

ESTUDIO ERGOMÉTRICO Y CARDIORRESPIRATORIO DE BOMBEROS EN GALERÍAS DE ENTRENAMIENTO

R. Chico Córdoba, J. Pascual Ramírez

Parque Comarcal de Puertollano. Ciudad Real.

Un grupo de 39 bomberos, con una edad media de $28,5 \pm 4,4$ años, fue sometido a unas pruebas físicas ergométricas con equipo de protección respiratoria. El objetivo fue comprobar su respuesta física (frecuencia cardíaca, tensión arterial, datos espirométricos y electrocardiográficos, peso) y el consumo de aire, rendimiento, tiempo utilizado para completar las pruebas. Para identificar qué factores la condicionan (edad, tabaco, peso, etc.), se establecieron dos niveles de dificultad en la prueba, según la edad de los individuos (mayores y menores de 30 años). La elevación de la tensión arterial sistólica (TA sistólica) en el grupo de fumadores, para cualquier edad, fue significativa. El pico máximo de flujo espiratorio (PEFR), fue significativamente superior en el grupo de mayor edad, así como muy especialmente el flujo meso espiratorio (MMF), superioridad que desaparece al considerar a los individuos mayores de 30 años que además eran fumadores. El consumo de aire fue más alto en el grupo de mayor edad (8,3%) y el tiempo utilizado en completar la prueba fue también superior (9,2%), siendo muy significativo que el rendimiento en los bomberos mayores de 30 años fue menor ($p < 0,0004$).

Introducción

En los últimos años resulta cada vez más evidente la necesidad de controlar periódicamente la aptitud física del bombero mediante pruebas programadas en laboratorios ergométricos. Estos laboratorios, también

llamados galerías de orientación, están específicamente diseñados para el entrenamiento de esos profesionales.

En este trabajo se intenta establecer si una prueba previamente programada para el entrenamiento, con dos niveles de dificultad (uno para cada grupo de edad), es la idónea, de tal forma que el rendimiento individual en la prueba no se vea afectado por la disminución fisiológica de las condiciones físicas que aparecen con el paso del tiempo. Asimismo, se analizan los parámetros cardiorrespiratorios tras el ejercicio en la población en su conjunto y por grupos de edad.

Material y métodos

Población estudiada

En mayo de 1990, treinta y nueve bomberos varones, pertenecientes al parque comarcal de Puertollano (Ciudad Real), con edades comprendidas entre 23 y 41 años ($\bar{x}=28,5 \pm 4,4$ años), fueron sometidos a unos ejercicios ergométricos en una galería de orientación diseñada para el entrenamiento de estos profesionales, cada uno con su equipo de protección respiratoria.

Material empleado

Todos los individuos efectuaron un protocolo controlado, que consistía en realizar tres tipos de pruebas diferenciadas en la galería de entrenamiento:

Prueba 1. Bicicleta ergométrica (modelo seca-cardiotest), con frenado electromagnético, que permite programación de la potencia en función del tiempo.

Prueba 2. Martillo ergométrico de caída para levantar peso mediante poleas con programación electrónica.

Prueba 3. Galería de orientación (Fig. 1), formado por un laberinto de un recorrido de 45 metros.

Para poder simular las condiciones de incendio real se disponía de un generador de humos, otro de ruidos y otro de calor y de un reflector para efecto lumínicos.

En el seguimiento médico del estudio se utilizaron los siguientes instrumentos: un esfingomanómetro manual común, un electrocar-

Correspondencia: Dr. R. Chico Córdoba.
Paseo de San Gregorio, 62, 7.º A. 13500 Puertollano. Ciudad Real.

diógrafo (Hellige Cardiotest EK 41), un espirómetro (Microspiro HI 298) y un captador de la frecuencia del pulso por pinza de oreja.

Protocolo utilizado

Las tres pruebas se diseñaron, con tres minutos de descanso entre ellas, para dos grupos de edad diferentes, de la siguiente manera:

Prueba 1 (bicicleta ergométrica):

A. Edad igual o inferior a 30 años comenzó a una potencia de 25 vatios, con progresión de 25 vatios cada minuto durante 4 minutos, lo que supone una potencia media desarrollada de 62,5 vatios y un trabajo de 15.000 Julios.

B. Edad superior a 30 años: comienzo con una potencia de 25 vatios, con progresión de 10 vatios cada minuto durante 4 minutos, lo que supone una potencia media de 40 vatios y un trabajo de 9.600 Julios.

