

Relación entre la percepción de la capacidad aeróbica y el VO_{2max} en bomberos

José Antonio Prieto Saborit, Miguel del Valle Soto, M^a Ángeles Montoliú Sanclement*,
Pedro Carlos Martínez Suárez**, Paloma Nistal Hernández y Vicente González Díez***
Universidad de Oviedo, * Hospital Central de Asturias, ** Escuela Universitaria de Enfermería de Cabueñes
y *** Servicio Médico de la Mancomunidad Cabo Peñas

Para un bombero, conocer su estado de forma implica regular la intensidad del rescate sin provocar una fatiga prematura. El objetivo principal del estudio es conocer la capacidad aeróbica real (CAR) de una muestra de bomberos basada en su VO_{2max} y compararla con dos medidas autoinformadas: la valoración subjetiva de su capacidad aeróbica (VSCA) y la valoración del ejercicio físico realizado (VEF). Participaron 37 bomberos del Principado de Asturias. Se realizaron pruebas de esfuerzo hasta la extenuación en una cinta sin fin, midiendo la frecuencia cardíaca y el consumo VO_{2max} . El 94,4% de los bomberos que obtuvieron un VO_{2max} por debajo de 43 ml/min/Kg (mínimo aconsejado para desarrollar su trabajo eficazmente) consideró su capacidad aeróbica «alta» o «muy alta». Esto podría ser influenciado por la falta de información que reciben sobre su capacidad aeróbica a causa de un entrenamiento voluntario y autoprogramado. Se aconseja planificar entrenamientos supervisados por un especialista y realizar test periódicos que informen de la capacidad aeróbica.

Relation between the perception of the aerobic capacity and the VO_{2max} in firemen. For a fireman, knowing whether he is fit enough for his job implies regulating the intensity of the rescue without causing premature body fatigue. Therefore, the main purpose of this study is to determine the real aerobic capacity in a sample of firemen, based on the VO_{2max} , and to compare it with two self-report measures: the subjective appraisal of aerobic capacity and the appraisal of the physical exercise carried out. Thus, 37 firemen from Asturias took part in this study and performed effort tests on a treadmill, measuring their heart frequency and VO_{2max} consumption. Of the firemen, 94.4% who obtained a VO_{2max} below 43 ml/min/kg (the minimum advised to perform their job effectively) considered their aerobic capacity to be «high» or «very high». This might be influenced by the lack of feedback on their aerobic capacity, as their training is voluntary and self-planned. Therefore, it is highly recommended to program specialized training and to carry out periodical tests to provide feedback about aerobic capacity.

Diferentes estudios muestran que los bomberos trabajan en niveles máximos de esfuerzo en el momento de intervenir en tareas de rescate (Davis y Dotson, 1987; Gledhill y Jamnik, 1992; James, Emily, Calum, Neil y Marck, 2001; Perroni, Tessitore, Lupo, Cortis, Cignitti y Capranica, 2008; Williams-Bell, Villar, Sharratt y Hughson, 2009), esta alta intensidad implica una autorregulación del esfuerzo por parte del rescatador que le permita completar eficazmente su tarea, para ello deberá ser consciente de su nivel de capacidad aeróbica. Igualmente, se ha puesto de manifiesto que los bomberos padecen problemas físicos y psicológicos crónicos durante el transcurso de su vida laboral (Bos, Mol, Visser y Frings-Dresen, 2004; Moya-Albiol, Serrano, González-Bono, Rodríguez y Salvador, 2005) y un alto ries-

go de estrés laboral (Moreno, Morett, Rodríguez y Morante, 2006). Estos problemas pueden derivarse de una falta de respuesta física y de una sobrecarga de trabajo, como ocurre en otros contextos laborales (Burke y Dunbar-Jacobs, 1996), factores que podrían ser amortiguados con una correcta planificación de su preparación física.

La capacidad aeróbica es una función del volumen máximo de oxígeno (VO_{2max}) el cual representa la capacidad máxima del organismo para metabolizar el oxígeno en la sangre. Dado que cuanto mayor sea el VO_{2max} , mayor será su resistencia cardiovascular, éste es utilizado como unidad de medida para la capacidad aeróbica. La medición del VO_{2max} es descrita como el mejor criterio de capacidad aeróbica (Montoliú, López, González y Rodríguez, 1998; Wilmore y Davis, 1979).

