

RENDIMIENTO EN UNA PRUEBA ESPECÍFICA DE BOMBEROS Y SU RELACIÓN CON TESTS FÍSICOS

Sabido, R. ¹; Gómez, J. ²; Barbado, D. ¹; Gómez-Valadés, J.M. ²

1. Centro de Investigación del Deporte, Universidad Miguel Hernández de Elche

2. Laboratorio de Aprendizaje y Control Motor, Universidad de Extremadura

RESUMEN

La alta demanda física de los bomberos en su trabajo ha llevado a estudiar los índices que mejor pueden predecir el éxito en tareas específicas. El objetivo del presente estudio es conocer los parámetros que caracterizan a una muestra española de bomberos, identificando posibles indicadores de rendimiento en pruebas específicas. Una muestra de 40 bomberos tomó parte en varias mediciones y realizaron una prueba específica donde se controlaron parámetros fisiológicos. El modelo predictivo del rendimiento en la prueba específica que se ha elaborado explica un alto porcentaje de la varianza del tiempo empleado en desarrollar dicha prueba. Este modelo consta de la variable obtenida del test de fuerza resistencia del tren inferior, del consumo máximo de oxígeno y de la capacidad de recuperación de la frecuencia cardíaca. Con los resultados obtenidos creemos necesario que los programas de entrenamiento de los bomberos presten tanta atención a los parámetros aeróbicos como anaeróbicos, pues estos últimos tienen un peso importante en el desarrollo de pruebas específicas.

Palabras clave: bombero, fuerza, capacidad aeróbica, test físico, prueba específica

ABSTRACT

The high physical demands of firefighters at work have been the reason to study those factors that could predict success in specific tasks. Our objective in this work is to know factors that characterize a sample of Spanish firefighters, identifying performance indicators in specific tasks. Forty firefighters participated in several standard physical tests and in an specific one where physiological parameters were controlled. The predictive performance model elaborated for this specific test explains a high percentage of the total time of the specific test. This model consists on the variable obtained at the endurance test for the lower body, VO₂max and the heart rate recovery capacity. We think that those results indicate that is necessary that the training programs for the firefighters should include and pay attention to aerobic and anaerobic parameters, because those anaerobic parameters have been identified as very important factors at performance of specific tests.

Key Words: firefighter, strength, aerobic capacity, physical test, specific task

Correspondencia:

Rafael Sabido Solana
Centro de Investigación del Deporte.
Universidad Miguel Hernández de Elche
Avda. de la Universidad, s/n – 03202 Elche (Alicante)
rsabido@umh.es

Fecha de recepción: 26/12/2012

Fecha de aceptación: 15/05/2013

INTRODUCCIÓN

Diversos estudios recogen la alta demanda física que supone el desempeño profesional del bombero (Gledhill & Jamnik, 1992; Michaelidis, Parpa, Thompson & Brown, 2008; Rhea, Alvar & Gray, 2004). Autores como Michaelidis et al. (2008) señalan que la necesidad de un buen estado de forma por parte del bombero no sólo es importante para su seguridad, sino también para un mejor cumplimiento de su labor. Las actuaciones de los bomberos se caracterizan por ser de una gran intensidad, separadas entre grandes períodos sin actuación, tal y como señalaron Womack, Green y Crouse (2000) en un estudio longitudinal durante 6 años. Estos autores concluyeron en su trabajo que, sin un nivel adecuado de condición física por parte del bombero, esas intervenciones puntuales pueden tener resultados catastróficos. Por todo ello, asociaciones como la International Association of Fire Fighters (IAFF) o la International Association of Fire Chiefs (Rhea et al., 2004) destacan la necesidad de la planificación y del control del acondicionamiento físico del bombero.

Debido a esa importancia del control físico del bombero, existen diversos estudios acerca de qué parámetros caracterizan en mayor medida el rendimiento físico de un bombero. Entre los parámetros más destacados en la evaluación física de los bomberos se encuentra el volumen máximo de oxígeno (VO_{2max}) (Gledhill & Jamnik, 1992; Sothman, Saupe, Jasenof & Blaney, 1992; Williams-Bell, Villar, Sharrat & Hughson, 2009). Gledhill y Jamnik situaron al menos en $45 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ el VO_{2max} que un bombero debería tener, mientras que otros trabajos han hallado valores que oscilan entre 41 y $49 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ según la prueba utilizada. Los valores más altos se referencian en el trabajo de Williams-Bell et al., (2009), encontrando un valor medio de $53 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ entre los participantes de su estudio. Estos mismos autores obtuvieron un modelo que explicaba el 65% de la varianza de pruebas específicas (PE) de bomberos, mediante una ecuación de regresión con la valoración del VO_{2max} .

