

Capacidad aeróbica de bomberos aeronáuticos

Aerobic capacity of aeronautical firefighters

Salin Eduardo Avellaneda Pinzón¹, Adriana Urbina²

Forma de citar: Avellaneda Pinzón SE, Urbina A. Capacidad aeróbica de bomberos aeronáuticos. rev.univ.ind. santander.salud 2015; 47(1): 61-67.

RESUMEN

Introducción: Los bomberos aeronáuticos atienden las emergencias en aeropuertos y sus cercanías. Su trabajo implica actividades de baja intensidad por periodos largos y, durante emergencias, actividades de alta intensidad, por lo cual es necesario que tengan buena condición física. **Objetivo:** Determinar la capacidad aeróbica de los bomberos aeronáuticos y sus factores determinantes. **Materiales y Métodos:** Estudio descriptivo transversal, en una muestra de 23 hombres bomberos aeronáuticos. Se determinó el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$) y umbral ventilatorio mediante ergo-espirometría (FitMate® Pro) durante un protocolo máximo sobre tapiz rodante. Se evaluó la composición corporal mediante adipometría. Se determinó el nivel de actividad física mediante el cuestionario internacional de actividad física IPAQ corto. **Resultados y Discusión:** El $VO_{2\text{máx}}$ fue $44,6 \pm 6,0$ ml/kg/min y el umbral ventilatorio fue $40 \pm 11\%$. 48% de los sujetos realizaban actividad física moderada y 52% actividad física intensa. El $VO_{2\text{máx}}$ se correlacionó con la actividad física ($r=0,72$; $p=0,000$), y a su vez ésta con el porcentaje de grasa corporal ($r= -0,46$; $p=0,027$) e IMC ($r= -0,43$; $p=0,039$). Aunque 17 de 23 sujetos tenían IMC igual o superior a 25 kg/m^2 , su grasa corporal se encontraba entre 12,5 y 22,8%. **Conclusión:** Aunque el $VO_{2\text{máx}}$ se encontró en buen nivel, por el tipo de tareas que los bomberos deben desarrollar durante la atención de emergencias, se sugiere mejorar el umbral anaeróbico, mediante entrenamiento de intervalos de alta intensidad. En bomberos, el IMC no parece ser adecuado para valorar riesgo cardiovascular, por lo que se sugiere utilizar el porcentaje de grasa corporal.

Palabras clave: bomberos, consumo de oxígeno, umbral anaerobio, salud laboral (Decs).

ABSTRACT

Introduction: Aeronautical firefighters manage emergencies at airports and nearby. Their work involves low-intensity activities for long periods and, in emergencies high intensity activities that require good physical condition. **Objective:** To determine the aerobic capacity of aeronautical firefighters and its determinant factors. **Methods:** Cross sectional study in 23 male aeronautical firefighters. Maximum

1. Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Mosquera (Cundinamarca), Colombia

2. Unidad de Fisiología, Universidad del Rosario, Bogotá DC, Colombia

Correspondencia: Salin Eduardo Avellaneda Pinzón. **Dirección:** Carrera 24 #63C-69 Quinta Mutis. **Correo electrónico:** salin.avellaneda@gmail.com. **Teléfono:** 2930200 extensión 3319.

oxygen consumption ($VO_2\text{max}$) and ventilatory threshold was determined by ergospirometry (FitMate® Pro) during a maximum protocol on treadmill. Body composition was assessed by adipometry. Physical activity level was determined with the international physical activity questionnaire (IPAQ) short version. **Results and Discussion:** $VO_2\text{max}$ was 44.6 ± 6.0 ml/kg/min and ventilatory threshold was $4 \pm 11\%$. 48% of subjects were classified with moderate physical activity and 52% with vigorous. $VO_2\text{max}$ was correlated with physical activity ($r = 0.72$; $p = 0.000$), and the last with the percentage of body fat ($r = -0.46$; $p = 0.027$) and body mass index (BMI) ($r = -0.43$; $p = 0.039$). Although 17 of 23 subjects had $IMC \geq 25$ kg/m², body fat was between 12.5 and 22.8%. **Conclusion:** Although $VO_2\text{max}$ was found in good level; because of the kind of tasks that firefighters develop during emergency attention, it is suggested to improve anaerobic threshold with high intensity intervals training. Among firefighters, BMI does not seem to be adequate to assess cardiovascular risk, and implementation of percentage of body fat is recommended.

