

El Pack Test como Herramienta de Selección del Personal Especialista en Extinción de Incendios Forestales (P.E.E.I.F.) y de Valoración de la Condición Física en Relación con la Salud

Villa Vicente, José Gerardo

Departamento de Educación Física y Deportiva / Universidad de León / Campus de Vegazana s/n / 24071 León, España
+34 987 293019 / jg.villa@unileon.es

López Satue, Jorge

Subdirección I+D+i Grupo TRAGSA/C.Cruz Roja 26 Bajo/24007 León, España
639141705/ jlopez12@tragsa.es

Moreno Romero, Sergio

TRAGSA / Campus de Vegazana s/n / 24071 León, España
+34 987 293023 / etcsmr03@unileon.es

Mendonça, Paulo Renato

Departamento de Educación Física y Deportiva / Universidad de León / Campus de Vegazana s/n / 24071 León, España
+34 987 293023 / prmen@unileon.es

Pernía Cubillo, Raúl

Fraternidad Muprespa / Campus de Vegazana s/n / 24071 León, España
+34 987 293023 / perny2004@yahoo.es

Ávila Ordás, M^a Concepción

Fraternidad Muprespa / Campus de Vegazana s/n / 24071 León, España
+34 987 293023 / mcavio@unileon.es

García López, Juan

Departamento de Educación Física y Deportiva / Universidad de León / Campus de Vegazana s/n / 24071 León, España
+34 987 293018 / juan.garcia@unileon.es

Rodríguez-Marroyo, Jose A.

Departamento de Educación Física y Deportiva / Universidad de León / Campus de Vegazana s/n / 24071 León, España
+34 987 293022 / j.marroyo@unileon.es

ABSTRACT

El trabajo del P.E.E.I.F. se ve influenciado entre otros factores por el manejo de herramientas, la naturaleza y orografía del terreno y la larga duración del esfuerzo. Las pruebas de aptitud física como criterio de selección pretenden garantizar el realizar un

trabajo que requiere un grado de condición física necesario para afrontar esfuerzos intensos y duraderos en condiciones extremas. En este estudio validamos en P.E.E.I.F. de España la prueba de aptitud física denominada Pack Test, demostrando que es adecuada y específica respecto de la condición física de los sujetos y sensible y representativa respecto del esfuerzo desarrollado en incendios forestales.

Palabras clave

Pack test, Forestales, aptitud física, consumo de oxígeno, lactato.

INTRODUCCIÓN

El Personal Especialista en Extinción de Incendios Forestales se caracteriza por desempeñar su trabajo en unas condiciones muy adversas desde el punto de vista del rendimiento físico, ya que se ve expuesto a una serie de condicionantes tales como la naturaleza y orografía del terreno, las altas temperaturas, el manejo de herramientas, el portar un equipo de protección individual (EPI), la larga duración del esfuerzo,... (Apud, 2002) que influyen negativamente en su capacidad de trabajo. Por ello, la empresa TRAGSA, en colaboración con la Fraternidad Muprespa y el Dpto de Educación Física y Deportiva de la Universidad de León y con apoyo del Área de Incendios de la Dirección General de la Biodiversidad (Ministerio de Medio Ambiente de España) y de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, están desarrollando un proyecto de I+D+i que persigue la mejora en la seguridad y de la condición física en relación con la salud ante el esfuerzo físico desarrollado por el Personal Especialista en Extinción de Incendios Forestales (P.E.E.I.F.).

La aptitud física del P.E.E.I.F. debe de ir dirigida a la capacidad de realizar distintas tareas que las labores de extinción requieren, además de poder soportar las condiciones adversas de ambiente donde se desarrolla el trabajo. (Chirosa, 1999). La aptitud física debe de tener dos referencias claras u objetivos finales; por un lado la capacidad poder realizar un trabajo, acometer una tarea, general física con una reserva de energías y por otro lado debe de reflejar un cuidado de su salud o lo que es lo mismo, que el trabajo que vaya a desarrollar se efectúe sin riesgos de perjudicar su salud o menoscabar su seguridad.