Otros parámetros fisiológicos como la frecuencia cardíaca (Michaelidis et al., 2008; Mier & Gibson, 2004) o el nivel de lactacidemia (von Heimburg, Rasmussen & Medbo, 2006) han sido estudiados en trabajos referentes a la valoración de bomberos. Pese a que la frecuencia cardíaca basal parece tener una alta correlación con el rendimiento en PE de bomberos, los modelos de regresión que la han introducido, le otorgan poco peso en la predicción del rendimiento (Michaelidis et al.). En cuanto a las valoraciones de lactacidemia, hay autores que han determinado que los niveles de este parámetro son altos en intervenciones simuladas, llegando a los 13 nmol/l (Gledhill & Jamnik, 1992; von Heimburg et al.).

La valoración de los niveles de fuerza, tanto máxima como resistencia, son factores también ampliamente recogidos en la bibliografía. Así, Rhea et al. (2004) obtuvieron altas correlaciones entre el rendimiento en una serie de PE y un test de carác-

ter anaeróbico, tanto en tren superior como inferior, lo que les lleva a llamar la atención sobre el entrenamiento de resistencia muscular, obviado en muchas ocasiones por parte de los bomberos. También Michaelidis et al. (2008) destacan las correlaciones entre los valores de fuerza máxima con el rendimiento en PE. Estos autores obtienen un modelo donde el 24% de la varianza de la PE es explicada mediante estas dos variables (15% tren superior y 9% el tren inferior).

De las variables estudiadas para caracterizar el estado de forma de los bomberos, la menos referenciada es la flexibilidad. El estudio de Williford, Duey, Olson, Howard y Wang (1999) señalaba una correlación inversa pero no significativa entre la flexibilidad y el tiempo empleado en la realización de PE. Michaelidis et al. (2008) también encontraron esa misma correlación sin significatividad. Sin embargo en su modelo predictivo del rendimiento en PE, el parámetro de la flexibilidad aparecía con un peso predictivo de casi el 10% sobre la varianza total de PE.

En España son escasos los estudios que han tratado el tópico de la condición física en bomberos. Así, encontramos el trabajo de López et al., (2006) que valoró la fiabilidad de diferentes pruebas de aptitud física utilizadas como criterio de selección del Personal Especialista en Extinción de Incendios Forestales, y la mejora en la condición física que suponía el realizar un período de entrenamiento. Hay que señalar que todo el estudio de López et al, se centró en la valoración de VO₂max a través de diferentes pruebas, concluyendo que no todas las pruebas tienen el mismo nivel de especificidad para esta población, que comparte características con los bomberos. Otro trabajo reciente en nuestro país ha sido el de Prieto et al. (2010) acerca de la relación entre la capacidad aeróbica de bomberos y su VO₂max. Este trabajo concluye que existe una sobreestimación por parte del bombero de su capacidad aeróbica, concluyendo, como en el estudio de López y col, la necesidad de implementar programas de entrenamiento que permitan mejorar el nivel físico del bombero y su auto-percepción.

Sin embargo, no encontramos en España trabajos que hayan intentado relacionar distintos registros directos e indirectos con el rendimiento en PE. Por ello, el objetivo del presente trabajo es comparar los resultados de distintos tests de condición física con la valoración en una PE en una población española de bomberos. Asimismo, se diseñará un modelo predictivo del rendimiento en una PE, estudiando la relación de éste con modelos extraídos de otras muestras de bomberos.

MÉTODO

Participantes

Participaron en el estudio 40 bomberos pertenecientes al Consorcio de Prevención y Extinción de Incendios de la Diputación de Badajoz. Los participantes en el

estudio formaban parte de un proyecto de investigación orientado a describir los parámetros físicos en bombero de dicho Consorcio. Para garantizar la distribución normal de los participantes en las distintas pruebas propuestas, se realizaron distintos análisis de normalidad que aparecen en el apartado análisis de datos.

Sus estadísticos descriptivos aparecen en la tabla 1.