Keywords: firefighters, oxygen consumption, anaerobic threshold, occupational health (Mesh).

INTRODUCCIÓN

Las funciones de los bomberos aeronáuticos son variadas y van desde la gestión de riesgos de la zona aeroportuaria hasta la atención y rescate de víctimas en accidentes aéreos¹. Esta profesión se caracteriza por la realización de tareas de baja intensidad durante largos periodos sumadas a actividades de alta intensidad por cortos periodos^{2,3}. Durante la atención de accidentes aéreos, los bomberos aeronáuticos deben realizar tareas tales como: correr, equiparse, subir escaleras y halar cargas⁴, todo esto en un escenario de alta temperatura, atmósfera contaminada y caos, lo que impone estrés aún mayor sobre las condiciones fisiológicas de los bomberos: aumento de frecuencia cardiaca, temperatura interna, nivel de estrés y del consumo de oxígeno (VO_2)⁵. Lo anterior determina que los bomberos en general, y particularmente los aeronáuticos deben tener “buena” capacidad aeróbica para el desempeño de su labor.

El consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$) es uno de los mejores indicadores de capacidad aeróbica⁶, y en bomberos, se relaciona el desempeño en tareas simuladas⁷. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar la capacidad aeróbica de un grupo de bomberos aeronáuticos y sus factores determinantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio: Descriptivo transversal.

Muestra: En la realización de este estudio se siguieron los protocolos para investigación con seres humanos (Declaración de Helsinki). Este estudio se considera de riesgo mínimo (Resolución 8430 de 1993) y recibió la aprobación por parte del comité de ética institucional. Todos los participantes otorgaron por escrito su

consentimiento informado. La población total de bomberos aeronáuticos de Bogotá es de 43 personas, de las cuales se seleccionaron 23 mediante muestreo por conveniencia.

Criterios de inclusión: Certificado de curso de bombero aeronáutico o curso recurrente vigente, dado por el Centro de Estudios Aeronáuticos de la República de Colombia; licencia de bombero aeronáutico otorgada por la Aeronáutica Civil Colombiana (AEROCIVIL); licencia aeromédica vigente; antigüedad en su trabajo superior a 2 meses, habiendo superado el periodo de prueba y adaptación.

Criterios de exclusión: Antecedente de enfermedad cardiovascular o respiratoria; tener alguna condición médica que le impida desarrollar una prueba de esfuerzo cardiorespiratorio.

Evaluación de estilos de vida: Se aplicó una encuesta a cada uno de los participantes del estudio para conocer sus variables sociodemográficas, incluyendo edad, educación formal, estrato socio-económico y hábitos de consumo de tabaco y alcohol.

Nivel de actividad física: El nivel de actividad física se evaluó mediante el cuestionario internacional de actividad física (IPAQ) versión corta⁸, que permitió cuantificar la actividad física de cada sujeto en MET-minuto/semana y clasificar el nivel en leve, moderado y elevado.

Composición corporal: El porcentaje de grasa se determinó mediante el método de Jackson y Pollock de tres pliegues (pecho, abdomen y muslo) utilizando un adipómetro (Davinci Measurement System®), asumiendo un modelo de dos compartimientos (graso y no graso)⁹. El peso y la estatura se determinaron con

una balanza (Health O'Meter®). La masa magra (no grasa) se determinó a partir del porcentaje de grasa y peso total.

Determinación de la capacidad aeróbica: El VO_2 máx se determinó mediante una prueba de ejercicio máximo sobre tapiz rodante (SportsArt® 1250N, SportsArt Industrial Co.), siguiendo el protocolo de Bruce en rampa, con monitoreo de gases espirados (FitMate® Pro, Cosmed). Se utilizaron como criterios para considerar el consumo de oxígeno como máximo: superar el 90% de la frecuencia cardíaca máxima calculada para la edad (220-edad) y concentración de lactato en sangre capilar superior a 8 mmol/l dentro de los primeros 5 minutos de recuperación (Accutrend® lactate, Roche). El umbral ventilatorio se determinó mediante el método de equivalente ventilatorio para el oxígeno y fue expresado como consumo de oxígeno (ml/kg/min), porcentaje del VO_2 máx y porcentaje de la frecuencia cardíaca de reserva (%FC reserva).