Desde el Comité de Lucha contra Incendios Forestales de España (CLIF), se instaure como prueba de selección del P.E.E.I.F. el Test del Banco o Step Test del Forest Service, exigiéndose un $VO_{2m\acute{a}x}$ mínimo de $45 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. Prueba submáxima que consiste en bajar y subir repetidamente un escalón de 38 centímetros de altura para los hombres y 33 centímetros de altura para las mujeres, durante 5 minutos con una frecuencia de 22,5 ciclos por minuto (90 acciones por minuto: cada 4 acciones del metrónomo representan un ciclo completo de subir y bajar del banco). Cuando termina la prueba se sienta y descansa unos 15 segundos, una vez transcurridos se cuentan las pulsaciones durante 15 segundos. Con estos datos y en función del sexo y del peso corporal se determina la puntuación obtenida en una tabla con la baremación correspondiente. Esa baremación con referencia a los mínimos comentados antes, provoca que podamos estimar que la persona es apta para el puesto de trabajo y que su salud no corre ningún tipo de peligro. De hecho se realiza en el marco del reconocimiento médico que tienen que realizar para su selección, lo que posiblemente influye en el comportamiento de la frecuencia cardíaca (normalmente registrada de forma manual: toma de pulso radial), más aún cuando se estima el $VO_{2m\acute{a}x}$ a través de ella (y es conocido que éste disminuye con la edad), y sobre todo cuando la realización de esta inespecífica prueba conlleva una gran repercusión laboral. De hecho se ha venido observando como P.E.E.I.F. con gran experiencia como P.E.E.I.F. por su mayor edad está en los límites de selección, o incluso no llegan al mínimo estimado,

precisamente por la penalización de su edad ante la inespecificidad del test.

Alguna Comunidad Autónoma en España, y de la mano de INFOCA, han desarrollado una batería de test que recomiendan a la hora de selección del P.E.E.I.F. La batería consiste en una evaluación de la fuerza (Salto Horizontal y Flexiones de Brazos), Evaluación de la velocidad (6 x 6 m con obstáculo) y Evaluación de la resistencia (Course Navette) (CLIF 2002), si bien ello conlleva realizar una esta prueba progresiva, máxima que consiste en correr hasta el agotamiento.

Las pruebas de selección son test de aptitud física o motriz que según el Consejo de Europa (1996), conlleva no sólo una aptitud motriz referida al desarrollo de las cualidades psicomotrices, es decir, al control del movimiento y el desarrollo de las cualidades musculares que permiten realizar ciertas tareas generales o específicas de las actividades físicas y deportivas; sino también una dimensión orgánica vinculada a las características físicas del individuo y referida a los procesos de producción de energía y al rendimiento físico; estando directamente relacionada con la salud. Quizás la característica fundamental en las que se han de sustentar ha de ser la especificidad.

Estas pruebas pueden ser muy diversas y en busca de esta especificidad en U.S.A. desde 1975 las agencias federales utilizaban el step test de 5 minutos y una carrera de 2,4 km para evaluar a los candidatos. En 1994 el centro de Tecnología y Desarrollo de Missoula (MTDC) empezó a revisar alternativas para comprobar la capacidad de trabajo.

El servicio Forestal de USA, y otras organizaciones federales miembros del NWCG (Grupo de coordinación nacional de incendios), además de muchas organizaciones de incendios estatales y locales, han establecido un grupo de de WCT's exclusivas para determinar el estado físico requerido para las actividades de incendio. Estos modelos de estado físico, están reflejados en "The Wildland FIRE Qualifications Subsystem Guide, 310 – I". y buscan preparar a los candidatos lo suficiente como para trabajar de modo seguro y efectivo en las funciones asignadas. Con esta intención se estableció la prueba denominada Pack Test, en la que se muestra que existe una buena relación entre el estado físico y el rendimiento para este trabajo en optimas condiciones físicas, trabajando posteriormente con menos fatiga y manteniendo reservas para afrontar posibles situaciones de emergencia. En resumen, el buen estado físico es el factor más importante que influye en la capacidad de trabajo en la que se requiere caminar, trepar, saltar, girarse, doblarse y levantar pesos mayores de 22 kg; el ritmo de trabajo normalmente impone una emergencia (Roberts, 2002).