TABLA 1
Estadísticos descriptivos de la muestra participante en el estudio

Edad (años)	Estatura (cm)	Peso (Kg)	Tiempo de servicio (años)
35.10 ± 7.46	177.63 ± 6.53	78.91 ± 8.41	8.23 ± 8.01

Todos ellos, una vez informados de la finalidad del estudio y previa puesta en marcha de las valoraciones, rellenaron una hoja en la que expresaron su consentimiento a participar en esta investigación de forma voluntaria.

Procedimiento

Los participantes en el estudio realizaron una PE y cinco pruebas de condición física. El desarrollo tanto de la prueba específica como de las pruebas de condición físicas era conocido por todos los participantes. La realización de las distintas pruebas se llevaba a cabo con 45 minutos de descanso para permitir la recuperación de los participantes (Rhea et al., 2004).

Prueba específica (PE)

Esta prueba consistió en la subida en dos ocasiones consecutivas de una torre de entrenamiento de bomberos registrándose el tiempo empleado para ello. La torre contaba con cuatro plantas cada una de las cuales con 24 escalones (altura 30 cm.). Los participantes debían subir apoyando en todos los peldaños de la escalera. Esta PE se llevó a cabo con el traje de intervención incluido la botella de aire propia del equipo. Este equipo de intervención tenía una masa de 22 Kg. Esta prueba ha sido utilizada como PE en otros estudios (Rhea et al., 2004).

Vinculado a esta prueba se registraron dos parámetros fisiológicos como son la frecuencia cardíaca y el nivel de lactacidemia. La frecuencia cardíaca fue registrada mediante un pulsómetro marca Polar, modelo F6, en tres instantes: antes de comenzar la prueba (FCprevia), tras terminarla (FCfinal), y un minuto después de haberla terminado (FC1min). Mediante estos parámetros se estimó el índice de recuperación cardíaca (IR), tal y como proponen diversos autores (Benito, Calderón, García & Peinado, 2005; Rico, 1997) con la valoración de la recuperación en 1 minuto (Calderón, Cruz & Montoya, 2000), mediante la siguiente ecuación:

$$IR = (FC_{final} - FC_{Imin}) / (FC_{max\ teórica} / FC_{previa})$$

También se valoró el incremento en la concentración de lactato (DifLac) mediante un analizador de lactato portátil marca Biolaster, modelo Lactate Scout. Se realizó una valoración inicial en reposo previo a la prueba, y al minuto tras acabar la PE.

Pruebas de condición física

Las pruebas para la valoración de condición física han sido seleccionadas entre varios estudios consultados en la bibliografía (Rhea, et al, 2004; Michaelidis et al, 2008; Williams et, 2009) cuyo objetivo era medir el nivel de condición física de bomberos.

Test de velocidad de 50 metros (50 m). Se valoró el tiempo que los participantes tardaban en recorrer 50 metros. Para ello se midió el tiempo que transcurría entre que el pie atrasado en la salida se levantaba de una plataforma de contacto, hasta que el participante cruzaba una línea de registro formada por fotocélulas eléctricas situadas en la llegada. Los participantes realizaban dos intentos, tomándose el mejor de ambos.

Test de fuerza máxima en press de banca (1RM). Los sujetos debían realizar un test de press de banca plano en el que realizasen las máximas repeticiones posibles con una carga con la que fuesen capaces de realizar, en un esfuerzo máximo, un mínimo de 2 y un máximo de 10 repeticiones. Con los datos de este test se calculó el 1RM mediante las directrices marcadas por la National Strength and Conditioning Association (Harman & Garhammer, 2008).

Test de flexibilidad posterior de la cadera (Flex). Se realizó el test «seat-and-reach» para valorar la flexibilidad de la musculatura de la parte baja de la espalda y femoral (Adams, 1998). Nuevamente realizaron dos intentos del test tomándose el mejor de los ensayos.

Test de fuerza resistencia del tren inferior (RepSent). Los participantes realizaron el máximo número de repeticiones de medio sentadillas (flexión de rodilla a 90°) con una barra y discos por el valor de la mitad de la masa del participante.

Consumo máximo de oxígeno (VO₂max). Mediante el test de Course Navette se valoró de forma indirecta el VO₂max. de los participantes. Para ello se aplicó la fórmula propuesta por Leger, Mercier, Gadoury y Lambert (1998) ampliamente validada por diferentes estudios (Jódar, 2003).