Prueba 2 (martillo ergométrico):

A. Edad igual o inferior 30 años, veinte golpes en tres minutos, lo que equivale a 55,5 vatios y 9.900 Julios.

B. Edad superior a 30 años, 16 golpes en tres minutos, lo que equivale a 44,4 vatios y 7.992 Julios.

Prueba 3. (galería de orientación):

A. Edad igual o inferior a 30 años: una Potencia de 40,8 vatios y trabajo de 25.622 Julios.

B. Edad superior a 30 años: Potencia desarrollada de 37,4 vatios y trabajo de 25.641 Julios. Estas características son inferiores a las del grupo joven, porque el tiempo medio de paso del laberinto en este grupo es mayor (11 minutos y 26 segundos frente a 10 minutos y 28 segundos).

La potencia total desarrollada por el grupo de menor edad fue de 158,8 vatios y de 121,8 vatios (78%) la del grupo de mayor edad. El trabajo total fue de 50.612 Julios y 43.233 Julios (85,4%), respectivamente (Tabla 1).

Seguimiento de la prueba y vigilancia médica

Inicialmente se tomaron los registros espirométricos, electrocardiográficos, esfigmomanométricos (V ruido de Korotkoff) y se apuntó el peso del individuo con y sin el equipamiento necesario para realizar la prueba: botas, chaquetón de bombero y equipo de respiración autónoma con mascarilla (tabla 1). Al iniciar la prueba se anotaron los litros contenidos en la botella de aire comprimido utilizada por cada individuo.

El trabajo y la potencia a desarrollar fueron prefijados según las especificaciones anteriores, con tres minutos de descanso entre cada sección. Se midieron los minutos invertidos en completar el recorrido de la galería y se volvieron a anotar los litros restantes en la botella tras finalizar la prueba para así poder calcular el volumen de aire consumido en ella. Terminado el ejercicio cada individuo fue pesado de nuevo. Inmediatamente después de cada prueba y 10 minutos después de finalizada la última (como índice de recuperación) se consignó la frecuencia cardíaca. La tensión arterial se tomó antes y al terminar las pruebas sin mediciones intermedias. Después de la prueba se realizó un nuevo control de electrocardiograma y espirometría. Todos estos datos fueron anotados en una ficha (Fig. 2).

Análisis estadístico y tratamiento de los datos

La significación de las diferencias entre variables cualitativas para el conjunto de la población se establecieron mediante el test de la «chi

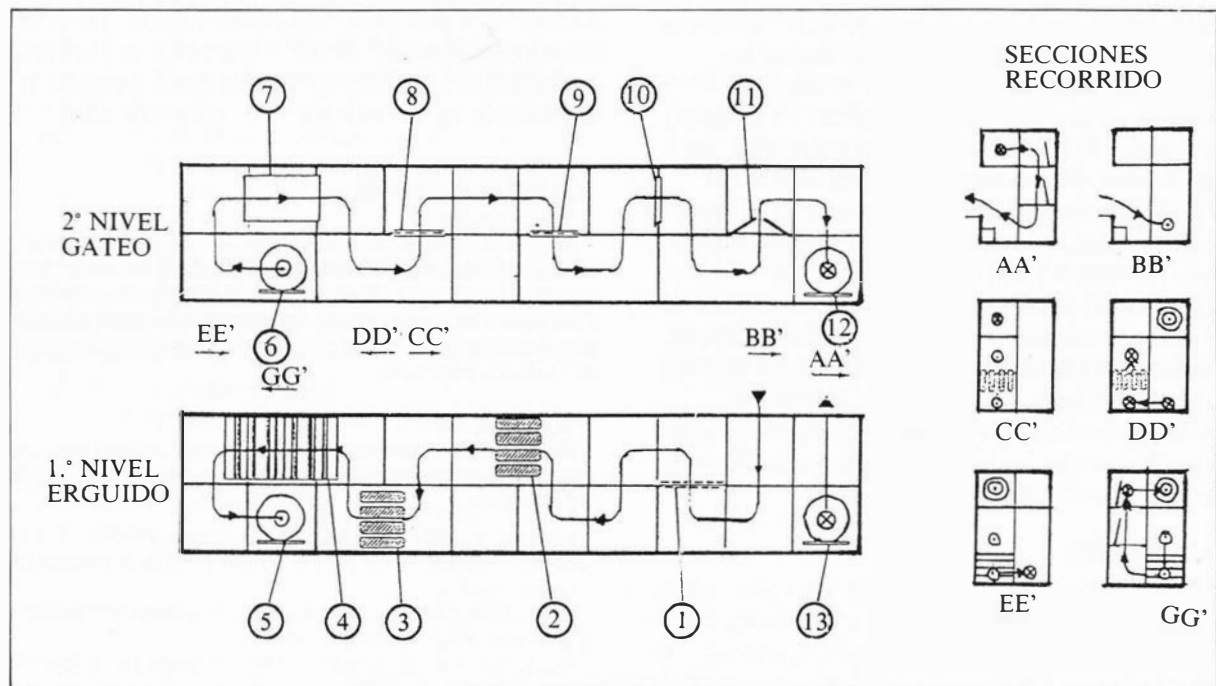


Fig. 1. Esquema de la Galería de orientación.

