie tot gezondheid, fitheid en inzetbaarheid van brandweermensen

Eric Mol, Ronald Heus, Ron van Raaij, Ricardo Weewer & George Havenith

Aan de hand van recente wetenschappelijke kennis geeft dit reviewartikel een overzicht van de fysieke aspecten van brandweerwerk in relatie tot fysieke veiligheid. Van brandweerwerk wordt algemeen aangenomen dat dit fysiek gezien een van de zwaarste beroepen is. Aan de hand van het Model Arbeidsbelasting worden de belastende factoren van brandweerwerk besproken. De zwaarte van dit werk wordt bepaald door een combinatie van te leveren inspanningen, het dragen van persoonlijke bescherming en uitrusting en omgevings- en klimatologische factoren. De uitwerking hiervan op de brandweermensen is onder andere afhankelijk van zijn/haar gezondheidsstatus, zijn/haar fitheid en hydratatie- en energiebalans en is van directe invloed op de repressieve taakuitoefening. Wanneer belastende factoren en effecten ervan niet met elkaar in balans zijn, zijn persoonlijke veiligheid, gezondheid en effectiviteit van optreden in gevaar en daarmee de fysieke veiligheid. In het artikel wordt nader ingegaan op de relatie tussen enerzijds de fysieke belasting van brandweerwerk en anderzijds de gezondheid, fitheid en inzetbaarheid van brandweermensen. Ten slotte wordt besproken op welke wijze de inzetbaarheid voor, tijdens en na een brandweerinzet of training door middel van actief herstel kan worden geborgd en daarmee de paraatheid van de individuele brandweermensen wordt gehandhaafd of vergroot.

Inleiding

We kennen in Nederland allerlei vormen van arbeid, waarbij we met zowel fysieke als mentale belastingscomponenten te maken hebben. Afhankelijk van het soort werkzaamheden is er een zekere verhouding tussen de fysieke en de mentale belastingscomponenten. Hoewel bij veel werkzaamheden in Nederland de nadruk (in toenemende mate) ligt op mentale belastingscomponenten, zijn er nog altijd beroepen die als fysiek zwaar worden gekenschetst. Brandweerwerk is zo'n beroep waarbij tevens sprake is van een hoge maatschappelijke verantwoordelijkheid voor de fysieke veiligheid. Brandweerwerk is onvoorspelbaar en kent (kortdurende) zware fysieke inspanningen. Daarnaast zijn er (langere) perioden van relatieve rust, zodat het beroep in principe door alle gezonde mensen in de Nederlandse samenleving in de arbeidzame leeftijd kan worden uitgeoefend.

Naast de genoemde fysieke belastingscomponent kent het brandweervak ook emotionele en psychosociale aspecten naar aanleiding van ingrijpende gebeurtenissen waarbij al dan niet dodelijke slachtoffers te betreuren zijn (mentale belastingscomponent). In dit reviewartikel richten we ons op de fysieke aspecten van

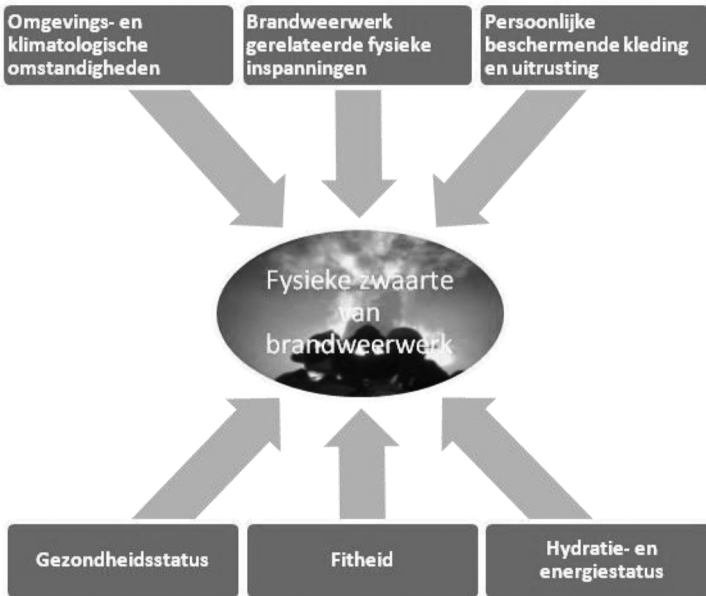
het beroep, de invloed van die fysieke aspecten op het repressieve optreden en de (her)inzetbaarheid van brandweermensen en de bijbehorende gevolgen voor de fysieke veiligheid.

Arbeidsbelasting van brandweerwerk; waar hebben we het over?

Arbeidsbelasting van repressief brandweerwerk kan op basis van het Model Arbeidsbelasting (Van Dijk, Van Dormalen, Kompier & Meijman 1990) worden uitgelegd als de door een inzet of training opgelegde fysieke en mentale zwaarte van een taak. Ondanks het feit dat fysieke, cognitieve en emotionele aspecten van het werk onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn, richt dit artikel zich zoals reeds aangegeven op de fysieke aspecten van brandweerwerk. De fysieke zwaarte wordt bepaald door de tijdsduur en de intensiteit van de inzet of training. Ook de frequentie van inzetten en duur van de rustperiodes bepalen de fysieke zwaarte. Brandweegerelateerde arbeidsbelasting wordt gevormd door een combinatie van te leveren inspanningen, het dragen van persoonlijke bescherming en uitrusting en omgevings- en klimatologische factoren; de 'belastende factoren'. De invloed van deze belastende factoren kan worden gecompenseerd met mogelijkheden voor de brandweermensen om zelf veranderingen aan te brengen in de belastende factoren. Hierbij moet onder meer gedacht worden aan het bepalen van de volgorde en snelheid van het werk, het gebruik van hulpmiddelen enzovoort – de zogenoemde 'regelmogelijkheden'. De aard van brandweerwerk verschaft brandweermensen echter vaak onvoldoende regelruimte; de omstandigheden waaronder men wordt ingezet, de in vaste procedures gevatte werkwijzen en te gebruiken uitrusting en materieel 'dicteren' veelal de wijze waarop individuen moeten optreden.