Análisis de datos

Se calcularon los estadísticos descriptivos y se realizó un análisis preliminar para evitar posibles desviaciones de los valores de asimetría y curtosis recomendados (Mardia, 1974) así como una prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Posterior-

mente se realizó un análisis correlacional para conocer la relación entre variables. Finalmente, se realizó un análisis de regresión múltiple con la metodología de los pasos sucesivos para establecer un modelo predictor del rendimiento de la PE.

Con el fin de determinar la posibilidad de colinealidad entre las variables predictoras se establecieron tres pasos para conocer si se daba dicho efecto. Los requisitos que se deben dar para hablar de colinealidad son que exista un índice de correlación mayor de .60 (Tacq, 1997), un valor de tolerancia menor de .20 y un valor del factor de inflación de varianza por encima de 5 (Cea, 2002). Ninguno de los tres aspectos se daban en nuestras variables ya que la correlación entre variables no alcanzó en ningún caso un valor de .60, los índices de tolerancia estaban por encima de .84, y los valores del factor de inflación de varianza estaban por debajo de 1.2.

RESULTADOS

Los estadísticos descriptivos de la prueba específica así como de los distintos tests realizados aparecen en la tabla 2. Indicar que todas las variables presentaron una distribución normal tras las pruebas iniciales realizadas.

TABLA 2
Estadísticos descriptivos de las pruebas realizadas

Test	Media (DT)	Asimetría	Curtosis
PE (s)	137.13 ± 21.38	.242	.666
FCprevia (p/min)	120.64 ± 14.20	-.893	.239
FCfinal (p/min)	174.03 ± 8.60	-.196	-.248
FC1min (p/min)	147.12 ± 9.34	.287	-.666
IR (p/min)	0 24.77±6.55	-.116	-.621
DifLac (mMol/l)	00 6.56± 3.33	.509	.711
50 m (s)	007.16 ± 0.48	.816	.421
1RM (Kg)	0 88.26± 16.23	.076	-.097
Flex (cm)	004.79 ± 9.98	-.347	-1.225
RepSent (Num. Reps)	030.44 ± 6.35	.015	.291
VO2 max (ml/Kg/min)	050.67 ± 5.17	-.529	.481

La PE ha mostrado correlación positiva ($p < .05$) con la FCprevia, y correlaciones negativas ($p < .05$) con la FCfinal, el valor de 1RM, el número de RepSen, y el VO2max. La tabla 3 muestra las correlaciones obtenidas entre las distintas variables.

TABLA 3
Correlaciones obtenidas entre las distintas pruebas y parámetros registrados

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.P.E.	1.00	.429*	.339*	.077	-.445*	-.137	.292	-.374*	-.121	-.535**	-.529**
2.FCprevia		1.00	.2960	-.329	-.655*	.210	.138	-.2440	.323	-.463**	-.13200
3.FCfinal			1.0000	.343*	-.638*	.154	-.157	.0960	.200	-.07400	.21200
4.FC2min				1.000	-.414*	.288	-.229	.0270	.005	-.00300	.22900
5.IR					1.0000	-.312	.094	.1780	-.082	.14800	.08300
6.DifLac						1.000	.001	.1890	-.181	.11500	-.11200
7.50 m							1.000	0-.472**	-.012	-.344*0	-.662**
8.1RM								1.0000	-.150	.22100	.436**
9.Flex									1.000	-.07200	.06600
10.RepSent										1.00000	.424**
11.VO2 max											1.00000

*p<.05

**p<.01

El análisis de regresión múltiple por pasos permitió crear un modelo cuya varianza explica significativamente ($F_{3,37} = 20.117$, $p < .001$) el 70% de la varianza de la prueba específica.

TABLA 4
Parámetros estimados que conforman el modelo de regresión

	B	T	Cambio en R2	Tolerancia	FIV
RepSent	-2.017	-4.571**	.417	.840	1.190
VO2 max	-2.087	-3.800**	.194	.862	1.160
IR	-1.014	-2.751**	.089	.964	1.037

*p<.05

**p<.01

La ecuación para $R^2 = .70$ obtenida es la siguiente:

$$PE = 330.478 - 2.017 * (RepSent) - 2.087 * (VO2 \text{ máx}) - 1.014 * (IR)$$

$$PE = 330.478 - 2.017 * (RepSent) - 2.087 * (VO2 \text{ máx}) - 1.014 * (IR)$$

En la figura 1 podemos observar el gráfico de ajuste entre el modelo y los valores obtenidos en la PE.