El VO_{2max} es considerado el primer factor determinante para valorar la aptitud física de los grupos de bomberos (Heimburg, Rasmussen y Medbo, 2006; Holmér y Gavhed 2007; James et al., 2001; Williams-Bell et al., 2009), es válido para determinar las características de un colectivo y permite examinar los efectos de programas encaminados a mejorar las condiciones cardiorrespiratorias (Genaidy, Karwowski, Guo, Hidalgo y Garbuttt, 1992; Legg, Ramsey y Knowles, 1992; Shepard, 1986).

Si se conoce una carga de trabajo (expresada en términos de $VO_{2máx}$) y el porcentaje de cada sujeto respecto a su $VO_{2máx}$, se conoce de forma muy precisa el nivel de trabajo o esfuerzo más intenso que puede desarrollar sin fatigarse (Eglin, 2007; Prieto, Egocheaga, González, Montoliú y Alameda, 2001). Sothmann (1990) emprendió un estudio para determinar el estándar mínimo de $VO_{2máx}$ para llevar a cabo las tareas de los bomberos. Su estudio propuso una tarea real de extinción de incendios, y reflejó que los bomberos, por regla general, trabajaron al 76% de su $VO_{2máx}$ y sólo aquellos que reflejaban $VO_{2máx}$ superior a 41 ml/min/Kg eran capaces de superar la tarea con éxito. Otros estudios obtienen resultados similares y recomiendan un mínimo de $VO_{2máx}$ situado entre 40 y 45 ml/min/Kg para los bomberos (Bilzon, Scarpello, Smith, Ravenhill y Rayson 2001; Gledhill y Jamnik, 1992; Heimburg et al., 2006; Peate, Lundergan y Johnson, 2002; Smith y Petruzzello, 1998), en algún caso superior (Carter, Banister y Morrison, 1999). La actividad física y concretamente el trabajo aeróbico tiene una influencia determinante en el control de los factores de riesgo de enfermedades cardíacas, las cuales se ven acentuadas con la edad (Fagard y Tipton, 1994; Holloszy, Schultz, Kusnierkiewicz, Hagberg y Ehsani, 1986), por lo que parece necesario su mantenimiento.

Algunos estudios consideran que la salud del colectivo de bomberos no es tan buena como debería ser, posiblemente por la falta de una planificación correcta del entrenamiento (Kales, Aldrich, Polyhroopoulos, Artzerounian, Gasset, Hu, Kelsey, Sweet y Christiani, 1998 y 1999). Según Vicente (2005), en un dictamen elaborado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en España, el entrenamiento debería ser planificado y revisado por un profesional en la materia y no realizarse de manera individual sin supervisión de un entrenador. Por lo tanto, si no existiese un entrenamiento controlado por un especialista, podría ocurrir que los bomberos perciban de forma subjetiva una capacidad aeróbica superior a su capacidad aeróbica real. Un error de percepción, por sobrevaloración de su capacidad aeróbica, supondría no ser capaz de realizar con éxito las exigencias físicas de su ocupación (Davis, Dotson y Santa, 1982; Kilbom, 1980; Peate, Lundergan y Johnson, 2002). Además esta falta de respuesta física adecuada en el desarrollo de su labor provoca emociones negativas en el trabajo, lo que se traduce en un importante estresor laboral afectando tanto a la parte física como a la psicológica (Buunk, De Jorge, Ybema y De Wolf, 1998).

El objetivo principal de este estudio fue analizar la asociación entre la valoración subjetiva o autopercepción de la capacidad aeróbica, medida a partir de un autoinforme y la medida objetiva de la capacidad aeróbica a través de su $VO_{2máx}$. Esto nos permitiría deducir si los bomberos perciben de forma adecuada su capacidad aeróbica para así poder economizar el esfuerzo en tareas tan exigentes. Igualmente, se quería conocer si la muestra estudiada seguía un plan específico supervisado por un especialista, y de no ser así, clasificar la actividad física aeróbica realizada semanalmente, para compararla con los datos obtenidos en la prueba de esfuerzo y comprobar si el $VO_{2máx}$ es mantenido a lo largo de la vida laboral independientemente de su edad.