De fysieke zwaarte van de inzet bepaalt de uitwerking ervan op de brandweermensen. Korte termijn gevolgen van brandweegerelateerde arbeidsbelasting zijn onder andere fysieke vermoeidheid, verhoogde lichaamstemperatuur, transpiratie, verminderde alertheid, een verstoorde energietoestand en een verstoorde vochtbalans ('dehydratie'). Deze zogenoemde 'belastingsverschijnselen' verlagen de momentane (her)inzetbaarheid van brandweermensen. Als niet wordt gecompenseerd voor deze verschijnselen, zijn brandweermensen onvoldoende 'inzetgereed'. Wanneer men onvoldoende inzetgereed is, zijn veiligheid, gezondheid en effectiviteit van de brandweermensen tijdens een (volgende) inzet in het geding. In een onderzoek van Levels e.a. (2012a; 2012b) bleek dat de prestatiesnelheid afnam als gevolg van een voorafgaande opwarming van het lichaam door een eerdere inzet. Door langzamer handelen komt de veiligheid in het geding en is de kans groter dat een incident escaleert. Daarnaast wordt de kans op het maken van fouten (Hallowell 2010) en struikelen, uitglijden en vallen ten gevolge van balansverstoring (Punakallio, Lusa & Luukkonen 2004) groter indien men vermoeid is.

Figuur 1 Factoren die de fysieke zwaarte van brandweerwerk bepalen



De fysieke zwaarte van de meest voorkomende brandweertaken

De verscheidenheid aan voorkomende brandweertaken weerspiegelt zich in de fysieke zwaarte ervan. Een algemene karakterisering die wordt gemaakt is dat het veelal gaat om taken met een relatief korte tijdsduur in combinatie met een hoge intensiteit, bijvoorbeeld het uitvoeren van een offensieve binneninzet, en taken met een relatief lange tijdsduur in combinatie met een relatief lage intensiteit (Lemon & Hermiston 1977; Bos, Mol, Visser & Frings-Dresen 2004a). Een algemene maat waarin de zwaarte van arbeid kan worden uitgedrukt is de benodigde zuurstofopnamecapaciteit, of VO_2 . De VO_2 zegt iets over het vermogen om energie vrij te maken ten behoeve van het leveren van arbeid. De maximale zuurstofopnamecapaciteit (VO_{2-max}) geeft de grens van fysiek presteren aan. De zwaarte van brandweertaken loopt uiteen van 20% van de VO_{2-max} voor lichte taken als onderhoud van uitrusting, inspecties en administratieve taken (Scott e.a. 1988) naar 70% VO_{2-max} voor gesimuleerde taken (ladder beklimmen, slachtoffer redden, slangen verslepen en ladder opzetten) zonder adembescherming onder normale omstandigheden (Lemon & Hermiston 1977) tot ruim over de 90% VO_{2-max} tijdens een gesimuleerde 'verken-en-red'-taak met adembescherming, traplopen en slachtoffer verslepen onder hitte- en rookomstandigheden (Smith, Manning & Petruzzello 2001). Repressieve activiteiten waarbij de fysieke veiligheid in het geding is vallen meestal in de categorie, 'meer dan 90% VO_{2-max} '. Deze activiteiten vragen hierdoor veel van mensen, met versneld optreden van individuele vermoeidheid als resultaat. De snelheid en kwaliteit van handelen neemt af en de kans op fouten neemt toe.

Naast VO_2 -max als maat voor zwaarte worden ook de volgende maten voor zwaarte van brandweertaken beschreven (Mol 2011): een energieverbruik van 10-11 MJ per dag tijdens natuurbrandbestrijding, tot 2 liter vochtverlies per uur en lichaamstemperaturen van ruim 40°C tijdens realistische hitte-inzetten, en (sub)maximale (90-100%) hartslagfrequenties. Naast deze algemene maten voor taakzwaarte zijn er ook lokale maten te benoemen, waarop we in dit artikel niet verder ingaan. Een goed overzicht van de bijzondere functie-eisen toegespitst op specifieke taken wordt gegeven door Zwart e.a. (2005).

Wat doet brandweerwerk met brandweermensen?

Er is veel wetenschappelijke onderbouwing voor het feit dat brandweerwerk veel van mensen kan vragen (Barr, Gregson & Reilly 2010; Bos e.a. 2004a; Sharkey & Davis 2008). Een alarmering komt altijd onverwacht. Er moet dan worden omgeschakeld van (maximale) ontspanning naar (maximale) inspanning. Verder zijn inzetten veelal van een onvoorspelbare tijdsduur en intensiteit. Ook het aantal inzetten per tijdseenheid (bijvoorbeeld een 24 uursdienst) is onvoorspelbaar. De inzetten vinden plaats onder verzwaarde (omgevings- en klimatologische) omstandigheden zoals hitte en rook in combinatie met beschermende kleding en uitrusting. Hierbij wordt het menselijk lichaam zwaar belast. Dit leidt tot verandering van de fysiologische status van het lichaam (tabel 1). De mate waarin deze verschijnselen zich voordoen en de ernst ervan hangt af van de aard en omvang van de tijdens de inzet geleverde inspanning. Het vermogen van het lichaam hiermee om te gaan ('verwerkingsvermogen' of belastbaarheid) speelt hierbij een belangrijke rol.

Wat is het effect van persoonlijke bescherming op het uitvoeren van brandweerwerk op brandweermensen?

Brandweermensen voeren hun taken regelmatig uit onder gevaarlijke omstandigheden. Om zichzelf daartegen te beschermen hebben ze allerlei soorten persoonlijke beschermende middelen ter beschikking. Het gaat daarbij onder andere om bescherming tegen hitte en vlammen, chemicaliën, rook en andere schadelijke gassen en struikelen/uitglijden/vallen. Deze middelen leveren een extra, gemiddelde fysieke belasting op van 25% tot 40% (Bruce-Low, Cotterell & Jones 2007), bovenop de toch al verzwarende omstandigheden waaronder gewerkt moet worden. Om de impact van de persoonlijke bescherming te bepalen en zo de beste keuze te maken, zijn objectieve testmethoden beschreven (Havenith & Heus, 2004).

Beschermende kleding die voor binnenbrandbestrijding is bedoeld, wordt tijdens bijna alle andere brandweertaken gebruikt. Dit geldt ook voor omstandigheden waarbij deze kleding niet noodzakelijk is, of zelfs effectieve taakuitvoering in de weg zit (Graveling e.a. 1999). Dat houdt in dat in veel gevallen de arbeidsduur beperkt wordt door de beschermende kleding en niet door de taakzwaarte of omgevingscondities. In dergelijke gevallen moet de klus toch worden geklaard en

Tabel 1 *Fysiologische reacties ten gevolge van brandweerwerk (Smith, Liebig, Steward & Fehling 2010)*