1. Cortina de Goma. 2. Paso de neumáticos. 3. Pasos de neumáticos. 4. Puente planos inclinados. 5. Trampilla paso entre pisos. 6. Trampilla paso entre pisos. 7. Tubo de gateo. 8. Paso inferior. 9. Paso elíptico. 10. Paso circular. 11. Puerta doble hoja. 12. Trampilla paso entre pisos. 13. Trampilla paso entre pisos. La flecha indica el sentido de la marcha. El punto dentro del círculo indica acercamiento, la cruz dentro del círculo indica alejamiento.

TABLA 1. Características basales de los sujetos estudiados

	Grupo Global			< 30 años, no fuman			< 30 años, fuman			> 30 años, no fuman			> 30 años, fuman		
	N	X	SD	N	X	SD	N	X	SD	N	X	SD	N	X	SD
Edad (años)	39	28,6	4,4	19	26,40	2,2	11	26,6	1,9	6	35,8	3,4	3	34,6	3,5
Altura (cm)	39	173,0	4,7	19	173,30	5,3	11	173,7	3,7	6	171,8	6,0	3	175,3	0,5
Peso I (kg)	39	75,6	5,5	17	76,20	6,2	11	74,7	5,4	6	75,6	3,9	3	75,5	6,0
Peso II (kg)	39	95,0	4,7	19	94,90	5,1	10	94,8	4,5	6	95,1	4,2	3	95,0	6,2
Tabaco (unid/día)	14	18,0	7,6	19	0,00	0,0	11	17,0	8,3	6	0,0	0,0	3	23,3	2,8
FC (l/min)	39	75,6	15,7	19	77,50	18,0	11	77,0	13,9	6	69,5	13,4	3	76,6	12,4
TA sistólica (mmHg)	39	119,6	12,3	19	119,20	12,1	11	117,2	10,0	6	121,1	18,2	3	128,3	7,6
TA sistólica (mmHg)	39	77,3	9,0	19	75,60	8,3	11	76,8	7,4	6	81,8	13,7	3	80,0	8,6

Peso I y II: peso del individuo sin y con equipo de respiración autónomo, respectivamente. FC: Frecuencia cardíaca antes de iniciar la prueba. TA: Tensión arterial antes de iniciar la prueba.

cuadrado» y para variables cuantitativas mediante el de la «t de Student». El análisis estadístico por grupos se realizó con el paquete BMDP 7D (6) de la Universidad Complutense de Madrid, utilizando un análisis de la varianza con dos factores (edad y tabaco) y dos niveles para cada factor (menos de 30 años, y más de 30 años para la edad y condición de fumador o de no fumador para el tabaco). Se consideró fumador aquel individuo que hubiese consumido, como mínimo, un cigarrillo, puro o pipa al día durante los tres últimos meses.

Resultados

Frecuencia cardíaca

Si se analizan globalmente los resultados (tablas 2, 3 y 4) se observa que el mayor aumento de la frecuencia cardíaca se produce, como parece lógico, después del primer ejercicio, tras el paso de reposo o actividad física, con un incremento medio del 36,7%. En las pruebas se aprecia una continua elevación, pero ya de forma más lenta y progresiva, con unos incrementos medios del 2,24%, tras la prueba del martillo, y del 5,25% tras la del laberinto. La distribución de los incrementos muestra un coeficiente de variación del 41,83%, tras el martillo, y del 46,9% tras el laberinto. Después del reposo de 10 minutos, la frecuencia cardíaca disminuye un 31,03% de media, con un coeficiente de variación del 40,04 %. Todos estos coeficientes son altos e indican la variabilidad de la respuesta individual en la población estudiada. Son significativos ($p < 0,001$) con respecto al reposo todos los valores intermedios de frecuencia cardíaca, así como la caída tras el descanso. Las diferencias entre las frecuencias cardíacas alcanzadas tras las pruebas del martillo, bicicleta y laberinto no son significativas entre sí.

TABLA 1B. Características dinámicas de la prueba desarrollada

	A	B	B/A
	<30 años	>30 años	% B/A
Potencia (Wattios)			
Bicicleta	62,5	40	64
Martillo	55,5	44,4	80
Galería	40,8	37,4	91,7
Total	158,8	121,8	76,7
Trabajo (Julios)			
Bicicleta	15.000	9.600	64
Martillo	9.990	7.992	80
Galería	25.622	25.641	100
Total	50.612	43.233	85,4

% B/A: Trabajo realizado por el grupo de más edad en relación con el más joven (en tanto por ciento).