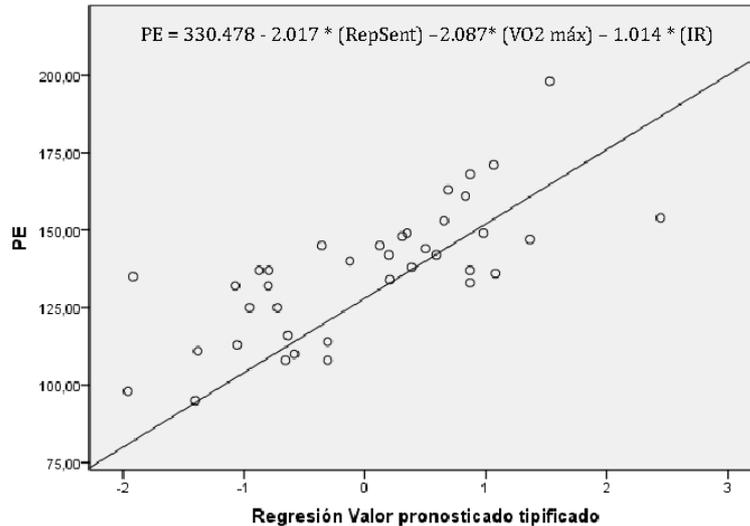


FIGURA 1: Relación entre el valor pronosticado y el valor obtenido en la PE

DISCUSIÓN

El estado físico del bombero tiene una alta relevancia tanto para su integridad como para el éxito de sus actuaciones (Womack, Green & Crouse, 2000) Los descriptivos obtenidos por los participantes en nuestro estudio son semejantes a los valores de otros trabajos para los parámetros de 1RM o el VO2max (Michaelidis et al., 2008; Williams-Bell et al., 2009). Sin embargo respecto a la bibliografía se observan diferencias en algunos parámetros de nuestra muestra y la de otros trabajos. La primera diferencia radica en la FCprevia, mayor en nuestros participantes que en estudios como el de Michaelidis et al., (2008) o el de Mier y Gibson (2004). Esta diferencia puede estar debida a que la FC previa fue medida en bipedestación, y tras explicarle el protocolo en el que iban a participar. La posición junto a la situación de expectativa ante el conocimiento del protocolo pudieron ser factores que elevaron ligeramente la FC reposo. En cuanto al IR, debemos comentar en primer lugar que en la bibliografía se aplica este parámetro a pruebas distintas como a un test máximo en tapiz en el caso de Calderón et al. (2000) o al test Course Navette (Álvarez, Giménez, Corona & Manonelles, 2002). Con la cautela de extrapolar un índice genérico entre distintas pruebas podríamos indicar que los valores del IR de nuestros participantes está por debajo del valor de deportistas de fondo (Calderón et al., 2000), y es más semejante a valores de deportistas no profesionales (Álvarez et al., 2002). Más trabajos replicando las mismas situaciones que calcule el IR son necesarios, pues este parámetro es muy relevante para conocer la condición cardiovascular y el grado de entrenamiento de una persona (Álvarez et al., 2002).

Los valores registrados para el parámetro DifLac son inferiores a los registrados en el estudio de von Heimburg et al., (2006), pero próximo a los registrados por Gledhill y Jamnik (1992). La diferencia respecto al estudio de von Heimburg et al., (2006) radica en que estos autores valoraron la concentración de lactato en una situación simulada de rescate, donde tanto las condiciones como la duración de la tarea eran muy exigentes. Las valoraciones de Gledhill y Jamnik (1992) encuentran concentraciones entre 6 y 13 mMol/l, valores más semejantes a los nuestros, y con duraciones de las pruebas más semejantes a la de nuestro estudio. De esta forma, podemos concluir que los resultados de incremento de lactacidemia están por encima del umbral de 4mmol, propuesto como valor de inicio de la acumulación de lactato en sangre (Wilmore & Costill, 2004).