Stelsel	Fysiologische reactie
Hart- en vaatstelsel	<ul style="list-style-type: none"> • hartslagfrequentie ↑ • bloeddruk ↑ • slagvolume ↓
Bloedbeeld en -samenstelling	<ul style="list-style-type: none"> • plasmavolume ↓ • hemoconcentratie ↑
Warmte- en vochthuishouding	<ul style="list-style-type: none"> • kerntemperatuur ↑ • dehydratie ↑
Ademhalingsstelsel	<ul style="list-style-type: none"> • ademhalingsfrequentie ↑ • zuurstofverbruik ↑
Energiehuishouding	<ul style="list-style-type: none"> • zuurstofverbruik ↑ • lactaatconcentratie ↑ • vermoeidheid ↑
Afweer- en hormoonsysteem	<ul style="list-style-type: none"> • leukocyten ↑ • (stress)hormonen ↑
Zenuwstelsel	<ul style="list-style-type: none"> • sympatische activiteit ↑ • adrenalineconcentratie ↑
Spier-/skeletstelsel	<ul style="list-style-type: none"> • zuurstofverbruik ↑ • warmteproductie ↑

overschrijdt men acceptabel geachte grenzen of beperkt deze de taakuitvoering door verminderde bewegingsvrijheid of warmteproblemen en wordt de veiligheid onnodig in gevaar gebracht door het gebruik van onjuiste uitrusting. Met op de taak afgestemde uitrusting zouden brandweermensen minder zwaar belast worden en bovendien weer sneller (her)inzetbaar zijn.

Fysiek prestatievermogen van brandweermensen; functionele beperkingen ten gevolge van hittebelasting

Gezien de aard ervan is het begrijpelijk dat brandweerwerk direct wordt gekoppeld aan hittebelasting. Belasting van de brandweermensen door hitte wordt veroorzaakt door (een combinatie van) stralingshitte van vuur, klimatologische factoren en interne warmteontwikkeling ten gevolge van inspanning (Barr e.a. 2010). Om de brandweermensen te beschermen tegen ongewenste effecten hiervan (zoals 'hittestuwing' en huidverbranding) zijn diverse middelen beschikbaar (Smith, Horn, Goldstein & Petruzzello 2008). Op basis van een veelheid aan onderzoek moet worden geconstateerd dat al die beschermende maatregelen ten spijt hitte de brandweermensen beperkt in het uitvoeren van zijn taken. Engelse onderzoekers (Richmond, Rayson, Wilkinson, Carter & Blacker 2008) lieten brandweermensen onder normale (geen hitte, geen rook) omgevingsomstandigheden een 'verken-en-red'-taak uitvoeren in een complex gebouw. Uitvoering van de taak met een enkele adempluchtfles werd beperkt ondanks de hoeveelheid beschikbare lucht (dus niet door fysiologische beperkingen). Het toe-

voegen van een extra ademluchtflus bood eveneens geen soelaas: er was genoeg ademlucht, maar de te hoge lichaamstemperatuur beperkte de taakuitvoering. Modelberekeningen lieten zien dat de maximale horizontale penetratiediepte in een gebouw om een slachtoffer te redden 34 meter is. Het gebruik moeten maken van trappen reduceert deze diepte (Rayson e.a. 2004). Met andere woorden: veel moderne en complexe gebouwen zijn niet veilig genoeg wanneer zich een calamiteit voordoet en de brandweer van buitenaf hulp moet verlenen, doordat ze hiertoe fysiek niet in staat zijn.

Onderzoek bij Brandweer Amsterdam-Amstelland (Mol, Jonkman, Heus & Daanen 2007) en recenter onderzoek van Levels e.a. (2012a) liet zien dat opwarming van brandweermensen voorafgaande aan een hitte-inzet ten gevolge van niet-repressieve activiteiten, zoals 'sporten', naar het werk fietsen of trainen/oefenen, de inzetduur en dus de effectiviteit, aanmerkelijk reduceren. Het eerder bereiken van een kritische lichaamstemperatuur (>38,5°C) ligt hieraan ten grondslag.

Wat is het effect van brandweerwerk op de gezondheid van brandweermensen?

De fysiologische belasting van repressief brandweerwerk kan in disbalans raken met het verwerkingsvermogen van de brandweermensen. Dit leidt tot de eerdergenoemde tijdelijke belastingsverschijnselen als fysieke en mentale vermoeidheid, verhoogde lichaamstemperatuur en transpiratie. Het moment en de mate waarin de disbalans zich manifesteert, is individueel bepaald. Hierbij spelen zaken als fysieke fitheid, lichaamssamenstelling, gezondheidsstatus, maar ook kennis, vaardigheden en attitudes een rol. Diezelfde factoren spelen een belangrijke rol bij het vermogen te herstellen van (fysiologische) belasting. Lange termijn effecten van (fysiologische) belasting met een meer permanent karakter, 'belastingsgevolgen' in termen van het Model Arbeidsbelasting, kunnen zowel positief als negatief zijn. Positief in de zin dat er sprake is van algemene lichamelijke conditieverbetering, vergroting van vaardigheden en kennisvermeerdering (training). Negatieve gevolgen zijn chronische vermoeidheid, ziekte en arbeidsongeschiktheid (overbelasting).

Over het vóórkomen van ziekte ('morbiditeit') binnen de Nederlandse populatie brandweermensen is nauwelijks cijfermateriaal beschikbaar. Dit maakt automatisch het voorkómen van ziekte en gezondheidsklachten zeer lastig. Dit geldt ook voor cijfermatig inzicht in de oorzaak van overlijden ('mortaliteit') van Nederlandse brandweermensen. Het ontbreken van een eenduidig registratiesysteem ten aanzien van gezondheid en fitheid ligt hieraan ten grondslag. Voor zover bekend zijn er in Nederland slechts twee (gepubliceerde) studies uitgevoerd naar het vóórkomen van gezondheidsklachten van Nederlandse brandweermensen (Bos, Mol, Visser & Frings-Dresen 2004b; Plat 2011). Beide studies, die tevens de basis vormen voor het momenteel binnen de Nederlandse brandweer geïmple-

Tabel 2 *Brandweerwerkgebonden risicofactoren voor hart- en vaatziekten (Soteriades e.a. 2011)*

Chronisch	Acuut
Lange periodes van fysieke inactiviteit	Onregelmatige fysieke inspanningen
Blootstelling aan rook (gasvormig en vast)	Blootstelling aan rook (gasvormig en vast)
Geluid/lawaai	Geluid/lawaai
Ploegendienst en (partiële) slaapdeprivatie	Blootstelling aan hitte/dehydratie
Kazernegebonden eetgewoontes	Taakspecifieke risico's: <ul style="list-style-type: none"> • brandweerspecifieke activiteiten • fysieke training • acute inspanning bij alarmering
Beroepsgebonden psychische stress: <ul style="list-style-type: none"> • posttraumatisch stresssyndroom (PTSS) • hoge taakeisen/lage beslissingsbevoegdheid 	

menteerde periodiek preventief medisch onderzoek (PPMO) (Plat, Frings-Dresen & Sluiter 2009), beschrijven de gezondheidssituatie van Nederlandse brandweermensen op één moment in de tijd ('transversaal'). Gegevens over de ontwikkeling en het verloop van gezondheidsklachten in de tijd ('longitudinaal') ontbreken of zijn niet gepubliceerd. In tegenstelling tot het gebrek aan cijfermatig inzicht met betrekking tot gezondheid, ziekte en sterfte binnen de Nederlandse brandweer is relatief veel, 'evidence-based', buitenlandse informatie voorhanden.