El Pack Test se consideró como apto para evaluar esa capacidad de trabajo (Sharkey, 1994). Consiste en una caminata de 4,8 km con un peso de 20 kg (normalmente lo que pesa una mochila de extinción) en un terreno típico de incendio. El tiempo límite para pasar la prueba es de 45 minutos, lo que el Forest Service USA considera equivalente al $VO_{2m\acute{a}x}$ de $45 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ requerido como mínimo en el Step test, y admitido por dicho Forest Service como estándar para el P.E.E.I.F. (Missoula Technology And Development Center 2000) El coste energético que implica el Pack Test se considera que es similar al demandado en una situación de incendio (Sharkey, 1994, 1996; Heil, 2003), por lo que se considera más específico y representativo del P.E.E.I.F., ya que permite medir la actuación en tareas del terreno como trabajar con herramienta menuda, llevar cargas sobre superficies escurbadas y el estado aeróbico. Por ello el objetivo de nuestro trabajo es analizar el Pack Test en P.E.E.I.F. de España como prueba de selección específica, segura y sensible a las modificaciones inducidas por programas específicos de entrenamiento.

Estudio y validación del Pack Test (Sharkey, 1994) como prueba de aptitud física selectiva y de valoración de la condición física en relación con la salud de la población española que opta a su selección como P.E.E.I.F., analizando la influencia de la edad, así como su evolución tras un periodo de entrenamiento físico de 4 meses de duración, con el objeto de ser una propuesta adaptada a la nueva realidad social de la población aspirante.

JUSTIFICACION

En el presente trabajo, se muestra el análisis del Pack Test como prueba representativa de aptitud física a utilizar como criterio de selección del P.E.E.I.F., como sustituta del inespecífico test del Banco, valorando el grado de capacitación para el desempeño de esta típica labor forestal (desplazamiento con EPI y portando mochila y/o herramientas extrínsecas). En base a esta afirmación se busca tener una prueba sencilla, fácil de realizar, específica, válida, reproducible, y objetiva que discrimine la mínima condición física en relación con la salud que se necesita para poder desarrollar la capacidad de trabajo físico requerida por el P.E.E.I.F., independientemente de la edad y el género, y que garantice las necesarias condiciones de salud y seguridad.

La condición física, también conocida como forma física, aptitud física, o physical fitness (Wang, 2007) puede definirse haciendo referencia a un concepto general, o bien, girar en torno a dos vertientes: "condición física relacionada con la habilidad atlética" y "condición física relacionada con la salud" (Pate, 1988; Sharkey, 1993) en el marco del bienestar necesario para desarrollar un trabajo físico. El P.E.E.I.F. desempeña un puesto laboral que tiene unas exigencias determinadas, habiéndose medido o estimado el gasto energético, que se promedia en unas 2500 Kcal/día (Sharkey, 1996), y analizado la condición física mínima requerida, del orden de los 40-45 ml·min⁻¹·kg⁻¹ de VO_{2máx} (Apud, 2002; Gaskill y cols, 2003; Ruby y cols, 2003; Heil y cols, 2004).

En el Forest Service de USA, donde el P.E.E.I.F. son profesionales, existe una prueba de aptitud física para el ingreso, conocida como Pack Test, que según estudios del grupo de Sharkey, Heil, Rubi, Lnkfort, Gaskill,... desde 1994 estiman que requiere un VO₂ de 23 a 25 ml·min⁻¹·kg⁻¹, si bien establecen que se requiere un consumo máximo de oxígeno mínimo de más de 40-45 ml·min⁻¹·kg⁻¹, aunque se necesitan entre 20 ml·min⁻¹·kg⁻¹ y 30 ml·min⁻¹·kg⁻¹ (Gaskill 2003) para realizar esta labor a la intensidad media requerida, mientras que en un estudio Australiano marca estos límites entre 24 ml·min⁻¹·kg⁻¹ y 35 ml·min⁻¹·kg⁻¹ (Brotherboot, 1997).