Método

Participantes

Han participado en el estudio 37 bomberos varones (29 +/- 3.6 años, 74,72 +/- 9,3 Kg, 180 +/- 3,2 cm, un Índice de Masa Corporal

de 23,06 +/- 4 y un porcentaje graso de 15,2 +/- 2,1%). La muestra fue tomada usando un sistema de números aleatorios asignados a los 358 bomberos (área de intervención de la comunidad autónoma), si bien se ofreció la posibilidad de rehusar al estudio. Se estimó un tamaño de muestra de 43 sujetos siguiendo la fórmula de cálculo de tamaño muestral para poblaciones finitas. Como criterio de inclusión se exigió disponer de una antigüedad mínima de dos años en el cuerpo y no haber dispuesto de baja laboral por enfermedad o situación similar que pudiese alterar su condición física actual en los últimos 6 meses. Sólo 6 integrantes de la muestra inicial renunciaron posteriormente por motivos personales o de salud, lo que representa una tasa de atrición del 13,9%.

Instrumentos

Los exámenes se llevaron a cabo de manera idéntica e incluyó un cuestionario de valoración de la condición física (CVCF) para evaluar la percepción de la capacidad aeróbica de cada bombero y conocer la actividad física realizada (Peate, Lundergan y Johnson, 2002). Además, se realizó un test de esfuerzo en laboratorio para obtener el $VO_{2máx}$ y una valoración médica generalizada para evitar riesgos.

El CVCF (adaptado de Peate et al., 2002) contenía ítems tipo Likert sobre su condición física y tipo de actividad o entrenamiento realizado. En el cuestionario debían contestar a la pregunta ¿Sigues un plan específico de entrenamiento supervisado por un especialista? y valorar la actividad física realizada en una escala de 0 a 7 puntos, las opciones de respuesta oscilaban entre el Nivel 0 («evitar el ejercicio físico como caminar») y el Nivel 7 («recorro más de 30 Km por semana o realizo 5 horas de actividad física comparable»). La escala de niveles intermedio era: Nivel 1 (no evito caminar pero tampoco lo pretendo), Nivel 2 (recorro hasta un máximo de 5 Km semanales), Nivel 3 (recorro entre 5 y 10 Km semanales), Nivel 4 (recorro entre 10 y 15 Km semanales), Nivel 5 (recorro entre 15 y 20 Km semanales) y Nivel 6 (recorro entre 20 y 30 Km semanales). La clasificación en niveles de la actividad física realizada permitirá cuantificar el entrenamiento realizado por los sujetos y comprobar si realmente se corresponde con el $VO_{2máx}$ analizado con la valoración subjetiva. Por otro lado, debían valorar la percepción subjetiva sobre su condición aeróbica, el rango de respuesta de los ítems variaba desde el Nivel 1 («nula») hasta el Nivel 7 («excelente»), relacionándola siempre con la capacidad aeróbica de cada sujeto. Todos los bomberos fueron encuestados con carácter confidencial.

El ergómetro del tipo cinta *sin fin*, que se utilizó en la prueba de esfuerzo, fue el modelo LE 3-6 (Jaeger, Alemania), de una precisión de +/- 0,2 Km.h⁻¹ y un rango de velocidad de 0,1-29,9 Km.h⁻¹ y de inclinación 0-19,55%. Se realizó con análisis respiración a respiración de la respuesta ventilatoria y metabólica por medio de un analizador de gases con el sistema CardioO₂ & CPX/D (Medgraphics, USA). El analizador de O₂ era de circonio y el de CO₂ paramagnético, los volúmenes de aire se midieron con una mascarilla de Hans Rudolph y un neumotacógrafo; se efectuaron calibraciones antes de cada prueba. El análisis electrocardiográfico se realizaba con una monitorización continua de 12 derivaciones.

Procedimiento

La muestra fue previamente informada, siéndoles explicados los objetivos del estudio y el protocolo a seguir. Las pruebas se

realizaron en un laboratorio con denominación de Unidad de Fisiología del Ejercicio (UFE), entre las 9:00 y las 12:00 horas de la mañana durante cinco días consecutivos. El local donde se desarrollaron tiene una superficie de 57 m² y 4 m de altura. Durante la prueba ergométrica de laboratorio en cinta sin fin fueron medidos e informatizados los siguientes parámetros: consumo máximo de oxígeno (VO_{2máx}) medido en ml.min⁻¹ y en ml.Kg⁻¹.min⁻¹ y frecuencia cardíaca máxima (Fc máx.). Se extremaron las medidas para que estuviese perfectamente ventilado, las condiciones ambientales fueron constantes durante todas las pruebas, con una temperatura de 20-22 °C y una presión atmosférica entre 720 y 750 mm de Hg.