Análisis estadístico: Los resultados se presentan como media ± 1 desviación estándar. La normalidad de los

datos se determinó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Las comparaciones entre grupos se realizaron mediante prueba t o Mann-Whitney, análisis de varianza (ANOVA) o Kruskal-Wallis, y prueba Ji cuadrado. Se realizaron análisis de correlación de Pearson. Se estableció el nivel de significancia en $p < 0,05$. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa IBM™ SPSS® versión 20.0 (IBM Corporation; Licencia de la Universidad del Rosario).

RESULTADOS

En la muestra estudiada, la edad promedio fue $32,6 \pm 4,8$ años, peso $78,4 \pm 9,8$ kg, porcentaje de grasa de $14,8 \pm 3,8$ e índice de masa corporal de $25,7 \pm 2,7$ kg/m². Aunque 17 de 23 sujetos (74%) tenían índice de masa corporal (IMC) igual o superior a 25 kg/m², tenían porcentajes de grasa entre 12,5 y 22,8%, por lo cual no pueden ser categorizados como sujetos con sobrepeso u obesidad. En la **Tabla 1** se muestran algunas características de estilos de vida de los sujetos.

Tabla 1. Variables demográficas y de estilos de vida.

	Variable	Frecuencia (n=23)	Porcentaje
Fumador	No fuma	19	82,6
	De 1 a 10 (cigarrillos/día)	4	17,4
Estudios	Secundaria	6	26,1
	Técnico	11	47,8
	Tecnólogo	5	21,7
	Universitario	1	4,3
Frecuencia de consumo de bebidas alcohólicas	Nunca	6	26,1
	1 vez al mes	12	52,2
	2-4 veces al mes	5	21,7
	Más de 4 veces al mes	0	0,0
Actividad física – IPAQ	Baja	0	0,0
	Moderada	11	47,8
	Intensa	12	52,2

Con el fin de evaluar el efecto de la edad sobre la capacidad aeróbica de los sujetos estudiados, se establecieron tres grupos: 1) menores de 31 años (n=7); 2) de 31 a 36 años (n=10); 3) mayores de 36 años (n=6). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la capacidad aeróbica entre los grupos de edad, así como tampoco en la composición corporal y nivel de actividad física (**Tabla 2**). Para evaluar la correlación entre capacidad aeróbica,

composición corporal, actividad física y edad se realizaron análisis de correlación de Pearson (**Tabla 3**). Se encontró correlación significativa del VO_2 máx con actividad física ($r=0,724$), porcentaje de grasa ($r=-0,459$) e índice de masa corporal ($r=-0,431$). La actividad física por su parte, se correlacionó con porcentaje de grasa, índice de masa corporal y VO_2 máx. También se encontró que la edad y la actividad física se correlacionan de manera negativa ($r=-0,459$).

Tabla 2. Composición corporal y capacidad aeróbica de bomberos aeronáuticos de acuerdo con el grupo de edad.