El estilo de vida sedentario de los ciudadanos de los países industrializados vinculado a las escasas exigencias físicas en actividades cotidianas (Heyward, 1996), conjuntamente con la temporalidad laboral en este sector y el menor número de jóvenes que optan al mismo son factores que contribuyen a la reducción de la aptitud física requerida para el mismo. Incremento del sedentarismo que asienta en todos los sectores de la población española como realidad social actual que la vincula con las enfermedades hipocinéticas emergentes (obesidad, diabetes,...) (López Mojares, 2002), y reflejada en la Encuesta Nacional de Salud de 2001 del Ministerio de Sanidad de España o en las encuestas de grado de actividad física de la población española de (Ministerio de Educación y Cultura de España, García Ferrando, 2005) y que se acentúa con la edad (sólo el 9% de la población es activa y realiza actividad física y deportiva 3 veces por semana).

Por todo esto y teniendo en cuenta estos valores recomendados como mínimos a la hora de seleccionar al P.E.E.I.F. que integren las brigadas de élite en la lucha

contra los incendios forestales, se debe de establecer una prueba que seleccione y determine la capacidad de realizar dicha actividad laboral de manera segura y siendo una herramienta de prevención de cualquier tipo de lesión o problema. Para ello es necesario estudiar sus requerimientos (consumo de oxígeno, frecuencia cardíaca, lactato, percepción subjetiva de esfuerzo,...) y compararlos con otras pruebas clásicas de selección del P.E.E.I.F. (step test) o novedosas (Course-Navette, INFOCA-España), y validarlas en su significado con test de laboratorio. Y es que el Pack Test busca comprobar las responsabilidades en el terreno de trabajo que requieren una actuación física exigiendo la mayor resistencia y un estado supremo. Ocasionalmente se demanda cierta actividad energética en situación de emergencia bajo condiciones ambientales adversas y en un tiempo prolongado.

METODOLOGIA

En el estudio participaron 150 especialistas P.E.E.I.F. (25.8 ± 0.5 años, 74.3 ± 0.7 kg y 175.1 ± 0.7 cm) contratados por TRAGSA para la campaña de incendios 2006, pertenecientes a las B.R.I.F. (Brigadas de Refuerzo de Incendios Forestales) dependientes del Ministerio de Medio Ambiente y ubicadas en Tabuyo del Monte (León), Prado de los Esquiladores (Cuenca) y Daroca (Zaragoza).

Para la entrada a la B.R.I.F. los aspirantes realizaron un reconocimiento médico con análisis de sangre y superaron una prueba de aptitud física en este caso el test del Forrest Service. Tras esta primera evaluación de sus condiciones físicas y de salud son sometidos a un examen técnico y tras él son seleccionados aquellos con más conocimientos y experiencia en este ámbito laboral.

Todos los sujetos de la B.R.I.F. tienen un Equipo de Protección Individual para enfrentarse a los incendios. Este equipo está compuesto por un mono ignífugo, un casco, guantes, botas, mascarilla, botiquín y cantimplora. A todo esto hay que sumar la herramienta a utilizar, bien sea mochila, McLeod, Pulaski o podón como más importantes. El peso del EPI viene a sumar unos 2 kg de media y la herramienta va desde los 20 kg de la mochila hasta de 2 a 4 kg de las herramientas de mano. Todo este material fue medido y pesado a principio de campaña en una balanza TANITA de manera individual y en condiciones basales.

Todos ellos fueron sometidos a un plan de entrenamiento físico específico de 4 meses de duración (fundamentado en el trabajo de la resistencia aeróbica, desarrollo de la fuerza resistencia del tren inferior e inferior y potenciación de la recuperación muscular a través de la flexibilidad) y a una valoración de la condición física en relación con la salud a través de la prueba del Pack Test, la cual es un test indirecto y continuo que estima una aptitud física para el desarrollo de un trabajo concreto, en función del tiempo en un recorrido sobre una distancia de 4800 metros efectuados sobre una pista forestal de forma ininterrumpida, a un ritmo que no implique correr, cargando con una mochila de 20 kg, la propia usada en extinción, y en un tiempo inferior a 45 minutos. El resultado se evalúa en conceptos de apto o no apto.

Todos los especialistas fueron sometidos al Pack Test al inicio y al finalizar el programa de entrenamiento, con monitorización de la Frecuencia Cardíaca (Polar Team, Kempele, Finland) y toma de lactato en sangre (Lactate Pro) mediante un pinchazo en la oreja y la toma de una muestra a mitad de la prueba (2400 metros) y al finalizar (4800m) con el fin de observar su evolución en la prueba y confirmar un ritmo estable durante la misma.