El protocolo utilizado para determinar el VO_{2máx} fue el test de Bruce (Bruce, 1963) realizado sobre tapiz rodante, en la que se comienza a una velocidad de 2,7 Km/h y con un pendiente del 10%, aumentando progresivamente cada tres minutos 1,3 Km/h la velocidad y un 2% la pendiente, hasta llegar a la extenuación. El analizador de gases utilizado tomaba las muestras respiración a respiración, como ya hemos mencionado, por lo que se hicieron los promedios de todas las variables cada 30s, y con ellos trabajamos todas las variables obtenidas.

Análisis de datos

El análisis de datos fue realizado con el paquete estadístico SPSS v. 15. En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo. A continuación se sometió a prueba la asociación entre las variables realizando análisis de contingencia con el estadístico de contraste chi-cuadrado.

Se subdividió la variable VO_{2máx} en dos grupos, generando una variable nueva dicotómica denominada CAR (Capacidad Aeróbica Real). Se diferenció un primer grupo (CAR baja) de bomberos que no llegaban a una capacidad aeróbica (VO_{2máx}) mínima de 43 ml/min/Kg, de un segundo grupo (CAR alta) representados por los sujetos que superaban esta cifra. El grupo CAR baja representó un 48,6% y el grupo CAR alta el 51,4% restante. Una vez dicotomizada la variable CAR se usó ésta como variable dependiente y las variables valoración subjetiva de la capacidad aeróbica (VSCA) y valoración del ejercicio físico (VEF) ambas autoinformadas, como

variables independientes. El objetivo fue determinar el valor predictivo de las variables VSCA y VEF para explicar la CAR. Para ello se utilizó la Regresión Logística (RL) del tipo lineal binaria por el método introducir. En un primer paso se introdujo la variable VEF y en un segundo paso la variable VSCA.

Resultados

VSCA, VEF y VO_{2máx}

Dentro del nivel de autopercepción que los bomberos tienen sobre su capacidad aeróbica (VSCA) para desarrollar eficazmente su trabajo, un 16,21% de los bomberos se sitúa en el Nivel 4 de la escala («normal»), 40,5% en el Nivel 5 («alta»), un 40,5% en el Nivel 6 («muy alta») y un 2,7% en el Nivel 7 («excelente»). Ninguno de los sujetos se valoró por debajo del Nivel 4.

Por otra parte, el 100% de la muestra no sigue un plan específico de entrenamiento supervisado por un especialista, por lo que en el cuestionario debían responder sobre el tipo de actividad física realizada habitualmente (VEF), resultando que un 54,1% de la población estudiada estaba igual o por debajo del Nivel 5 (correr hasta 20 Km a la semana o actividad física comparable).

El 94,4% de los bomberos que obtuvieron un VO_{2máx} por debajo de 43 ml/min/Kg (mínimo aconsejado para desarrollar su trabajo eficazmente) consideró su capacidad aeróbica «alta» o «muy alta».

Relación entre VO_{2máx} - VSCA y VEF y VO_{2máx}-Edad

En cuanto al objetivo principal de la investigación: relacionar la valoración de la condición física (VSCA y VEF) con la capacidad aeróbica real (CAR), se ha encontrado una asociación estadísticamente significativa entre la variable VEF y la variable CAR en el análisis de contingencia (chi² = 17,706; p<0.001; residuo -4,9 para CAR baja en el Nivel 7 de la variable VEF y 4,9 para CAR alta en el mismo nivel de la variable VEF). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al asociar CAR con VSCA, es decir, la capacidad aeróbica real con la valoración subjetiva de la misma.

Tabla 1

Modelo de regresión logística compuesto por las variables VSCA y VEF presentándose un porcentaje de clasificaciones correctas para una CAR baja del 72,2% mientras que para una CAR alta del 63,2%

-2 Log likelihood 38,921(a)			Predicho				
			Capacidad aeróbica real		Porcentaje correcto		
Observado			Baja	Alta			
Paso 1	Capacidad aeróbica real	Baja	13	5	72,2		
		Alta	7	12	63,2		
Porcentaje promedio					67,6		
		B	S.e.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso1º	VEF	1,152	,500	5,300	1	,021	3,164
	VSCA	,159	,869	,033	1	,855	1,172
	Constante	-7,072	4,002	3,123	1	,077	,001

^a (Variable(s) introducidas en el paso 1): valoración del ejercicio físico realizado, valoración subjetiva de su capacidad aeróbica

Por otro lado, se encuentra una correlación negativa y estadísticamente significativa entre el $VO_{2máx}$ y la edad de los sujetos ($p < 0.001$) (prueba Rho de Spearman). Los bomberos con menor edad son los que presentan una mayor capacidad de $VO_{2máx}$; por el contrario, los bomberos con mayor edad presentan los valores más bajos de consumo de oxígeno ($Rho = -0,92$; $p = 0,000$).