Variable	< 31 años (n=7)	31- 36 años (n=10)	> 36 años (n=6)	Valor p
Estatura (m)	1,71 ±0,02	1,74 ±0,04	1,77 ±,04	0,056
Peso (kg)	74,2 ±6,7	80,4 ±12,9	80 ±5,8	0,419
Índice de masa corporal (kg/m ²)	25,2±2,2	26,2 ±3,5	25,5 ±2,9	0,748
Porcentaje grasa	12,4 ±3,6	15,4 ±3,9	16,5±3,2	0,132
Masa magra (kg)	64,7 ±4,6	67,3 ±9,4	66,6±3,6	0,757
Actividad física (MET-min/semana)	3472,3±1561	3316,3 ±1421,8	2379,3 ±1120,2	0,321
Actividad física elevada (%)	57,1	50,0	50,0	0,951
VO ₂ máx (ml/kg/min)	47,3 ±4,1	44,3 ±6,2	42,1 ±7,5	0,317
Frecuencia cardiaca máxima (min-1)	186,1 ±8,8	179,7 ±9,4	179,8±5,7	0,275
Umbral ventilatorio (ml/kg/min)	20,7±2,1	28,8±5,3	19,4 ±4,3	0,305
Umbral ventilatorio (%VO ₂ máx)	39,3 ± 3,4	46,8 ± 8,5	39,7 ±2,8	0,039
Umbral ventilatorio (%FC reserva)	38,9±10,6	42±12,6	39,2±8,6	0,820
Frecuencia cardiaca umbral (min-1)	118,5±14,7	117,5±12,4	114,3±13,4	0,842

Tabla 3. Capacidad aeróbica en bomberos aeronáuticos y variables asociadas.

R (Pearson)	r ²	P	Edad	Actividad física	Porcentaje de grasa	Índice de masa corporal	VO ₂ máx	Umbral ventilatorio (%FC reserva)
Edad			1,000					
			0,459					
Actividad física			0,210	1,000				
			0,027					
			0,413	-0,592				
Porcentaje de grasa			0,170	0,350	1,000			
			0,051	0,002				
			-0,054	-0,475	0,681			
Índice de masa corporal			0,002	0,225	0,463	1,000		
			0,806	0,022	0,000			
			-0,395	0,724	-0,459	-0,431		
VO ₂ máx			0,156	0,524	0,210	0,185	1,000	
			0,062	0,000	0,027	0,039		
			-0,106	0,172	-0,130	0,091	0,406	
Umbral ventilatorio (%FC reserva)			0,011	0,029	0,016	0,008	0,164	1,000
			0,629	0,432	0,554	0,676	0,054	

Teniendo en cuenta que la actividad física se correlaciona significativamente tanto con la capacidad aeróbica máxima como con la composición corporal, se realizaron comparaciones entre grupos establecidos de acuerdo con el nivel de actividad física: moderada, equivalente a 1500-3000 MET-min/semana; intensa,

equivalente a >3000 MET-min/semana), observándose que los bomberos que realizaban actividad física intensa tenían valores de VO₂máx y umbral ventilatorio (ml/kg/min) significativamente superiores a los observados en aquellos con actividad física moderada.

Tabla 4. Capacidad aeróbica y composición corporal en bomberos aeronáuticos de acuerdo con el nivel de actividad física.

Variable	Actividad física moderada (n=11)	Actividad física elevada (n=12)	Valor p
Frecuencia cardiaca en reposo (min-1)	76,1 ±8,3	68,8 ±11	0,093
Porcentaje de grasa	16,1 ±4,2	13,6 ±3,2	0,126
Índice de masa corporal (kg/m ²)	26,6 ±2,5	24,9±2,8	0,134
Masa magra (kg)	67,8 ±5,4	64,9±7,9	0,331
VO ₂ máx (ml/kg/min)	40,3±4,2	48,6 ±4,7	0,000
Umbral ventilatorio (ml/kg/min)	18,5±2,4	23,8±4,2	0,001
Umbral ventilatorio (%VO ₂ máx)	40,7 ± 1,2	45,2 ± 2,5	0,135
Umbral ventilatorio (%FC reserva)	37,5±9,8	42,9±11,3	0,235

Hace más de dos década se propuso que el consumo máximo de oxígeno necesario para que los bomberos puedan ejecutar las tareas estandarizadas de su trabajo es 45 ml/kg/min¹. Sin embargo, más recientemente se ha propuesto que este valor se reduzca a 42 ml/kg/min, sin afectación de la ejecución de tareas ni incremento del riesgo de lesiones¹⁰. Con base en lo anterior, se analizaron las características de los sujetos de estudio

de acuerdo con su VO₂máx, utilizando como punto de corte 42 ml/kg/min (**Tabla 5**). Se observó que 16 de 23 sujetos (70%) cumplen con este valor de VO₂máx, tendiendo estos sujetos porcentajes de grasa significativamente menores y umbrales ventilatorios (ml/kg/min) mayores, con respecto a aquello con menor VO₂máx.