Zonder enige twijfel vormen hart- en vaatziekten, in ieder geval in de Verenigde Staten, de belangrijkste oorzaak van ziekte en sterfte binnen de populatie brandweermensen (Fahy, Leblanc & Molis 2011; Soteriades, Smith, Tsimenakis, Baur & Kalen 2011). Brandweermensen worden in hun werk blootgesteld aan een veelheid aan factoren die het hart-vaatstelsel zwaar belasten en het risico op hart- en vaatziekten significant verhogen. In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van onderbouwde *brandweerwerkgerelateerde* risicofactoren voor hart- en vaatziekten (Fahy e.a. 2011). Er is een onderscheid gemaakt tussen chronische en acute risico's.

Naast brandweerwerkgebonden risicofactoren spelen ook *persoonsgebonden* risicofactoren een rol bij het ontstaan van hart- en vaatziekten bij brandweermensen. Deze factoren kunnen reeds bij de betrokkenen bekend zijn of latent aanwezig zijn. De persoonsgebonden risicofactoren zijn weergegeven in tabel 3 (Fahy e.a. 2011). Latent aanwezige risicofactoren zijn een potentieel gevaar voor het functioneren van de brandweermens. De fysieke zwaarte van het werk kan leiden tot acute uitval, waarmee je niet alleen zelf gevaar loopt, maar ook je medehulpverleners. Men is dan niet meer bezig met het bestrijden van het incident, maar meer met het in veiligheid brengen van de hulpverlener.

Tabel 3 *Persoonsgebonden risicofactoren voor hart- en vaatziekten (Soteriades e.a. 2011)*

Roken
Hoge bloeddruk
Overgewicht/obesitas (BMI ≥ 30)
Verhoogd cholesterolgehalte (≥ 200 ml/dL)
Diabetes mellitus
Eerdere diagnose hart- en vaatziekte
Leeftijd (≥ 45 jaar)

Tabel 4 *WHO-grenswaarden voor BMI (www.who.int)*

Body Mass Index (BMI) =	$\frac{\text{lichaamsgewicht [kg]}}{\text{lichaamslengte}^2 [\text{m}^2]}$
<hr/>	
< 18,5	Ondergewicht
18,5-24,9	Gezond gewicht
25,0-29,9	Overgewicht
30,0-34,9	Obesitas klasse I
35,0-39,9	Obesitas klasse II
> 40	Obesitas klasse III

De risicofactor ‘overgewicht/obesitas’ nader bekeken

De definitie van de begrippen ‘overgewicht’ en ‘obesitas’ hangt af van de eenheid waarin ze worden uitgedrukt. De meest praktische is de Body Mass Index (BMI). Dit is een eenvoudig vast te stellen maat op basis waarvan mensen in risicoklassen kunnen worden ingedeeld. De BMI wordt berekend op basis van lichaamslengte en -gewicht. BMI is hoog gecorreleerd met de hoeveelheid lichaamsvet. De Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) heeft grenswaarden voor BMI bepaald (tabel 4). De grenswaarden zijn gebaseerd op de relatie tussen lichaams-samenstelling en ziekte/sterfte; personen die vallen binnen de overgewicht- en obesitascategorieën hebben een hoger risico op ziektes zoals diabetes type II, hoge bloeddruk, ziekte van de kransslagaders, ziekte van het ademhalingsstelsel, gewrichtsontsteking en sommige vormen van kanker.

Ten aanzien van de risicofactor overgewicht/obesitas in de brandweercontext is zeer recent een alarmerend rapport verschenen (Haddock, Poston & Jahnke 2011). Het rapport maakt melding van het feit dat in de Verenigde Staten 73-88% van de brandweermensen overgewicht heeft dan wel lijdt aan obesitas (BMI ≥ 25). Deze percentages zijn hoger dan die van de algemene bevolking, waarbij twee op de drie (67%) mensen overgewicht hebben of obees zijn. In Nederland is, eveneens zeer recent, het rapport *Nederland de maat genomen* (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) 2011) verschenen. De belangrijkste conclusie

hiervan is dat ruim 60% van de Nederlandse mannen (30-60 jaar) overgewicht heeft en 13% obees is (BMI > 30). Voor Nederlandse vrouwen gelden percentages van respectievelijk 44% en 14%. Het rapport meldt bovendien dat ruim een kwart van de Nederlandse volwassenen (resp. 34% mannen en 24% vrouwen) lijdt aan het 'metabool syndroom', dat wil zeggen dat bij die personen sprake is van de aanwezigheid van minstens drie van de volgende vijf risicofactoren: (1) (abdominale) obesitas, (2) hoge bloeddruk, (3) laag HDL-cholesterolgehalte, (4) verhoogd glucose- en/of (5) triglyceridengehalte ('vet') in het bloed. Uit Amerikaans onderzoek (Womack, Green & Crouse 2004) is gebleken dat van de populatie Amerikaanse brandweermensen ruim 30% lijdt aan het metabool syndroom, een percentage dat ook weer hoger is dan dat van de algemene bevolking (24%).

Ondanks het ontbreken van cijfermateriaal over overgewicht/obesitas binnen de Nederlandse brandweer, maar gebaseerd op de trend zoals gerapporteerd in de VS en het RIVM-rapport, is het aannemelijk dat 'overgewicht/obesitas' ook een gezondheidsprobleem vormt voor Nederlandse brandweerpulatie.

Naast de aangetoonde gevolgen van overgewicht voor de gezondheid van brandweermensen is het aannemelijk dat overgewicht ook kan leiden tot functionele problemen. Hierbij valt te denken aan versnelde warmte-opbouw in het lichaam en een vertraagde warmte-afvoer ten gevolge van de isolerende werking van onderhuids lichaamsvet enerzijds en bewegingsbeperking door lichaamsomvang anderzijds. Echter, voor deze aanname is, voor zover bekend, geen wetenschappelijke onderbouwing.