Al inicio y al final del periodo de entrenamiento se sometió a 20 sujetos al Pack Test con registro directo del consumo de oxígeno o VO_2 (analizador de gases portátil

VO₂₀₀₀) y a una prueba de esfuerzo continua, progresiva y máxima atendiendo a protocolo Bruce en tapiz rodante para medir VO_{2max} y determinar los umbrales ventilatorios y la capacidad de trabajo máxima (VO_{2max}), monitorizándose la ventilación, frecuencia cardiaca y equivalentes ventilatorios de O₂ y CO₂ mediante un analizador de gases respiratorios CPX-plus (MedGraphics Corporation, Minnessota, U.S.A.). El analizador de gases portátil VO₂₀₀₀ supone un peso añadido de 800 gr, al ser una mochila con batería que se coloca encima de la otra mochila además de la incomodidad que supone la mascarilla dificultando la respiración y porque es algo para lo que no están familiarizados.

El circuito o terreno donde se desarrolla el Pack Test consistió en una planicie que evitó el terreno escarbado y no sobrepasar un 4% de desnivel, para que no dificulte la prueba (criterios de Sharkey, 1994). El tipo de suelo en donde se desarrolló fue el propio del trabajo o sea una pista forestal por la cual se realizaban marchas diferentes días con herramienta y sin ella con el fin de provocar una familiarización al terreno y a la propia prueba. Nuestro circuito fue cerrado para poder observar en todo momento a las personas que realizan el Pack Test y así disponer de un control alto en todo momento, tanto en el respeto de las normas como en la seguridad, facilitando el acceso de vehículos en el caso de existir complicaciones. Además debido a que el circuito estaba marcado por vueltas de 800 metros, el P.E.E.I.F. era capaz de tener referencia de distancia y tiempo con el objeto de mantener un ritmo predispuesto.

Todas las pruebas se realizaron por la mañana, una hora y media después del desayuno, entre las 9,00 y 9,30 a.m., y con condiciones climáticas estables (22±2°C y 70±8% de humedad relativa) y adecuadas para evitar posibles problemas de salud (protocolo de Sharkey, 1994). Antes de realizar el Pack Test el propio preparador físico de la base marcaba un calentamiento básico que incluía estiramientos y movilidad articular general y un poco más específico del tren inferior, debido a que soporta una carga de trabajo mayor. Una vez acabado recomendaba ejercicios de recuperación en busca de disminuir la fatiga post ejercicio. Al finalizar la prueba se pasó la escala de Borg (Borg, 1970) para conocer la percepción subjetiva de esfuerzo y se les volvía a pesar en báscula TANITA BC-418.

Programa de entrenamiento físico: fundamentado en el desarrollo de la capacidad aeróbica a través de la carrera continua y de la realización de marchas específicas de este trabajo, potenciación de la fuerza-resistencia de grupos musculares específicos y trabajo de la flexibilidad como método de recuperación muscular. Dicho plan fue aplicado 5 días a la semana con una duración aproximada de cada sesión de 90 minutos, y siempre supeditado a la existencia de incendios, ya que en situaciones de alerta el P.E.E.I.F. debía estar preparado por si daban señal de salida hacia el incendio. La carga de entrenamiento. A continuación se presenta la carga de entrenamiento a la que se sometió al P.E.E.I.F. a lo largo de la campaña 2006:

- Resistencia aeróbica: carrera continua (2 series de 10 minutos) entorno al umbral aeróbico (150ppm) 4 días a la semana. Aproximadamente 1600 minutos de carga aeróbica durante los 4 meses.
- Fuerza resistencia tren superior: trabajo de la musculatura abdominal (recto anterior, transversal del abdomen y oblicuos), pectoral, deltoides, trapecio y brazo (bíceps, tríceps, antebrazo,..). 3 series de 15 repeticiones de los diferentes grupos musculares. 3 días a la semana. 2160 repeticiones para trabajar cada grupo muscular durante toda la campaña.
- Fuerza resistencia tren inferior: trabajo de la musculatura del cuádriceps, isquiotibiales, abductores-abductores y gemelos. 3 series de 15 repeticiones para trabajar los diferentes grupos musculares. 2 días a la semana. 1440

repeticiones para trabajar cada grupo muscular durante toda la campaña.