Tensión Arterial

Los valores medios de las tensiones arteriales del conjunto cambia muy poco tras la prueba (0,87 % la TA sistólica y 2,86 % la TA diastólica) pero sí que existe una gran variabilidad individual, tal y como se refleja en los coeficientes de variación (36,57 % y 46,5 % para TA sistólica y TA diastólica respectivamente). Las diferencias estadísticas no son significativas. Sin embargo, el análisis de la varianza por grupos de edad y fumadores muestra que existe un incremento significativo ($p < 0,038$) de la TA sistólica tras el ejercicio en el grupo de fumadores (Fig. 3).

		H. COMIENZO: ____ : ____ H. FINAL: ____ : ____			
PARQUE:	COD. IDENT:	FECHA: / /			
DATOS MÉDICOS					
Espirometría	Antes	Después	ECG	Antes	Después
VC			Duración P		
FVC			Intervalo PR		
FEV1			Duración QRS		
FEV1/VC			Intervalo QT		
PEFR			Elev/Desc. ST		
MEF 25			Elev/Desc. T		
" 50			Arritmia		
" 75			Otras alterac		
MMF					

	Antes	Bic.	Mar.	Lab.	> 10'									
FC						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>EDAD</td><td></td></tr> <tr><td>ALTURA</td><td></td></tr> <tr><td>SEXO</td><td></td></tr> <tr><td>CIGARR/D</td><td></td></tr> </table>	EDAD		ALTURA		SEXO		CIGARR/D	
EDAD														
ALTURA														
SEXO														
CIGARR/D														
TAS														
TAD														
PESO														

OBSERVACIONES: _____

DATOS EJERCICIO

L. antes = = H. apertura bot. aire

L. desp. = = H. cierre bot. aire

GASTO AIRE A: (l/m)

TIPO EJERCITO

MARTILLO	N.º Golpes	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	BICICLETA:	Carga	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Tiempo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Tiempo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Descanso	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		Descanso	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>

LABERINTO	Recorrido	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	ESFUERZO TOTAL	·B:	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
	Tiempo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	KJ/W		

OBSERVACIONES: _____

RENDIMIENTO B/A: V° B°

Fig. 2. Ficha de control y seguimiento personalizado. COD. IDENT.: código de identificación del bombero. H: hora Bic: bicicleta; Mar: martillo. Lab: laberinto. > 10': tras diez minutos de finalizar la prueba. L.: litros. Bot: botella. Resto de abreviaturas explicadas en el texto.

TABLA 2. Datos cardiológicos obtenidos a lo largo de las pruebas efectuadas

	Grupo Global			< 30 años, no fuman			< 30 años, fuman			> 30 años, no fuman			> 30 años, fuman		
	N	X	SD	N	X	SD	N	X	SD	N	X	SD	N	X	SD
Peso I (Kg)	39	75,6	5,5	19	76,2	6,2	11	74,7	5,4	6	75,6	3,9	3	75,5	6
Peso II (Kg)	39	75	5,5	17	94,9	5,1	10	94,8	4,5	6	95,1	4,2	3	95,5	6,2
FCA (l/min)	39	75,6	15,7	19	77,5	18	11	77	13,9	6	69,5	13,4	3	70,6	12,4
FCB (l/min)	39	119,5	14,2	19	119,5	16,1	11	123,9	10,2	6	114,5	14,7	3	114	15,1
FCM (l/min)	38	122,9	18,8	18	120,6	21,9	11	128,1	16	6	120	14	3	124	22,2
FCL (l/min)	39	129,3	19,9	19	124,9	19,8	11	133,5	19,6	6	131	24	3	138,6	14
FCD (l/min)	20	91	12,7	11	88,1	10,5	4	102,7	13	4	87	16,1	1	92	0
TA Sistólica I (mmHg)	39	119,6	12,3	19	119,2	12,1	11	117,2	10	6	121,1	18,2	3	128,3	7,6
TA Sistólica II (mmHg)	37	119	17,1	17	117,2	17,4	11	121,3	17,6	6	111,6	16,3	3	135	5
TA Diastólica I (mmHg)	39	77,2	9	19	75,6	8,3	11	76,8	7,4	6	81,8	13,7	3	80	8,6
TA Diastólica II (mmHg)	37	75,1	9,3	17	74,8	7,3	11	72,7	11	6	78,3	11,6	3	80	10
ONDA P I (mseg)	39	78	16	19	73	15	11	76	17	6	90	11	3	87	23
ONDA P II (mseg)	38	78	16	18	76	16	11	78	19	6	90	11	3	67	12
INTERVALO PR I (mseg)	39	140	30	19	143	32	11	148	29	6	147	21	3	183	6
INTERVALO PR II (mseg)	38	140	27	18	139	28	11	152	28	6	145	23	3	153	40
QRS I (mseg)	39	73	15	19	72	14	11	73	17	6	75	19	3	70	17
QRS II (mseg)	38	73	14	18	72	15	11	77	16	6	72	10	3	70	10
INTERVALO QT I (mseg)	39	350	43	19	357	42	11	328	47	6	377	20	3	333	30
INTERVALO QT II (mseg)	38	320	42	18	333	52	11	313	29	6	353	27	3	317	60