En cuanto al modelo de regresión utilizado, con la variable dependiente CAR y las variables independientes VEF y VSCA, presenta un buen ajuste ($-2LL = 38,921$) el porcentaje de clasificaciones correctas para una CAR baja es del 72,2%, mientras que para una CAR alta es del 63,2%, sin embargo, al introducir las variables en la ecuación únicamente resulta significativa la variable VEF (tabla 1).

Discusión y conclusiones

Se quería conocer el $VO_{2máx}$ de una muestra de bomberos para compararlo con la valoración subjetiva que tienen de su capacidad aeróbica y así comprobar si tienen un conocimiento real de su estado de forma que les permita regular adecuadamente la intensidad del esfuerzo durante un rescate. Además, en el caso de no seguir un entrenamiento supervisado por un especialista, se pretendía cuantificar su entrenamiento aeróbico y comprobar si se mantenía durante su vida laboral.

La capacidad aeróbica, y más concretamente el $VO_{2máx}$, ha sido determinado por diferentes estudios como la variable mínima necesaria para desarrollar eficazmente las labores de rescate y extinción de incendios de los bomberos (Gledhill y Jamnik 1992; Heimburg et al., 2006; James et al., 2001; Peate et al., 2002; Perroni et al., 2008; Williams et al., 2009). Estos autores establecen un mínimo de 43 ml/min/Kg para desarrollar la tarea de extinción de incendios con eficacia. En este estudio se ha podido observar cómo la media de la muestra coincide con el $VO_{2máx}$ recomendado, pero destaca negativamente que un 48,6 % de los bomberos no lleguen a este margen mínimo de capacitación.

Existe una importante relación entre el $VO_{2máx}$ y la edad, en cada década se reduce un 20% el $VO_{2máx}$ (Shephard, 1991; Kenny et al., 2008). En un estudio desarrollado por Lusa, Louhevaara y Kinunen (1994) concluyeron que el trabajo físico y la demanda de capacidad de trabajo sigue siendo la misma en toda la carrera profesional de bomberos, independientemente de la edad. Además, Kenny et al. (2008), relatan en su estudio que los bomberos con una edad entre los 40 y 60 años podrían mantener los niveles de $VO_{2máx}$ recomendados si disponen de una correcta preparación física.

Se comprueba que el 100% de los bomberos de nuestra muestra que sobrepasan los 30 años están por debajo de los 43 ml/min/Kg de $VO_{2máx}$ recomendado. Así, del mismo modo, se observa cómo a mayor edad de los bomberos se descuida su salud aeróbica, suponiendo un riesgo para el sujeto tanto física como psicológica (Burke y Dunbar-Jacobs, 1996; Bos et al., 2004; y Moreno et al., 2006).

Podemos comprobar en el modelo de regresión planteado cómo la valoración del ejercicio físico realizado (VEF) es una variable determinante en la predicción de una CAR baja o alta. Asimismo, la variable VSCA no tiene un buen comportamiento para determinar la CAR, sujeta seguramente a condicionantes de deseabilidad social, motivación o factores cognitivo-mediacionales que no presenta la variable VEF, ya que se le pide en ella al sujeto que informe sobre una acción que realiza, el ejercicio físico tiene la objeti-

vidad propia de las medidas conductuales clásicas, mientras que la VSCA depende de factores decisionales que se escapan a esta investigación.

El 100% de la muestra estudiada no sigue un entrenamiento controlado por un especialista. En otro estudio se menciona que el entrenamiento de cada bombero se realiza de forma totalmente autónoma y voluntaria, únicamente deben pasar unas pruebas de aptitud específicas para el desarrollo de su trabajo (Reilly, Iggleen, Gennser y Tripton, 2006). Ahora bien, si es necesaria una aptitud física para pertenecer a un grupo de rescate, esta misma aptitud debería mantenerse mientras dure el desempeño de su profesión. Roberts, O'Dea, Boyce y Mannix (2002) demostraron en un estudio con 115 bomberos urbanos que un programa de ejercicio físico supervisado por un especialista durante 16 semanas mejora notablemente la capacidad aeróbica, aumentando en un 28% el $VO_{2máx}$ de la población estudiada.