Best practice: de PHLAME-studie, een succesvol interventieprogramma ten behoeve van de gezondheid van brandweermensen

Het PHLAME-project (Promoting Healthy Living: Assessing More Effect)¹ is een Amerikaans interventieprogramma dat zich expliciet richt op het bevorderen van een gezonde leefstijl voor brandweermensen. Het project is ontstaan vanuit feitelijke inzichten in de gezondheidsstatus van brandweermensen. Het richt zich vooral op de overgewicht/obesitas-problematiek zoals eerder beschreven. Inhoudelijke thema's zijn onder andere eetgewoontes, fysieke activiteit en lichaamsgewicht. Naast het sturen op een gezonde levensstijl van brandweermensen is ook gekeken naar 'economische winst' ten gevolge van de 'gezondheidswinst'. Resultaten van een tweejarige pilotstudie met zeshonderd deelnemende brandweermensen zijn: verbetering van eetgewoontes, toename van de fysieke activiteit, toename van de algemene fysieke fitheid, afname van het lichaamsgewicht en een toename van de subjectieve gezondheidsbeleving. Dit heeft geleid tot een afname van het aantal ziektedagen (35%), een reductie van de jaarlijkse ziektekosten (57%) en een afname van het aantal blessures (36%). Geconcludeerd kan worden dat PHLAME een succesvol, wetenschappelijk onderbouwd interventieprogramma is dat speciaal is ontwikkeld ten

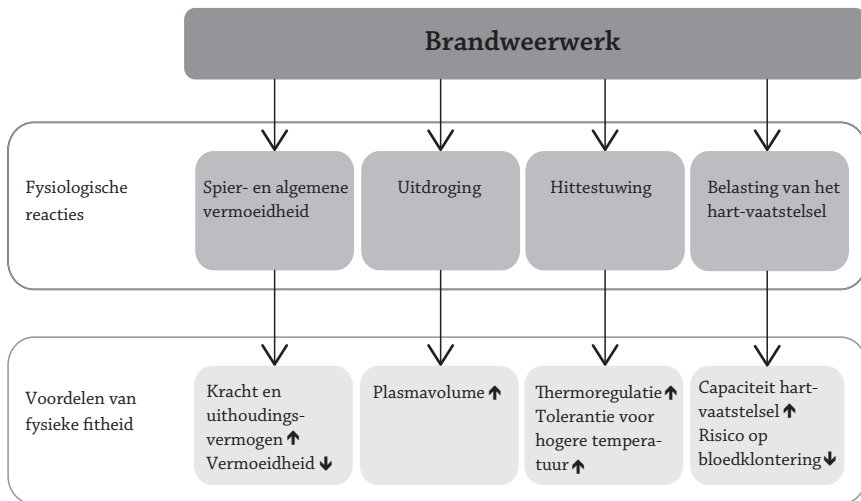
1 Zie www.phlameprogram.com.

behoeven van de gezondheidsbevordering van brandweermensen, zodat deze beter in staat zijn de noodzakelijke taken uit te oefenen.

Wat is de invloed van fysieke fitheid op de inzetbaarheid van brandweermensen?

Er is veel onderbouwing voor het feit dat repressief brandweerwerk fysiek veel van mensen vraagt. Om brandweertaken optimaal uit te kunnen voeren is het hebben en (onder)houden van een goede fysieke fitheid van groot belang en een algemeen geaccepteerde eis. Fysieke fitheid is een begrip dat twee concepten in zich heeft: gezondheidsgerelateerde en taakgerelateerde fysieke fitheid (Sharkey & Davis 2008). In het geval van brandweerwerk geldt primair laatstgenoemd concept, namelijk dat een brandweermens in staat wordt geacht op elk moment (van een dienst) de van hem/haar verwachte fysieke taken uit te kunnen voeren. Deze taken roepen bij brandweermensen diverse fysiologische reacties op. Deze reacties ('belastingsverschijnselen') hebben een negatieve invloed op de inzetbaarheid van brandweermensen: vermoeidheid, uitdroging, hittestress en belasting van het hart-vaatstelsel. De mate waarin ze invloed hebben, is onder andere afhankelijk van het niveau van fysieke fitheid. In figuur 2 is de relatie weergegeven tussen de fysiologische reacties ten gevolge van brandweertaken en de gunstige effecten van fysieke fitheid van brandweermensen.

Figuur 2 Fysiologische reacties ten gevolge van brandweerwerk in relatie tot de gunstige effecten van fysieke fitheid (vrij naar Smith e.a. 2010)



Naast het op een adequate wijze kunnen uitvoeren van brandweertaken is het hebben van een goede fysieke fitheid van belang bij het 'verwerken' van de fysio-

logische reacties. Een goede fysieke fitheid is derhalve een voorwaarde voor het vermogen om na of tijdens een inzet voldoende snel te herstellen van inspanningen (Rayson, Carter, Wilkinson, Richmond & Blacker 2007). Wanneer het herstellvermogen onvoldoende is, vertaalt zich dat functioneel gezien in een verminderde inzetbaarheid. Deze leidt tot een verminderde effectiviteit van de inzet en kan bovendien de gezondheid en veiligheid van de brandweermens zelf en zijn/haar collega's in gevaar brengen.

Snel herstel van fysieke inspanningen na of tijdens een inzet is vooral van belang in een brandweersetting. Immers, *na* een inzet kan zich op basis van het onvoorspelbare karakter van brandweerwerk snel een nieuwe inzet aandienen. Ook herstel *tijdens* een inzet is van belang voor het gezond, veilig en effectief voortzetten van die inzet. Dit geldt met name bij inzetten met een langere tijdsduur, zoals bijvoorbeeld bij natuurbrandbestrijding.

Herstel ten behoeve van inzetbaarheid nader bekeken

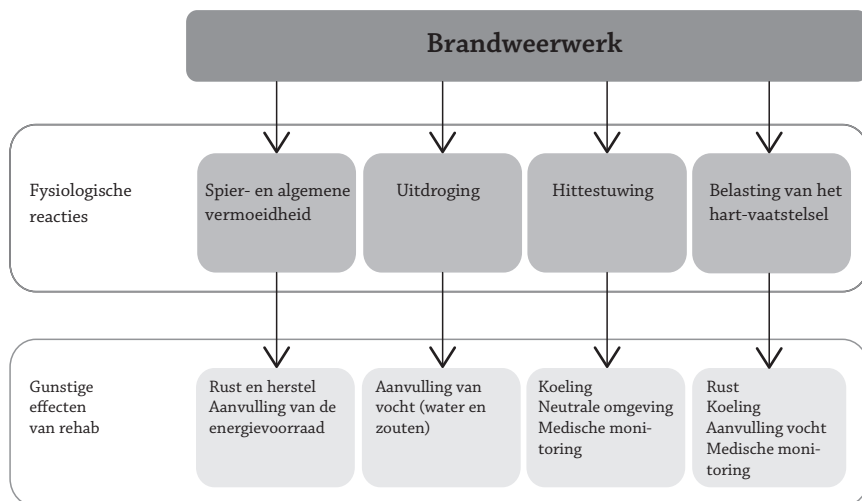
Een goede fysieke fitheid is geen garantie voor (voldoende snel) herstel van fysieke inspanningen. Het doel van herstel is de (fysieke) inzetbaarheid op een gewenst niveau terug te krijgen. Met 'gewenst niveau' wordt bijvoorbeeld bedoeld dat de lichaamstemperatuur weer haar normale rustwaarde heeft bereikt (ong. 37°C), de rusthartslagfrequentie is bereikt en de vocht- en energiebalans op orde is. Herstel kan plaatsvinden op verschillende manieren: neutraliseren van de lichaamstemperatuur (bijvoorbeeld door middel van koeling), uitrusten en aanvullen van vocht en voeding.