I: antes de realizar la prueba. II: después de realizar la prueba. PESO I y II: peso del individuo sin equipamiento antes y después de realizar la prueba. FCA, B, M, L y D: frecuencia cardíaca antes de realizar la prueba y tras pasar por la bicicleta, por el martillo, por el laberinto y después de 10 minutos de acabada la prueba. TA: tensión arterial.

TABLA 3. Datos espirométricos obtenidos antes y después de efectuar las pruebas

	Grupo Global			< 30 años, no fuman			< 30 años, fuman			> 30 años, no fuman			> 30 años, fuman		
	N	X	SD	N	X	SD	N	X	SD	N	X	SD	N	X	SD
FVCI (cc)	39	4.708	674	19	4.740	460	11	4.876	317	6	4.393	460	3	4.520	346
FVC II (cc)	38	4.739	636	19	4.824	589	10	4.710	251	6	4.485	660	3	4.820	399
FEV1 I (cc)	39	4.133	551	19	4.270	469	11	4.097	708	6	3.918	540	3	3.833	323
FEV1 II (cc)	38	4.211	701	19	4.267	578	10	4.120	1.009	6	4.173	621	3	4.366	650
FEV % I	39	77,4	9,4	19	79,4	6,5	11	75,4	11,5	6	77,6	14,5	3	71,4	2,8
FEV % II	38	78,1	9,7	19	79,3	9,2	10	73,3	12,1	6	81,2	7,8	3	79,8	2,9
PEFR I (cc)	39	8.608	1.603	19	9.163	1.383	11	7.622	1.969	6	8.488	1.176	3	8.960	555
PEFR II (cc)	38	8.548	1.936	19	9.179	1.517	10	6.617	1.729	6	8.910	1.556	3	10.263	1.365
MMF I (cc)	39	4.346	1.416	19	4.711	1.555	11	3.886	1.017	6	4.242	1.508	3	3.550	1.262
MMF II (cc)	38	4.433	1.411	19	4.571	1.462	10	3.875	1.226	6	4.610	1.241	3	5.070	2.132

I: antes de realizar la prueba. II: después de realizar la prueba. FVC: Capacidad vital forzada. FEV1: Volumen espirado en el primer segundo de una espiración forzada. FEV %: Porcentaje de FEV1 respecto de FVC. PEFR: Pico de flujo espiratorio máximo en la espiración forzada. MMF: flujo máximo a media espiración.

Peso

El peso medio del equipo utilizado por cada individuo fue de 19 Kg, la pérdida media de peso individual tras la prueba fue de 0,76 Kg ($p=0,01$ frente a la basal). No se demuestran diferencias significativas al efectuar un análisis por grupos de edad y según el carácter o no de fumadores.

Espirometría

Los valores espirométricos hallados en los individuos estudiados se reflejan en la tabla 3. Dos sujetos mostraron un patrón ventilatorio obstructivo (uno de ellos era fumador) y otros dos se situaban en el límite en tal sentido (ambos fumadores).

El examen de los valores espirométricos permite observar como en casi todos los parámetros se produce un incremento tras la realización de la prueba, aunque en ninguno de ellos resulta significativo. Sin em-

bargo, en el análisis de la varianza por grupos se demuestra que los bomberos de mayor edad tienen un pico de flujo espiratorio máximo (PEFR) y un flujo mesoespiratorio (MMF) después del ejercicio significativamente mayor ($p < 0,03$) que antes del mismo (Fig. 4). Llama la atención el hecho de que el MMF obtenido después del ejercicio sea mayor que el previo tanto en el grupo de bomberos de mayor edad ($p < 0,02$) como en el de fumadores ($p < 0,002$), pero no en el de mayores de 30 años y fumadores considerados simultáneamente.