Otros estudios con bomberos forestales consiguieron una mejora del $VO_{2máx}$ de un 6 y un 8% después de un programa de entrenamiento de 16 semanas (Apud, Gutiérrez, Lagos, Maureira, Meyer y Espinoza, 2002; López, Villa, Rodríguez, García, Moreno, Ávila y Pernía, 2006). Las diferencias principales entre estos estudios radican en que los bomberos urbanos tenían un $VO_{2máx}$ inicial muy bajo, lo que indicaba una pobre condición física que resultó fácil de mejorar con un programa de entrenamiento supervisado; por el contrario, los bomberos forestales partían de un $VO_{2máx}$ muy alto. Estas diferencias en la capacidad aeróbica inicial de los grupos se asociaba significativamente con la edad. En nuestro caso se observa cómo a mayor edad menor $VO_{2máx}$, por lo que es posible que se descuide la forma física, suponiendo un riesgo en su trabajo. Una programación del entrenamiento, independientemente de la edad, supone: responsabilidad, intensidad y exigencia, factores que, de no tenerse en cuenta, pueden ser desencadenantes de estrés (Kugler, Seelbach y Krueskemper, 1994).

Los bomberos con una capacidad aeróbica baja (basada en la medida cuantitativa de su $VO_{2máx}$), es decir, valoran su capacidad física con el Nivel 5 («alta») manifiestan un importante error en la autopercepción de su capacidad aeróbica. Peate et al. (2002), también relacionó el $VO_{2máx}$ con la autopercepción de la capacidad aeróbica, no encontrando una relación significativa, demostrando que la autopercepción de la aptitud física de los bomberos no se corresponde con la realidad manifestada por las medidas biológicas. Los autores creen, sin embargo, que no se trata tanto de una falta de correspondencia, sino una inadecuación de la medida autoinformada (VSCA) bien por la confusión conceptual que pueda presentar, bien por otras variables que introduzcan ruido en la ecuación, bien por la complejidad para escalar estas variables. En todo caso, son preferidas variables conductuales de mayor precisión y claridad teórica como la valoración del ejercicio físico realizado. Por tanto, una de las posibles limitaciones del estudio tenga que ver con la elección de una medida de informe verbal para determinar la autopercepción de la aptitud física y no otros indicadores conductuales que, aunque indirectamente, pudieran medir de forma objetiva tal capacidad. Otra posible limitación se halla en la dificultad para determinar la negligencia en la responsabilidad, intensidad y autoexigencia que el bombero debe tener con respecto a su entrenamiento y más aún su posible asociación con la variable edad.

Una disminuida capacidad aeróbica en los bomberos podría suponer no ser capaz de realizar con éxito las exigencias físicas de su ocupación (Kilbom, 1980; Davis, 1982). En un bombero, so-

brevalar su auténtica capacidad aeróbica representaría entrar en una fatiga prematura durante un rescate, poniendo en peligro su vida y por consiguiente la de las víctimas.

Se puede apreciar cómo 17 de los 18 casos del grupo CAR baja se valoraron subjetivamente como de capacidad aeróbica «alta» o «muy alta», confirmándose un importante error subjetivo de su capacidad aeróbica y una falta de referencia para valorar su propia capacidad física. Por este motivo, se aconseja entrenamiento estructurado y controlado con pruebas regulares que a modo de *feedback* sirvan para conocer permanentemente el estado de forma de

los profesionales. Del mismo modo, programar y controlar el entrenamiento aeróbico de los bomberos para poder mantener constantemente su VO_{2máx} por encima de los 43 ml/min/Kg como mínimo recomendado. Por otro lado, señalar que sería conveniente realizar futuras investigaciones en los que se pudiera establecer un grupo experimental que siguiese un plan específico de entrenamiento orientado a mejorar su VO_{2máx} para comprobar si una vez mejorado, esta planificación influye significativamente sobre la percepción subjetiva de capacidad aeróbica. Además se considera conveniente medir la competencia percibida por los bomberos.