Tabla 5. Características fisiológicas de bomberos aeronáuticos de acuerdo con su consumo máximo de oxígeno.

Variable	VO ₂ máx		Valor p
	< 42 (n=7)	≥ 42 (n=16)	
Frecuencia cardiaca reposo (min-1)	76 ±9,5	70,7 ±10,4	0,260
Índice de masa corporal (kg/m ²)	27,2 ±2,8	25,1±2,5	0,094
Porcentaje de grasa	18±3,3	13,3 ±3,2	0,005
Frecuencia cardiaca máxima (min-1)	176,7±6,3	183,8±8,7	0,066
Umbral ventilatorio (ml/kg/min)	17,5±2,1	22,9±4,1	0,004
Umbral ventilatorio (%VO ₂ máx)	41,2 ± 1,6	43,8 ± 2,0	0,426
Umbral ventilatorio (% FC reserva)	37±9,2	41,8±11,3	0,399

DISCUSIÓN

En este estudio se observó que aunque el índice de masa corporal promedio se encuentra por encima de 25 kg/m², los sujetos no pueden clasificarse como con sobrepeso, con base en sus porcentajes de grasa corporal. La obesidad es uno de los principales factores de riesgo cardiovascular en la población de bomberos en Estados Unidos¹¹. Sin embargo, nuestros resultados sugieren que dentro de este grupo, el índice de masa corporal no es un indicador adecuado para determinar la presencia de sobrepeso u obesidad, siendo más adecuado utilizar porcentaje de grasa corporal, masa magra o masa grasa¹².

Analizados en conjunto, los individuos estudiados presentaron un VO₂máx de 44,7±6,1 ml/kg/min. No obstante, teniendo en cuenta que con la edad se observa disminución de la capacidad aeróbica¹³, se analizaron los datos dividiendo los sujetos en tres grupos de edad. De esta manera, sólo se observaron diferencias en el umbral ventilatorio (%VO₂máx), pero no se observaron cambios significativos en VO₂máx ni actividad física. Previamente, ha sido informado que aunque en bomberos el VO₂máx disminuye con la edad, el mantenimiento de elevados niveles de actividad física y de baja adiposidad son factores que retardan tal decremento¹⁴. Por lo tanto, puede pensarse que en nuestros sujetos no se observaron diferencias en el

VO₂máx con el aumento de la edad porque aún para los sujetos mayores, los niveles de actividad física se mantienen por encima de 1500 MET-min/semana.

Teniendo en cuenta que la actividad física es un factor determinante tanto de la composición corporal como de la capacidad aeróbica, se quiso determinar la relación entre estas variables. Se observó que el VO₂máx se correlaciona con mayor intensidad con actividad física ($r= 0,72$), a continuación con porcentaje de grasa ($r= -0,46$), y finalmente con IMC ($r= -0,41$). Lo anterior, lleva a pensar que es la actividad física el principal determinante del VO₂máx en nuestros sujetos de estudio, y que la relación entre éste y la composición corporal es efecto de interacción por el elevado nivel de actividad física.

Para la medición de actividad física se empleó el cuestionario internacional de actividad física IPAQ versión corta, herramienta previamente validada¹⁵. Aunque existen cuestionarios específicos de actividad física ocupacional, éstos se centran más en tareas como subir escaleras, levantar y desplazar cargas¹⁶. En contraste, nuestros sujetos de estudio realizan durante su jornada laboral entrenamiento físico principalmente aeróbico, constituido por carrera continua o intermitente. Dado que el IPAQ hace énfasis en la intensidad de la actividad física (moderada o vigorosa), así como en su duración, tomando como ventana de observación la última semana, consideramos que en este grupo particular de estudio es un indicador más confiable de actividad física. No obstante, determinaciones de mayor confiabilidad incluyen la realización de diarios de campo, acelerometría y monitoreo de frecuencia cardíaca, lo cual sería recomendable para futuros estudios.