Electrocardiograma

Las características del ECG basal constan en la tabla 2. Las modificaciones aparecidas en el registro como consecuencia de las pruebas no fueron significativas, salvo el caso del acortamiento del intervalo QT (pero con QRS normal) ($p < 0,01$), expresión del acor-

TABLA 4. Gasto de aire y rendimiento por grupos tras la prueba

	< 30 años, no fuman	< 30 años, fuman	> 30 años, no fuman	> 30 años, fuman
Gasto de aire (Litros/Min)	37,6	40,1	40,7	43,8
Rendimiento (J/L/min)	2.342,7	2.240,7	1.780,1	1.683,3

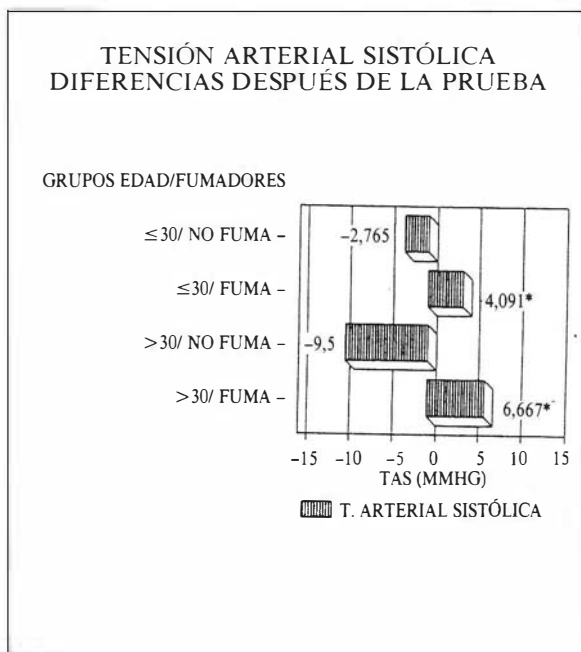


Fig. 3. La tensión arterial sistólica aumenta significativamente después de la prueba en el grupo de individuos fumadores.

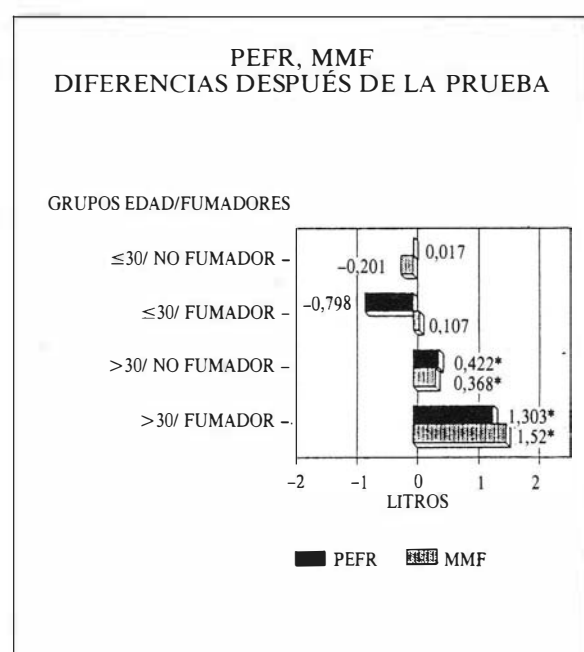


Fig. 4. El PEFR (pico de flujo la espiración forzada) y el MMF (flujo mesoespiratorio en la espiración forzada) aumenta significativamente en el grupo de mayor edad.

tamiento de la diástole que se produce con la taquicardia.

Gasto y Rendimiento

En la tabla 4 aparecen las características dinámicas de la prueba. El trabajo y la potencia a realizar fueron predeterminadas en las pruebas de la bicicleta y el martillo por el fabricante según las especificaciones reseñadas, pero no así en la prueba de la galería, en la que la potencia desarrollada depende del tiempo que tarde cada individuo en completar el recorrido. Dado que ese tiempo fue mayor en el grupo de mayor edad, la potencia por ellos desarrollada fue menor. El consumo de aire por minuto fue también mayor en el grupo de mayor edad. El rendimiento obtenido en el aprovechamiento del aire del equipo autónomo de respiración en relación al trabajo y a la potencia desarrollados fue menor en el grupo de mayor edad, y también menor en proporción a los respectivos trabajo y potencia por grupos.

Así, el grupo de más de 30 años hizo un 73,1% del trabajo y un 72,2% de la potencia, con un 67,5% y un 66,7% de rendimiento, respecto al otro grupo, para el trabajo y la potencia respectivamente (Fig. 5).

Discusión

Frecuencia cardiaca

El incremento de la frecuencia cardiaca respecto al estado de reposo y al de recuperación son valorables ($p < 0,001$), por el contrario, las diferencias interme-

dias, no son significativas, lo que probablemente sugiere que la dureza de las diversas pruebas es similar.