Referencias

- Apud, E., Gutiérrez, M., Lagos, S., Maureira, F., Meyer, F., y Espinoza, J. (1999). *Manual de ergonomía forestal*. Chile: Valverde.
- Bilzon, J.L.J., Scarpello, E.G., Smith, C.V., Ravenhill, N.A., y Rayson, M.P. (2001). Characterization of the metabolic demands of simulated shipboard Royal Navy fire-fighting tasks. *Ergonomics*, 44, 766-780.
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine Science Sports Exercise*, 14, 377-381.
- Bos, J., Mol, E., Visser, B., y Frings-Dresen, M. (2004). Risk of health complaints and disabilities among Dutch firefighters. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 77(6), 373-82.
- Bruce, R.A., Blackmon, J.R., Jones, J.W., y Strait, G. (1963). Exercising testing in adult normal subjects and cardiac patients. *Pediatrics*, 32(4), 742-756.
- Buunk B.P., De Jorge, J., Ybema, J.F., y De Wolf, C.J. (1998). Psychosocial aspects of occupational stress. En P.J.D Drenth, H. Thierry y C.J. De Wolf (Eds.): *Handbook of work and organizational work psychology*, 2 (pp. 145-182). Hove, Inglaterra: Psychology Press/Erlbaum. Taylor & Francis.
- Burke, L.E., y Dunbar-Jacobs, J. (1995). Adherencia to medication, diet and activity recommendations: From assessment to maintenance. *Journal of Cardiovascular Nursing*, 9, 62-79.
- Carter, J.B., Banister, E.W., y Morrison, J.B. (1999). Effectiveness of rest pauses and cooling in alleviation of heat stress during simulated fire-fighting activity. *Ergonomics*, 42, 299-313.
- Davis, P.O., y Dotson, C.O. (1987). Physiological aspects of fire fighting. *Fire Technology*, 23, 280-291.
- Davis, P.O., Dotson, C.O., y Santa, D.L. (1982). Relationships between simulated fire-fighting tasks and physical performance measures. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, 65-71.
- Eglin, C.M. (2007). Physiological responses to firefighting: thermal and metabolic considerations. *Journal of the Human-Environmental System*, 10(1), 7-18.
- Fagard R.H., y Tipton C.M. (1994). Physical activity, fitness and hypertension. En C. Bouchard, R.J. Shepard, T. Stephens (Eds.): *Physical activity, health and fitness: International Proceedings and Consensus Statement* (pp. 663-665). Champaign, IL: Human Kinetic Publishers.
- Genaidy, A.M., Karwowski, W., Guo, L., Hidalgo, J., y Garbutt, G. (1992). Physical training: A tool for increasing work tolerance limits of employees engaged in manual handling task. *Ergonomics*, 35, 1081-1102.
- Gledhill, N., y Jamnik, V.K. (1992). Characterization of the physical demands of fire fighting. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 17, 207-213.
- Heimburg, E.D., Rasmussen, A.K.R., y Medbo, J.I. (2006). Physiological responses of firefighters and performance predictors during a simulated rescue of hospital patients. *Ergonomics*, 2(10), 111-126.
- Holmer, I., y Gavhed, D. (2007). Classification of metabolic and respiratory demands in fire fighting activity with extreme workloads. *Applied Ergonomics*, 38, 45-52.
- Holloszy, J.O., Schultz, J., Kusnierkiewicz, J., Hagberg, J.M., y Ehsani, A.A. (1986). Effects of exercise on glucose tolerance and insulin resistance: Brief review and preliminary results. *Acta Medica Scandinavica*, 711, 55-65.
- James, L., Emily, G., Calum, V., Neil, A., y Marck, P. (2001). Characterization of the metabolic demands of simulated shipboard Royal Navy fire-fighting tasks. *Ergonomics*, 44(8), 766-780.
- Kales, S.N., Aldrich, J.M., Polyhroopoulos, G.N., Artzerounian, D., Gasset, T., Hu, H., Kelsey, K., Sweet, C., y Christiani, D.C. (1998). Fitness for duty evaluations in hazardous materials firefighters. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 40(10), 925-931.
- Kales, S.N., Aldrich, J.M., Polyhroopoulos, G.N., Leitao, E.O., Artzerounian, D., Gasset, T., Hu, H., Kelsey, K., Sweet, C., y Christiani, D.C. (1999). Correlates of fitness for duty in hazardous materials firefighters. *American Journal of Industrial Medicine*, 36(6), 618-629.
- Kenny, G.P., Yardely, J.E., Martineau, L., y Jay, O. (2008). Physical work capacity in older adults: Implications for the aging worker. *American Journal of Industrial Medicine*, 51, 610-625.
- Kilbom, A. (1980). Physical work capacity of firemen. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 6, 48-57.
- Kugler, J., Seelbach, H., y Krueskemper, G.M. (1994). Effects of rehabilitation exercise programmes on anxiety and depression in coronary patients: A meta-analysis. *British Journal of Clinical Psychology*, 33, 401-410.
- Legg, S.J., Ramsey, T., y Knowles, D.J. (1992). The metabolic cost of backpack and shoulder load carriage. *Ergonomics*, 35, 1063-1068.
- López Satué, J., Villa Vicente, J.G., Rodríguez Marroyo, J.A., García López, J., Moreno Romeo, S., Ávila Ordás, C., y Pernía Cubillo, R. (2006). Estudio de los factores condicionantes del rendimiento físico del personal especialista en la extinción de incendios forestales: pruebas de aptitud física de selección de personal. En *Actas de 4ª Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales* (pp. 157-165). Sevilla: Wildfire.
- Lusa, S., Louhevaara, V., y Kinnunen, K. (1994). They are the demands (lawsuits) of physical work on capacity of equal work for the young men the aging of you firemen. *Journal Occupational Medicine*, 36(1), 70-84.
- Montoliú, M.A., López, G., González, V., y Rodríguez, B. (1998). Criterios fisiopsicológicos para la selección de Brigadas de Salvamento. *Mafre Seguridad*, 72, 23-33.
- Moreno, B., Morett, N.I., Rodríguez A., y Morante, M.E. (2006). La personalidad resistente como variable moduladora del síndrome de burnout en una muestra de bomberos. *Psicothema*, 18(3), 413-418.
- Moya-Albiol, L., Serrano M.A., González-Bono, E., Rodríguez, G., y Salvador, A. (2005). Respuesta psicofisiológica de estrés en una jornada laboral. *Psicothema*, 17(2), 205-211.
- National Fire Protection Association (1997). *NFPA 1582, standard on medical requirements for fire fighters*. Quincy, MA: National Fire Protection Association.
- Peate, W.F., Lundergan, L., y Johnson, J. (2002). Fitness self-perception and VO_{2máx} in fire-fighters. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 44(6), 546-550.
- Perroni, F., Tessitore, A., Lupo, C., Cortis, C., Cignitti, L., y Capranica, L. (2008). Do Italian fire fighting recruits have an adequate physical fitness profile for fire fighting? *Sport Sciences for Health*, 4, 27-32.
- Prieto, J.A., González, V., Egocheaga, J., Valle, M., y Montoliú, M. (2001). Determinación de la demanda energética durante un salvamento acuático en playa con y sin material auxiliar. *Selección (Medicina del deporte)*, 10(4), 211-220.