Tradicionalmente, se le ha conferido gran importancia a la capacidad aeróbica de los bomberos, siendo considerado el VO₂máx como predictor de la realización exitosa de las tareas estandarizadas que se incluyen en las pruebas de proficiencia^{4, 17, 18}. En este sentido, en Reino Unido se tienen requisitos mínimos para la entrada y permanencia en el cuerpo de bomberos, dentro de ellos un VO₂máx de 45 ml/kg/min, medido de manera indirecta con la prueba de Chester sobre banco¹⁹, aunque recientemente se ha sugerido disminuir este nivel a 42 ml/kg/min. Las mediciones de VO₂máx realizadas en el presente estudio fueron realizadas mediante análisis de gases espirados, por lo que son altamente confiables, y han mostrado que la capacidad aeróbica máxima de los sujetos, ya sea analizándolos en conjunto o por grupos de edad es buena^{3,10}. De manera particular, se observó que 70% de nuestra

muestra cumple con este punto de corte de 42 ml/kg/min, y que estos sujetos además presentaron valores significativamente mayores de umbral ventilatorio. El principal cuestionamiento se dirige entonces hacia el nivel óptimo de actividad física que puede determinar una capacidad aeróbica y composición corporal óptima en estos bomberos. Los datos presentados muestran que este nivel sería más de 3000 MET-min/semana.

Ahora bien, para realizar alguna recomendación sobre el tipo de entrenamiento apropiado para estos sujetos durante su jornada laboral, es necesario tener en cuenta que las actividades que ellos deben realizar durante la atención de emergencias incluyen levantamiento y desplazamiento de cargas y la manipulación de herramientas pesadas. Por un lado, es fundamental el mantenimiento del VO₂máx y mejoramiento del umbral ventilatorio, para lo cual es recomendable trabajar a intensidades superiores al umbral introduciendo de manera progresiva intervalos de alta intensidad²⁰. De otro lado, con el fin de aumentar la tolerancia al ejercicio anaeróbico de alta intensidad, principalmente láctico, es fundamental incluir entrenamiento anaeróbico, en cualquiera de sus variantes (levantamiento de peso, pliometría y otras)²¹.

La primera limitación del estudio es el tamaño de la muestra. Sin embargo, teniendo en cuenta que se estudiaron 23 de los 46 sujetos que hacen parte de la división de bomberos aeronáutico de la ciudad, esta muestra se considera representativa. De otro lado, se utilizó un muestreo por conveniencia no aleatorizado, de manera que pudo presentarse sesgo de selección de los participantes, principalmente hacia aquellos con mejor condición física y motivación para participar en el estudio. Para cuantificar actividad física, se utilizó el cuestionario IPAQ corto, que si bien es un instrumento validado, está sujeto a sesgo de percepción y de memoria por parte de los participantes en el mismo, por lo cual se sugiere que para estudios posteriores se usen registros objetivos de actividad física tales como diarios de campo, acelerometría y monitoreo de frecuencia cardíaca. Otra limitación de la investigación fue el tipo de estudio, al ser un estudio transversal no se pudo establecer relación causal entre las variables de interés. Se sugiere la realización de estudios de intervención para establecer el efecto del entrenamiento físico sobre la capacidad aeróbica y el desempeño de la labor de bomberos aeronáuticos. Adicionalmente, la literatura se ha centrado en los bomberos en general, pero cabe preguntarse si existen diferencias entre grupos especializados dentro de estos, por ejemplo bomberos aeronáuticos.

AGRADECIMIENTOS

Al cuerpo de bomberos aeronáuticos de la ciudad de Bogotá, por su participación en este estudio. Al señor José Armando Villamil Barrera y al profesor Johan Enrique Ortiz Guzmán por todo su apoyo durante la obtención de datos, en el Laboratorio de Fisiología de la Universidad del Rosario.