Herstel kan *passief* plaatsvinden: 'slechts' de tijd laat het lichaam 'zichzelf herstellen'. Het voordeel hiervan is dat voor het herstel geen handelingen hoeven te worden verricht. Het nadeel is dat dit, ook weer afhankelijk van de aard en omvang van de inspanning, veel tijd kan kosten en tot de daarmee gepaard gaande persoonlijke capaciteitsproblemen kan leiden. Passief herstellen van een kortdurende (tot 20 minuten) gemiddelde inspanning kan voor wat betreft de lichaamstemperatuur tot wel 45 minuten duren (Mol & Hettinga 2009). Voor een langdurige (uren tot dagen) en zware inspanning kan dit oplopen tot wel 24 uur.

Herstel kan ook *actief* plaatsvinden: het wordt dan gevat in een protocol dat na iedere inspanning, repressief en niet-repressief, wordt doorlopen. De belangrijkste voordelen van actief herstel zijn borging van de inzetbaarheid en tijdwinst. Actieve koeling door middel van bijvoorbeeld het onderdompen van de onderarmen in koel water brengt de lichaamstemperatuur na een gemiddelde inspanning in 15-20 minuten op een neutraal niveau (House 1998). Dat is dus twee à drie keer zo snel als bij passief herstel.

Mits goed uitgevoerd zorgt actief herstel voor het neutraliseren van de fysiologische reacties ten gevolge van brandweerwerk. Een recente studie wees tevens uit dat het gunstige effecten heeft de taakprestatie zelf (Levels e.a. 2012a). In figuur 3 is de relatie weergegeven tussen de fysiologische reacties ten gevolge van brandweertaken en de gunstige effecten van actief herstel.

Figuur 3 *Gunstige effecten van actief herstel ten behoeve van het verlichten van fysiologische belasting van brandweerwerk (vrij naar Smith e.a. 2010)*



Actief herstel als borging van fysieke inzetbaarheid

Actief herstel als een effectieve en tijdsefficiënte methode om inzetbaarheid te borgen, is in zwang. Ondersteund door veel wetenschappelijk onderzoek wordt actief herstel beschreven in de Amerikaanse NFPA-richtlijn 1584 (National Fire Protection Association (NFPA) 2008) en nader uitgewerkt door onder andere de Federal Emergency Management Agency (FEMA 2008). De methode, de *Emergency Incident Rehabilitation* of kortweg 'rehab' is een procedure om veilige, gezonde en effectieve (her)inzetbaarheid van brandweerlieden actief te beïnvloeden. Vaste elementen in een *rehab*-procedure zijn:

1. rust;
2. compenseren van vochtverlies;
3. fysiologisch herstel op basis van geleverde inspanning (bijv. d.m.v. koeling);
4. aanvullen van energievoorraden;
5. verblijf in een klimaatneutrale omgeving; en
6. medische screening en eventueel behandeling.

Casus: natuurbrandbestrijding en 'actief herstel'

In juli 2010 woedde er een grote natuurbrand op de Strabrechtse Heide in het zuiden van ons land. Het bestrijden van de brand vond plaats door ongeveer 1.700 brandweerlieden en 700 militairen en duurde 5 dagen (Inspectie Openbare Orde en Veiligheid (IOOV) 2011).

Vanuit het oogpunt van fysieke belasting geldt voor natuurbranden het volgende (Mol, Heus & Havenith 2011):

- Het zijn veelal langdurige, meerdaagse operaties waarbij continue inzet van manschappen aan de orde is.
- Ze vinden plaats onder verzwaarde omgevingsomstandigheden; geaccidenteerd terrein (duinen, greppels enz.) en onregelmatige ondergrond (rul zand, takken, boomstammen enz.).
- Ze vinden plaats onder verzwaarde klimatologische omstandigheden: hoge omgevingstemperaturen en een hoog niveau van zonnestraling.

In het rapport van de Inspectie Openbare Orde en Veiligheid (IOOV) wordt de fysieke zwaarte van de brandbestrijding onderkend en juist geadresseerd: 'de zware fysieke omstandigheden zijn vooral veroorzaakt door de hoge temperatuur in combinatie met zware lichamelijke arbeid en warme (blus)kleding'. Ook worden aaneengesloten inzetduren van vier, zeven tot wel twaalf uur gemeld. Eten en drinken arriveren 'veel te laat en in onvoldoende hoeveelheden'.

Het American College of Sports Medicine (ACSM) heeft een systeem (ACSM 2007) ontwikkeld dat op basis van de WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*)-index² (Parsons 2006) en de zwaarte van het werk richtlijnen geeft voor maximale inzetduren en invulling van actief herstel. Op basis van de tijdens het incident heersende klimatologische omstandigheden³ is het verloop van de WBGT-index bepaald. Hieruit blijkt met name tijdens grote delen van de eerste dagen van het incident en gebaseerd op de ACSM-systeem een 'hoog' tot 'zeer hoog' risico op hitteziekte. Hierbij zouden bij langdurige inzet van mensen inzet/rust-regimes van respectievelijk 30/30 en 20/40 minuten moeten worden aangehouden bij een vochtinname van 1 liter per uur.

Toepassen van een methode die actief herstel (*rehab*) bevordert, zou in het geval van het bestrijden van de natuurbrand op de Strabrechtse Heide zeer op zijn plaats zijn geweest. Naast facetten ten aanzien van inzet/rust-regimes ten behoeve van inzetbaarheid zou ook de gezondheidsproblematiek die zich heeft voorgedaan, en die in het rapport vooral is toegeschreven aan CO-vergiftiging (hoewel niet met feiten onderbouwd), in een ander licht komen te staan. Gebaseerd op de in het rapport beschreven symptomen van gezondheidsklachten en het heersende 'hoge' tot 'zeer hoge' risico op hitteziekte, is het vóórkomen van hittedletsel zeer waarschijnlijk onderschat.

2 De ISO-7243 genormeerde WBGT-index is een samengestelde temperatuur om blootstelling aan en effecten van klimatologische factoren te bepalen.