- Reilly, T., Iggleden, C., Gennser, M., y Tripton M. (2006). Occupational fitness standars for beach lifeguards. Phase 2: The development of an easily administered fitness test. *Occupational Medicine*, 56(1), 12-17.
- Roberts M.A., O'Dea, J., Boyce, A., y Mannix, E.T. (2002). Fitness levels of firefighter recruits before and after a supervised exercise training program. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16, 271-277.
- Shepard, R.J. (1986). *Fitness and health in industry*. Toronto: Karger.
- Shepard, R.J. (1991). Occupational demand and human rights. *Sport Medicine*, 12, 94-109.
- Smith, D.L., y Petruzzello, S.J. (1998). Selected physiological responses to live-fire drills in diferent configurations of firefighting gear. *Ergonomics*, 41, 1141-1154.
- Sothmann, M., Saupe, K., Janesof, D., Blaney, J., Dotson, C., Landy, F., Smith, J.J., y Davis, P. (1990). Advancing age and the cardiorespiratory stress of fire supression: Determining a minimum standard for aerobic fitness. *Human Performance*, 3, 217-236.
- Vicente, M^a (2005). Análisis bibliográfico de la profesión de bombero. Extraído el 17 de abril de 2009 de http://www.csi-csif.net/andalucia/modules/mod_local/area_seguridad/profesion_bomberos.pdf.
- Wilmore, J.H., y Davis, J.A. (1979). Validation of physical abilities field test for the selection of state traffic officers. *Journal of Occupational Environmental Medicine*, 21, 33-40.
- Williams-Bell, F.M., Villar, R., Sharratt, M., y Hughson, R. (2009). Physiological demands of the firefighter candidate physical ability test. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 653-662.