Un parámetro en el que se encuentra una diferencia importante respecto a la bibliografía es la flexibilidad. Nuestros participantes presentan un valor medio muy por debajo de otros estudios como el de Michaelidis et al. (2008) o el de Williford, Duey, Olson, Howard y Wang (1999). Este es un detalle importante a tener en cuenta, pues trabajos como el de Hylyer, Brown, Sirls y Peoples (1990) han demostrado la eficacia de tener niveles óptimos de flexibilidad para reducir la severidad y los costes de lesiones en poblaciones de bomberos.

Del análisis correlacional destacan en primer lugar las correlaciones encontradas entre la FCprevia (correlación positiva) y la FCfinal (correlación negativa) y la PE. Michaelidis et al. (2008) encontraron también una correlación positiva entre el rendimiento en PE y la frecuencia cardíaca en reposo, aunque debemos matizar que estos autores valoraron este parámetro en una situación de reposo total. Al igual que en nuestro estudio, varios trabajos han encontrado correlaciones importantes entre la frecuencia máxima de los bomberos al realizar las PE y el rendimiento en éstas (Mier & Gibson, 2004; Williams-Bell et al., 2010). En nuestros análisis hemos incluido la variable IR esperando encontrar correlaciones con el rendimiento, siendo una variable no recogida en estudios previos sobre la condición física del bombero. Sin embargo, no se han encontrado correlaciones con el rendimiento de la variable IR, pero como veremos más adelante, si ha sido una variable importante en el modelo predictivo del rendimiento desarrollado.

Las valoraciones de fuerza, tanto máxima como resistencia, han mostrado una correlación negativa con el tiempo empleado en la PE. La correlación entre el rendimiento de una PE y la carga máxima en el press de banca ha sido encontrada en diversos estudios (Michaelidis et al., 2008; Rhea et al., 2004), ratificando así la relevancia de la fuerza máxima en esta población. La resistencia del tren inferior también ha mostrado relación con el rendimiento en PE, tal y como obtuvieron Rhea et al. (2004) en su estudio. Estas correlaciones apoyan las ideas que diversos autores

defienden de que los parámetros de fuerza máxima y resistencia son importantes, y en muchas ocasiones obviados en el entrenamiento del bombero (Rhea et al., 2004).

La correlación negativa encontrada en nuestro estudio entre la PE y el VO₂max coincide con los datos de Williams-Bell y col, que resalta el valor predictivo de este parámetro. Son muchos los trabajos que han estudiado los valores de este parámetro en bomberos (Gledhill & Jamnik, 1992; Mier & Gibson, 2004; Perroni et al., 2010; von Heimburg et al., 2006) coincidiendo todos ellos en la relevancia de tener niveles óptimos de VO₂max. Nuestros resultados apoyan la alta relación con PE que este parámetro posee, lo que para algunos autores es un indicador de la capacidad de retrasar la aparición de la fatiga en el bombero (Sheaff et al., 2010).

Queremos destacar que al igual que en los trabajos de Williford et al. (1999) o los de Michaelidis et al., (2008), tampoco se han obtenido correlación entre el rendimiento de la PE y los valores de flexibilidad. De esta forma, parece mantenerse la idea de que la flexibilidad del bombero no es un parámetro determinante de su rendimiento, aunque siempre teniendo presente la relevancia como factor profiláctico que han mostrado anteriores trabajos (Hyllier et al., 1990).

En cuanto al modelo de regresión que hemos obtenido en nuestro trabajo, debemos destacar el importante valor predictivo que este tiene ($R^2 = .70$) superior a modelos como el de Michaelidis et al., (2008), Michaelidis, Parpa, Henry, Thompson y Brown (2011) o Myhre, Tucker, Bauer, Fisher y Grimm (1997). Existen en la bibliografía modelos con mayor poder predictivo como el de Sheaff et al., (2010) que llega a predecir el 81% de la varianza, pero debemos indicar que este modelo utiliza pruebas directas para la valoración del VO₂max, lo que permite aumentar la validez de la medida, pero también eleva los costes de la valoración. Nuestro modelo junto a los anteriormente mencionados utilizan pruebas menos costosas valorando el VO₂max de forma indirecta, lo que supone una ventaja para la aplicación de pruebas en esta población.