3 KNMI-database (www.knmi.nl).

Synthese

In dit artikel is de relatie tussen de (fysieke) arbeidsbelasting van brandweerwerk en gezondheid, fitheid en inzetbaarheid van brandweermensen uiteengezet en de invloed daarvan op de fysieke veiligheid. Het artikel is geen uitputtende uiteenzetting van de kennis die bestaat over voornoemde relatie. Aandacht voor en toepassing van deze kennis is in Nederland nog verre van ontgonnen terrein. Gezondheid, fitheid en inzetbaarheid van individuele brandweermensen is onvoldoende ingebed in de dagelijkse praktijk van Brandweer Nederland. Zo zijn er geen eenduidige gegevens bekend over de gezondheidsstatus van Nederlandse brandweermensen. Het ontbreken van een registratiesysteem ligt hieraan ten grondslag, terwijl er nu een kans ligt om de (aanstellings)keuringsgegevens en de data van het PPMO een goede basis bieden om structureel de gezondheidsstatus te monitoren. De slechte toegankelijkheid van gegevens over de gezondheidsstatus van brandweermensen in Nederland wil niet zeggen dat gezondheidsproblemen niet bestaan. Op basis van buitenlandse, veelal Amerikaanse, publicaties is evident dat ziekte en sterfte van brandweermensen vooral wordt veroorzaakt door hart- en vaatziekten. Zowel brandweerwerkgebonden als persoonsgebonden risicofactoren liggen hieraan ten grondslag. Een bijzondere en recent voor het voetlicht gebrachte belangrijke risicofactor is overgewicht/obesitas. Amerikaanse gegevens laten zien dat ook het percentage brandweermensen met overgewicht/obesitas hoger is dan dat van de algemene bevolking. Dergelijk gegevens zijn ook voor Nederland aangetoond (Plat, Frings-Dresen & Sluiter 2012). Met een Nederlandse waarde voor de algemene bevolking van 50% (en stijgend) is dit een zorgwekkende ontwikkeling.

Fysieke fitheid en het adequaat kunnen uitvoeren van brandweertaken zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. De zwaarte van brandweerwerk, bepaald door tijdsduur, intensiteit en frequentie van inzetten (en trainingen), vereist een goede (taakspecifieke) fysieke fitheid. Deze is noodzakelijk om de fysiologische reacties van het lichaam op brandweertaken te compenseren. Het snel kunnen herstellen van de fysieke inspanningen van een inzet of training is eveneens een belangrijk aspect van fysieke fitheid. Immers, het onvoorspelbare karakter van brandweerwerk vereist dat een brandweermens tijdens een parate dienst altijd inzetbaar moet zijn en snel moet kunnen handelen om de fysieke veiligheid zo snel mogelijk te herstellen. Het zo snel mogelijk weer inzetbaar zijn geldt niet alleen maar *na* een inzet of training, maar geldt zeker ook *tijdens* een (langdurige) inzet, zoals bijvoorbeeld een meerdaagse natuurbrand. Om (fysieke) inzetbaarheid te borgen zijn zogenoemde 'mensgerichte interventies' noodzakelijk. Dit zijn methodes die na of tijdens een inzet of training actief herstel van brandweermensen bevorderen. Dergelijke methodes (*rehab*) zijn vooral in de Verenigde Staten tot wasdom gekomen en inmiddels ook in het Verenigd Koninkrijk in zwang.

Daarnaast moet regelmatig objectief worden bepaald of brandweermensen nog geschikt zijn voor brandweertaken. Hiermee wordt de kans verkleind dat zij tijdens uitoefening van hun vak (momentaan en in het verloop van de tijd) in de problemen komen en daarmee onbedoeld de fysieke veiligheid in gevaar brengen. Deze problemen manifesteren zich met betrekking tot veiligheid, gezondheid en

effectiviteit van optreden. De recente introductie van een verplicht PPMO waarin taakspecifieke testen worden afgenomen is een eerste stap in de richting van persoonscertificering voor repressieve brandweerfuncties. De PPMO moet objectief vastleggen of iemand fysiek geschikt is voor repressief brandweerwerk.

Op dit moment is de Nederlandse brandweer volop in beweging en bereidt zij zich voor op de toekomst. Voor het vormgeven van de toekomst van de Nederlandse brandweer wordt de lijn gevolgd die is vastgelegd in het document *De brandweer over morgen*. De exercitie die heeft geleid tot dit document is mede ingegeven door het besef als organisatie goed te moeten kunnen inspelen op verschillende maatschappelijke trends en veranderingen. ‘Verduurzaming van de samenleving’ speelt daarbij een belangrijke rol. Hierbinnen past ook het duurzaam omgaan met medewerkers. Niet voor niets is in 2010 de Nederlandse Praktijk Richtlijn (NPR 6070) ‘Sturen op duurzame inzetbaarheid van medewerkers’ verschenen.

Op basis van beschikbare kennis op het gebied van gezondheid, fitheid en inzetbaarheid van brandweermensen, het toekomstgericht veranderingsproces van de Nederlandse brandweer en verduurzaming van de samenleving als belangrijke maatschappelijk trend, is dit hét om moment ‘human factors’/menselijk prestatievermogen structureel/doctrinair in te bedden in de dagelijkse praktijk van Brandweer Nederland. Gezondheid, fitheid en (duurzame) inzetbaarheid van brandweermensen moeten de rode draad zijn in onderzoek, onderwijs en alle onderdelen van de veiligheidsketen.

Literatuur

- American College of Sports Medicine, L.E. Armstrong, D.J. Casa & M. Millard-Stafford (2007) ACSM Position Stand. Exertional heat illness during training and competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3), 556-72.
- Barr, D., W. Gregson & T. Reilly (2010) The thermal ergonomics of firefighting reviewed. *Applied Ergonomics*, 41, 161-172.
- Bos, J., E. Mol, B. Visser & M.H.W. Frings-Dresen (2004a) The physical demands upon (Dutch) firefighters in relation to the maximum acceptable energetic workload. *Ergonomics*, 47(4), 446-460.
- Bos, J., E. Mol, B. Visser & M.H.W. Frings-Dresen (2004b) Risk of health complaints and disabilities among Dutch fire-fighters. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 77, 373-387.
- Bruce-Low, S.S., D. Cotterrell & G.E. Jones (2007) Effect of wearing personal protective clothing and self-contained breathing apparatus on heart rate, temperature and oxygen consumption during stepping exercise and live fire training exercises. *Ergonomics*, 50(1), 80-98.
- Dijk, F.J.H. van, M. van Dormolen, M.A.J. Kompier & T.F. Meijman (1990) Herwaardering Model Belasting-Belastbaarheid. *Tijdschrift Sociale Gezondheidszorg*, 68, 3-10.
- Fahy, R.F., P.R. Leblanc & J.L. Molis (2011) *Firefighter Fatalities in the United States 2010*. NFPA Fire Analysis and Research Division.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA)/US Fire Administration (2008) *Emergency Incident Rehabilitation*.
- Graveling, R.A., J.B.G. Johnstone, D.M. Butler, J. Crawford, R.G. Love, W.M. MacLaren & P. Ritchie (1999) *Study of the Degree of Protection Afforded by Firefighters' Clothing*. Lon-