Tensión Arterial

Las variaciones de la tensión arterial en el conjunto de individuos estudiados no son significativas. No obstante, la TA sistólica después del ejercicio si que se incrementa de forma valorable en el grupo de bomberos fumadores. Esta tendencia de la TA sistólica a elevarse a lo largo del ejercicio en estos profesionales ya ha sido descrita por otros autores⁽¹⁻⁴⁾. La razón de que no se encuentre en el resto de la población probablemente hay que buscarla en que la prueba fue concebida como ejercicio submáximo y en que los tiempos de desarrollo fueron cortos, quizá, insuficientes para poder apreciar esos cambios.

Espirometría

Comparando los valores espirométricos hallados con otros estudios previos en sujetos normales⁽⁵⁾ se observan algunos individuos que no llegan a los límites habitualmente considerados normales (5 individuos con Capacidad vital forzada menor de 4 litros, 1 individuo con Volumen espiratorio forzado en un segundo menor de 3 litros y 11 individuos con Flujos mesoespiratorios al 75 % de la Capacidad vital menores de 1,5 litros —5 de ellos fumadores—). Al hecho de que los bomberos de mayor edad tengan un PEFR y MMF después del ejercicio significativamente ($p < 0,03$) mayor no se encuentra una explicación, igual

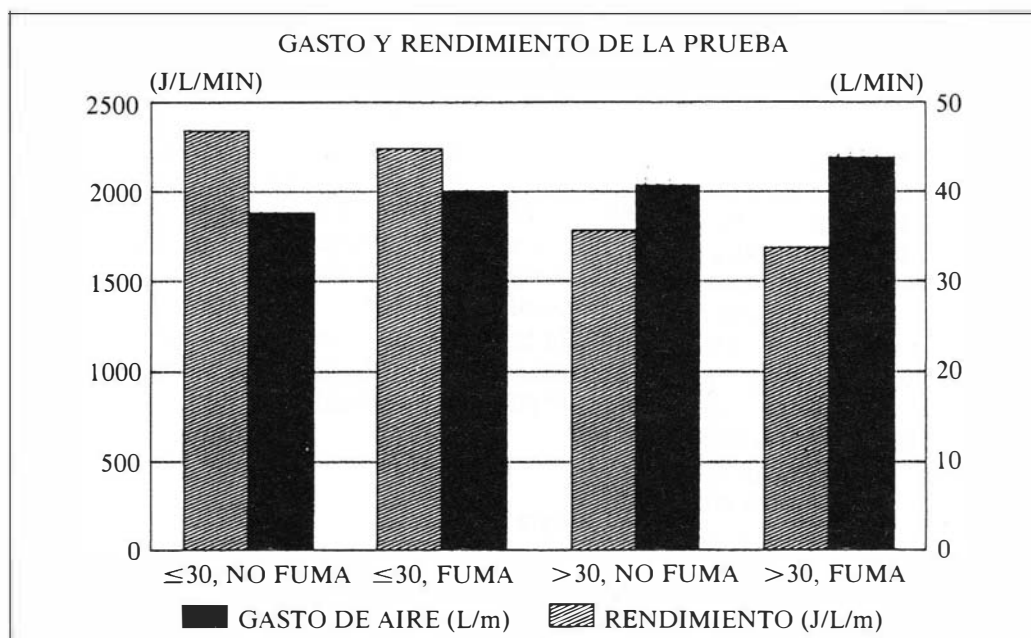


Fig. 5. El gasto de aire aumenta moderadamente pero el rendimiento disminuye marcadamente en el grupo de mayor edad.

ocurre con el hecho de que los MMF del grupo de mayor edad y el de fumadores tratados por separado, ($p < 0,02$ y $p < 0,002$ respectivamente) sean mayores después del ejercicio, no ocurriendo lo mismo si consideramos el grupo de bomberos y fumadores simultáneamente. Estos hallazgos no son concordantes con otros estudios recientes de función respiratoria en bomberos sometidos a pruebas físicas con humo real⁽⁸⁾ o tras largos períodos de trabajo en ambiente submarino⁽⁷⁾.

Electrocardiograma

La falta de hallazgos significativos en el ECG en la población estudiada confirma la opinión de algunos autores⁽¹⁾ de que no es necesaria la realización de este registro para monitorizar los ejercicios ergométricos en poblaciones sanas. Nuestros hallazgos son consistentes con los de Cester et al⁽²⁾, que también obtiene un acortamiento valorables del intervalo PR.