Indicar que en el modelo obtenido en nuestro estudio el mayor porcentaje de varianza es explicado por la prueba RepSent frente a otros modelos que suelen centrar el mayor peso de la ecuación de regresión en el porcentaje de peso graso (Michaelidis et al., 2011) o el VO₂max (Williams-Bell, 2009). En trabajos como el de Michaelidis et al., (2008) las pruebas de fuerza resistencia muestran una alta relación con el porcentaje de masa grasa, por lo que parece que ambos pueden ser parámetros con un alto peso en la predicción del rendimiento en PE. En nuestro estudio no se valoró el porcentaje de masa grasa, parámetro que a tenor de la literatura habrá que implementar en futuros estudios. De cara a la aplicación práctica de protocolos de valoración de bomberos, habrá que tener en cuenta el coste de tiempo material, que implica la valoración antropométrica respecto a una valoración indirecta de la resis-

tencia muscular como la propuesta en nuestro trabajo. Muchos trabajos coinciden en la relevancia del control de la condición física del bombero (Rhea et al., 2004; Williams-Bell, 2009), por lo que debemos trabajar en elaborar los protocolos más asequibles para llevar a cabo dicho control.

Al igual que en otros trabajos (Myhre et al., 1997; Williams-Bell, 2009) el VO₂max presenta un importante peso en la ecuación de regresión, por lo que incidimos nuevamente en la relevancia de este parámetro para el bombero. El tercer y último parámetro de la ecuación es el IR, lo que indica la relevancia de un parámetro que permita conocer la capacidad de recuperación cardíaca del bombero. Varios modelos (Michaelidis et al., 2008; Michaelidis et al., 2010; Williams-Bell, 2009) han incluido variables como la frecuencia cardíaca en reposo o la frecuencia cardíaca máxima. Sin embargo, nuestro modelo es el primero que incluye una variable más completa sobre la condición cardiovascular, al tener en cuenta la frecuencia cardíaca inicial, durante el ejercicio y la capacidad de recuperación de ésta.

CONCLUSIONES

El presente trabajo ha descrito las relaciones entre distintos parámetros de condición física y PE en bomberos españoles. Se han obtenido correlaciones significativas entre el rendimiento en la PE y parámetros de la frecuencia cardíaca, parámetros de fuerza máxima y resistencia, y con el VO₂max. Asimismo, se ha elaborado un modelo de predicción para la PE con tres variables, destacando el peso predictivo de la prueba de fuerza resistencia del tren inferior. De esta forma, a la relevancia del entrenamiento aeróbico en el bombero, debemos añadir la relevancia del trabajo de fuerza tal y como ha mostrado el modelo obtenido en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Diputación de Badajoz la concesión del proyecto que permitió llevar a cabo el presente estudio. Asimismo, agradecer al Consorcio de Prevención y Extinción de Incendios de la Diputación de Badajoz su disponibilidad para ayudar en el desarrollo de este trabajo.

REFERENCIAS

- Adams, G.M. (1998). *Exercise physiology laboratory manual (3rd ed.)*. Boston, MA: McGraw-Hill.
- Álvarez, J., Giménez, L., Corona, P. & Manonelles, P. (2002). Necesidades cardiovasculares y metabólicas del fútbol sala: análisis de la competición. *Apunts*, 67, 45-51.
- Benito, P.J., Calderón, F.J., García, A. & Peinado, A.B. (2005). Validez, fiabilidad y reproducibilidad de un test incremental en rampa en personas físicamente activas. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte. International Journal of Sport Science*, 1(1), 46-63.