- don: Home Office Research Report 1/99. Institute of Occupational Medicine, Edinburgh.
- Haddock, C.K., W.F.C. Poston & S.A. Jahnke (2012) *Addressing the Epidemic of Obesity in the United States Fire Service. A Report Prepared for the National Volunteer Fire Council.*
- Hallowell, M.R. (2010) Managing concerns in rapid renewal highway construction projects. *Professional Safety*, December, 18-26.
- Havenith, G. & R. Heus (2004) A test battery related to ergonomics of protective clothing. *Applied Ergonomics*, 35, 3-20.
- House, J.R. (1998) Extremity cooling as a method for reducing heat strain. *Journal of Defense Science*, 3(1).
- Inspectie Openbare Orde en Veiligheid (IOOV) (2011) *Brand Strabrechtse Heide, deel 2. De feitelijke bestrijding van de natuurbrand.*
- Lemon, P.W. & R.T. Hermiston (1977) The human energy cost of fire fighting. *Journal of Occupational Medicine*, 8, 558-562.
- Levels, K., E. Mol, J.J. de Koning, C. Foster & H.A.M. Daanen (2012a) The effect of pre-heating and intermediate cooling on firefighting performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(5), supplement.
- Levels, K., J.J. de Koning, E. Mol, C. Foster & H.A.M. Daanen (2012b). Body heat content and firefighting performance (submitted).
- Mol, E., A.G. Jonkman, R. Heus & H.A.M. Daanen (2007) The effect of exercise induced pre-warming on core temperature during a live fire 'search-and-rescue' task. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(5), supplement.
- Mol, E. & F.J. Hetingtinga (2009) *Interventies ter voorkoming van hittestuwing bij Brandweer Amsterdam-Amstelland.* TNO Rapport TNO-DV 2009 C001.
- Mol, E., R. Heus & G. Havenith (2011) Code zwart voor natuurbrandbestrijders. *Brand en Brandweer*, (6).
- Mol, E. (2011) Behoud van (fysieke) inzetbaarheid d.m.v. 'rehab'. PowerPoint-presentatie, via www.ixer.nl.
- National Fire Protection Association (NFPA) (2008) *Standard 1584: standard on the rehabilitation process for members during emergency operations and training exercises.*
- Parsons, K. (2006) Heat stress standard ISO-7243 and its global application. *Industrial Health*, 44, 368-379.
- Plat, M.-C.J., M.H.W. Frings-Dresen & J.K. Sluiter (2009) *Pilot-implementatie Periodiek Preventief Medisch Onderzoek (PPMO) bij repressief brandweerpersoneel.* Eindrapport 09-02. Amsterdam: Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid, Academisch Medisch Centrum, Universiteit van Amsterdam.
- Plat, M.-C.J. (2011) *Occupational Health Care in High-Demand Jobs. The usefulness of job-specific workers' health surveillance for fire fighters* (PhD-thesis). Amsterdam: Coronel Institute for Work and Health, Academic Medical Center, University of Amsterdam.
- Plat, M.-C.J., M.H. Frings-Dresen & J.K. Sluiter (2012). Diminished health status of firefighters. *Ergonomics*, Vol. 55, No. 9: 1119-22.
- Punakallio, A, S. Lusa & R. Luukkonen (2004) Functional, postural and perceived balance for predicting the work ability of firefighters. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 77(7), 482-90.
- Rayson, M.P., D.M. Wilkinson, J.M. Carter, V.L. Richmond, S.D. Blacker, N. Bullock, I. Robertson, K. Donovan, R. Graveling & D.A. Jones (2004) *Physiological Assessment of Firefighting in the Built Environment.* Bristol: Optimal Performance Ltd.
- Rayson, M.P., J.M. Carter, D.M. Wilkinson, V.L. Richmond & S.D. Blacker (2007) Recovery duration required prior to re-deployment during firefighting, search and rescue. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(5), supplement.

- Richmond, V.L., M.P. Rayson, D.M. Wilkinson, J.M. Carter & S.D. Blacker (2008) Physical demands of firefighter search and rescue in ambient environmental conditions. *Ergonomics*, 51(7), 1023-1031.
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) (2011) *Nederland de maat genomen. Monitoring van risicofactoren in de algemene bevolking, 2009-2010.*
- Scott, G., P. Barnham, L. Ellam, M. Fordham, J. Garlick, R. Goldsmith & C. Pateman (1988) *The Physical Fitness of Firemen. A Summary Report.* Londen: Home Office, Scientific Research and Development Branch, University of London, Chelsea College, Department of Physiology.
- Sharkey, B.J. & P.O. Davis (2008) *Hard Work. Defining Physical Work Performance Requirements.* Champaign: Human Kinetics.
- Smith, D.L., T.S. Manning & S.J. Petruzzello (2001) Effect of strenuous live-fire drills on cardiovascular and psychological responses of recruit firefighters. *Ergonomics*, (3), 244-254.
- Smith, D.L., G. Horn, E. Goldstein & S.J. Petruzzello (2008) *Firefighter Fatalities and Injuries. The Role of Heat Stress and PPE.* Champaign: Firefighter Life Safety Research Center, Illinois Fire Service Institute, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Smith, D.L., J.P. Liebig, N.M. Steward & P.C. Fehling (2010) *Sudden Cardiac Events in the Fire Service. Understanding the Cause and Mitigating the Risk.* Saratoga Springs: Skidmore College.
- Soteriades, E.S., D.L. Smith, A.J. Tsimenakis, D.M. Baur & S.N. Kales (2011) Cardiovascular disease in US firefighters. A systematic review. *Cardiology in Review*, 19, 202-215.
- Womack, J.W., J.S. Green & S.F. Crouse (2004) Prevalence of metabolic syndrome in male fire fighters compared to prevalence of the United States male population at large as estimated by the Nation Cholesterol Education Program. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(5), supplement.
- Zwart, B.H.C. de, A.N.H. Weel, C.W.G. Rayer, M.W. Heymans, C.T.J. Hulshof & J.A. Duvekot (2005) *Leidraad aanstellingskeuringen. Handelen van de arbodienst en de keurend arts bij een aanstellingskeuring*, via <http://nvab.artsennet.nl/Artikel-3/Aanstellingskeuringen.htm>.