REFERENCIAS

- Gledhill N, Jamnik VK. Characterization of the physical demands of firefighting. *Can J Sport Sci.* 1992; 17(3): 207-13.
- Choi B, Schnall PL, Dobson M, Garcia-Rivas J, Kim H, Zaldivar F, et al. Very Long (> 48 hours) Shifts and Cardiovascular Strain in Firefighters: a Theoretical Framework. *Ann Occup Environ Med.* 2014; 26(1): 5.
- Bos J, Mol E, Visser B, Frings-Dresen M. The physical demands upon (Dutch) fire-fighters in relation to the maximum acceptable energetic workload. *Ergonomics.* 2004; 47(4): 446-60.
- Bilzon JL, Scarpello EG, Smith CV, Ravenhill NA, Rayson MP. Characterization of the metabolic demands of simulated shipboard Royal Navy fire-fighting tasks. *Ergonomics.* 2001; 44(8): 766-80.
- Berger W, Coutinho ES, Figueira I, Marques-Portella C, Luz MP, Neylan TC, et al. Rescuers at risk: a systematic review and meta-regression analysis of the worldwide current prevalence and correlates of PTSD in rescue workers. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol.* 2012; 47(6): 1001-11.
- Sothmann MS, Saupé KW, Jasenof D, Blaney J, Fuhrman SD, Woulfe T, et al. Advancing age and the cardiorespiratory stress of fire suppression: determining a minimum standard for aerobic fitness. *Human Performance.* 1990;3(4):217-36.
- Lindberg AS, Oksa J, Gavhed D, Malm C. Field tests for evaluating the aerobic work capacity of firefighters. *PLoS One.* 2013; 8(7): e68047.
- Sperber AD, Devellis RF, Boehlecke B. Cross-Cultural Translation: Methodology and Validation. *Journal of Cross-Cultural Psychology.* 1994; 25(4): 501-24.
- Pollock ML, Kanaley JA, Garzarella L, Graves JE. Anthropometry and Body Composition Measurement. In: Maud P, Foster C, editors. *Physiological Assessment of Human Fitness U.S.A: HK rewards;* 2006: p. 185-227
- Wynn P, Hawdon P. Cardiorespiratory fitness selection standard and occupational outcomes in trainee firefighters. *Occup Med (Lond).* 2012; 62(2): 123-8.
- Soteriades ES, Hauser R, Kawachi I, Liarokapis D, Christiani DC, Kales SN. Obesity and cardiovascular disease risk factors in firefighters: a prospective cohort study. *Obes Res.* 2005; 13(10): 1756-63.
- Ode J, Knous J, Schlaff R, Hemenway J, Peterson J, Lowry J. Accuracy of body mass index in volunteer firefighters. *Occup Med (Lond).* 2014; 64(3): 193-7.
- Lara Sánchez AJ, García Franco JM, Torres-Luque G, Zagalaz Sánchez ML. Análisis de la condición física en bomberos en función de la edad. *Apunts. Medicina de l'Esport* 2013; 48(177): 11-16
- Baur DM, Christophi CA, Cook EF, Kales SN. Age-Related Decline in Cardiorespiratory Fitness among Career Firefighters: Modification by Physical Activity and Adiposity. *J Obes.* 2012; 2012: 710903.
- Arvidsson D, Slinde F, Hulthen L. Physical activity questionnaire for adolescents validated against doubly labelled water. *Eur J Clin Nutr.* 2005; 59(3): 376-83.
- Reis JP, Dubose KD, Ainsworth BE, Macera CA, Yore MM. Reliability and validity of the occupational physical activity questionnaire. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37(12): 2075-83.
- Dreger RW, Jones RL, Petersen SR. Effects of the self-contained breathing apparatus and fire protective clothing on maximal oxygen uptake. *Ergonomics.* 2006; 49(10): 911-20.
- Henderson ND, Berry MW, Matic T. Field measures of strength and fitness predict firefighter performance on physically demanding tasks. *Pers Psychol.* 2007; 60: 431-473.
- Office of the Deputy Prime Minister. *Operational Physiological Capabilities of Firefighters: Literature Review and Research Recommendations.* London: ODPM Publications; 2004.
- Gist NH, Fedewa MV, Dishman RK, Cureton KJ. Sprint interval training effects on aerobic capacity: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2014; 44(2): 269-79.
- Smith DL. Firefighter fitness: improving performance and preventing injuries and fatalities. *Curr Sports Med Rep.* 2011; 10(3): 167-72.