- Calderón, F.J., Cruz, E. & Montoya, J. (2000). Estudio comparado de la recuperación de la frecuencia cardíaca en deportistas de fondo: triatletas, atletas, ciclistas y nadadores. En J.P. Fuentes y M. Macías (Ed.), *Libro de Actas del I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte* (pp. 261-267). Cáceres: Universidad de Extremadura.
- Cea, M. A. (2002). Análisis multivariable. *Teoría y práctica en la investigación social*. Madrid, Spain: Síntesis.
- Gledhill, N. & Jamnik, V.K. (1992). Characterization of the physical demands of firefighting. *Canadian Journal of Sport Science*, 17(3), 207-213.
- Harman, E. & Garhammer (2008) Administration, Scoring, and Interpretation of Selected Tests. En Baechle, T. & Earle, R. (Ed.) *Essential of Strength Training and Conditioning*, 3a edición (pp. 249-290). Illinois: Human Kinetics.
- Hylyer, J.C., Brown, K.C., Sirls, A.T., & Peoples, L. (1990). A flexibility intervention to reduce the incidence and severity of joint injuries among municipal firefighters. *Journal of Occupational Medicine*, 32(7), 631-637.
- Jódar, R. (2003). Revisión de artículos sobre la validez de la prueba de Course navette para determinar de manera indirecta el VO₂ max. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 3(11), 173-181.
- Leger, L.A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Science*. 6(2), 93-101.
- López, J., Villa, J.G., Rodríguez, J.A., García, J., Moreno, S., Ávila, C., & Pernía, 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 4.ª Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales* (pp. 157-165). Sevilla: Wildfire.
- Mardia, K. V. (1974). Applications of some measures of multivariate skewness and kurtosis in testing normality and robustness studies. *Sankhya: The Indian journal of statistics*, 36, Serie B, Pt. 2, 115-128.
- Michaelidis, M.A., Parpa, K.M., Henry, L.J., Thompson, G.B., & Brown, B.S. (2011). Assessment of physical fitness aspects and their relationship to firefighters' job abilities. *Journal of strength and conditioning research*, 25(4), 956-965.
- Michaelidis, M.A., Parpa, K.M., Thompson, J., & Brown, B. (2008) Predicting performance on a firefighter's ability test from fitness parameters. *Research Quarterly or Exercise and Sport*, 79(4), 468-475.
- Mier, C.M., & Gibson, A.L. (2004). Evaluation of a treadmill test for predicting the aerobic capacity of firefighters. *Occupational Medicine*, 54(6), 373-378.
- Myhre, L.G., Tucker, D.M., Bauer, D.H.; Fisher, Jr, J.R., Grimm, W.H., Tattersfield, C.R. & Wells, W.T. (1997). *Validez, fiabilidad y reproducibilidad de un test incremental en rampa en personas físicamente activas*. Extraído el 29 de Julio de 2011, de <http://handle.dtic.mil/100.2/ADA319915>.
- Perroni, F., Tessitore, A, Cortis, C., Lupo, C., D'artibale, E., Cignitti, L., & Capranica, L. (2010). Energy cost and energy sources during a simulated firefighting activity. *Journal of strength and conditioning research*, 24(12), 3457-3463.

- Prieto, J.A., del Valle, M., Montoliú, M.A., Martínez, P.C., Nistal, P. & González, V. (2010). Relación entre la percepción de la capacidad aeróbica y el VO₂max en bomberos. *Psicothema*, 22(1), 131-136.
- Rhea, M.R., Alvar, B.A. & Gray, R. (2004). Physical fitness and job performance of firefighters. *Journal of Strength and Conditioning*, 18(2), 348-352.
- Rico, J. (1997). Evaluaciones fisiológicas en futbolistas. *Archivos de Medicina del Deporte* (XIV), 62, 485-491.
- Sheaff, A., Bennet, A., Hanson, E., Kim, Y., Hsu, J., Shim, J., Edwards, S., & Hurley, B. (2010). Physiological determinants of the candidate physical ability test in firefighters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11) 3112-3122.
- Sothmann, M.S., Saupe, K., Jasenof, D., & Blaney, J. (1992). Heart rate response of firefighters to actual emergencies. Implications for cardiorespiratory fitness. *Journal of Occupational Medicine*, 34(8), 797-800.
- Tacq, J. (1997). *Multivariate analysis techniques in social science research*. From problem to analysis. London: Sage.
- Von Heimburg, E.D., Rasmussen, A.K. & Medbo, J.I. (2006). Physiological responses of firefighters and performance predictors during a simulated rescue of hospital patients. *Ergonomics*, 49(2), 111-126.
- Williams-Bell, F.M., Villar, R., Sharrat, M.T. & Hughson, R.L. (2009). Physiological demands of the firefighter candidate physical ability test. *Medicine and science in sport and exercise*, 41(3), 653-662.
- Williford, H. N., Duey, W.J., Olson, M.S., Howard, R. & Wang, N. (1999). Relationship between firefighting suppression tasks and physical fitness. *Ergonomics*, 42(9), 1179-1186.
- Willmore, J. & Costill, D. (2004) *Fisiología del esfuerzo y del deporte* (5.ª Ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Womack, W.W., Green, S.G., y Crouse, S.F. (2000). Cardiovascular risk markers in firefighters: a longitudinal study. *Cardiovascular Review and Reports*, 21(10), 544-548.