Gasto y Rendimiento

Desde nuestro punto de vista la expresión del esfuerzo realizado se ajusta más a la magnitud potencia que la del trabajo y por tanto refleja mejor la eficacia en la acción del bombero. Esta última será mayor cuanto más rápidamente sea capaz de realizar un trabajo determinado, es decir, cuanto mayor sea la Potencia que desarrolle. Y no sólo la eficacia, también su propia seguridad en caso de un siniestro, que será mayor cuanto menos tiempo permanezca expuesto a los efectos de contingencias indeseadas e imprevisibles (cuando la tarea a realizar implica el uso de un equipo autónomo de respiración, la posibilidad de coronarla con éxito depende del tiempo de autonomía del equipo, lo que a su vez es función de la economía en el gasto del aire comprimido). Por tanto, hemos llamado «rendimiento» a la relación entre la capacidad para realizar un determinado trabajo o potencia y el consumo de aire que suscita en cada sujeto (tabla 4) pareciéndonos más expresivo el correspondiente a la Potencia.

El objetivo de diseñar para los sujetos mayores de 30 años una prueba menos exigente en cuanto a trabajo y potencia parte del supuesto de su menor capacidad. Diversas experiencias han encontrado, en efecto, disminución de ciertas capacidades de estos profesionales a partir de los 30 años⁽³⁾. Cabe pensar, si la prueba es menos exigente, que el consumo de aire también será menor, por lo que la eficacia en el uso del equipo autónomo, expresada a través de la magnitud rendimiento, se mantendría constante, los resultados que hemos obtenido han sido inversos, con un gasto

de aire un 8,3% mayor para el grupo de mayor edad (tabla 1B) y un tiempo en completar el recorrido de la galería un 9,2 % mayor, al acumular tiempo y gasto en la magnitud rendimiento, se aprecia como éste resulta significativamente menor ($p < 0,0004$) en el grupo de individuos de mayor edad, por lo que para nuestro grupo de mayores de 30 años se debería de haber tenido una menor exigencia en la cantidad de trabajo /potencia a realizar.

Se pueden establecer algunas sugerencias para mejorar el discernimiento de futuros estudios. Parece preferible que todos los individuos realicen la misma cantidad de trabajo, y en todo caso más que el aquí concebido, sin prefijar distinciones en atención a la edad, para así obtener mayor claridad en la obtención de conclusiones. También podría diseñarse el experimento con varias pruebas de diferente potencia, adjudicándolas al azar y sin tener en cuenta la edad, para «a posteriori» clasificar dichas pruebas por grupos de edades y valorando los rendimientos que fueran similares. Con respecto a la potencia, podrían establecerse dos tipos de pruebas: unas «abiertas», de tipo competitivo, en las que cada individuo desarrollase la potencia que fuera capaz, en un tiempo predeterminado para cada sección; otras, «cerradas», similares a la presente, en las que se predeterminase el trabajo a realizar así como el tiempo y, por tanto, la potencia (ya que el tiempo de paso por la Galería no es susceptible de predeterminación, un efecto igualador podría obtenerse haciendo pasar por ella a los individuos por parejas sin que se les permitiera separarse).

Desde el punto de vista del protocolo del estudio, parece recomendable alargar los períodos de descanso entre cada prueba, para dar así tiempo a que se establezcan las esperables adaptaciones hemodinámicas, tal y como han recomendado algunos autores⁽¹⁾.

La monitorización electrocardiográfica puede suprimirse si atendemos a nuestros resultados.

Parece también conveniente medir los consumos de aire por separado en cada prueba, para obtener rendimientos más diferenciados.

Quizá también fuera interesante valorar el estado de entrenamiento de cada individuo mediante un sistema de puntuación elaborado «ad hoc».

Bibliografía

1. Fletcher GF, Froelicher VF, Hartley LH, et al. Exercise Standards. A statement for health professionals from the American Heart Association. Special Report. *Circulation* 1990; 82: 2286-319.

2. Cester AM, Romero DA, Eneriz MP, Villalba MP. El bombero debe adiestrarse en pistas de entrenamiento. Cuadernos de Seguridad 1989; 67-70.
3. Hübner A, Szadkowski D. Response of the circulatory system in firemen during respiratory protection training. Department for Work Medicine of University of Hamburg. 1979: 1-11.
4. Weber KT, Janicki JS, McElroy PA. Cardiopulmonary exercise testing. En Weber KT. Cardiopulmonary Exercise Testing. Philadelphia: WB Saunders, 1986: 151-271.
5. Grimby G, Söderholm B. Spirometric studies in normal subjects. Acta Med Scan 1963; 173: 199-206.
6. Dixon WJ, Brown MB, Eugleman L, et al. BMDP Statistical Software. University of California Press 1983: 557-75.
7. Barthelemy L, Mialon P, Sebert P, Scheydeker JL. Anomalies de la fonction respiratoire chez les pompiers-plongeurs sousmarins de la protection civile. Rev. Pneumol. Clin. 1990; 46: 271-276.
8. Large AA, Owens GR, Hoffman LA. The Short-term effects of smoke exposure on the pulmonary function of firefighters. Chest 1990; 97: 806-09.