- Flexibilidad: recuperación muscular a través del estiramiento de los diferentes grupos musculares trabajados. 20 minutos por sesión. 5 días a la semana. 1600 minutos de trabajo de la flexibilidad a lo largo de la campaña.

El tratamiento gráfico se ha llevado a cabo en la Hoja de Cálculo Excel-v7.0 y el tratamiento estadístico en el SPSS V14.0 para Windows. Los resultados se muestran como media y error estándar de la media (E.E.M.). Las diferencias entre la valoración inicial y al final del periodo de entrenamiento, se han obtenido mediante un análisis estadístico, tras comprobación de la normalidad de las variables objeto de estudio, a través de una t-student para muestras relacionadas. Los niveles de significación "p" son: n.s. = no significativa ó $p > 0.05$; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$.

RESULTADOS

Los datos que presentados en la Tabla 1 muestran las características físicas del P.E.E.I.F. en las tres B.R.I.F. analizadas, presentando una homogeneidad de la muestra, ya que no difieren en peso, talla,... aunque las BRIF estén ubicadas en diferentes Comunidades Autónomas de España.

Base	Peso	Edad	Altura	% mujeres	IMC	Años experiencia
Daroca (n=50)	72,1 ±1,9	25,9 ±0,7	171,5 ±1,2	0,5%	24,4 ±0,5	2,3 ± 0,4
Cuenca (n=50)	73,8 ±1,6	25,2 ±0,5	174,7 ±1,2	1%	24,4 ±0,4	1,6 ±0,3
Tabuyo (n=50)	79,2 ±1,5	25,1 ±1,1	177 ±0,9	0 %	25,2 ±0,4	2,9 ±0,9
General (N=150)	74.3 ±0.7	25.8 ±0.5	175.1 ±0.7	0,5%	24,6 ± 0,3	2,1 ± 0,6

Tabla 1.- Valores medios \pm EEM del P.E.E.I.F. que integran las BRIF estudiadas en el año 2006.

Rangos de Edad	Experiencia (años)	IMC (%)	Velocidad (metros/seg)	Tiempo (min)	Peso inicio (Kgr)	Peso final (Kgr)
18-24 (n=76)	1,2	24	2,02 m/seg 7,2 km/h	39,5	74,3	73,5
25-30 (n=38)	1,3	25,2	2,02 m/seg 7,2 km/h	40,2	74,8	74,1
30-34 (n=29)	1,5	27,8	1,99 m/seg 7,1 km/h	40,4	82,2	81,6
35-39 (n=12)	3,1	23,2	2,03 m/seg 7,3 km/h	39,4	60,8	59,9
>40 (n=5)	4,2	23,5	1,97 m/seg 7,1 km/h	41,8	78,9	77,8
Todos (n=150)	2,1	24,62	2,04 m/seg 7,3 Km/h	40,45	74,2	73,38

Tabla 2.- Valores medios \pm EEM del P.E.E.I.F. que integran las BRIF de Daroca, Tabuyo y Prado de Esquiladores durante el Pack Test, estudiadas en el año 2006.

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos respecto al tiempo que han tardado en completar el Pack Test de 4800m con la mochila de 20 kg. Se puede observar como no existen diferencias significativas en la velocidad elegida de desplazamiento (en torno a los 7.2 km/h), de forma que el tiempo empleado para completarlo es de 40,4 min (es decir un 10% menor del límite requerido de 45 min). En la tabla se puede observar los años de experiencia como P.E.E.I.F., en torno a los 2 años, y el I.M.C. que aunque está en rangos de normalidad, ya tiene una tendencia a valores de 25 en los que se puede considerar como un grupo de población con tendencia al sobrepeso. No se han observado grandes cambios en el peso antes de inicio y al finalizar el test (reducciones del orden de 0.5 kg). También se muestra como la realización del Pack Test implica una pérdida de peso total para todos los rangos de edad.

En la tabla 3 se muestra el coste Energético que conlleva realizar el Pack Test en los 40.4 min de media, tanto en los hombres, como en las 3 mujeres que integran la muestra. Se puede observar que no hay diferencias significativas en la frecuencia cardiaca máxima ni en la frecuencia cardiaca media alcanzada durante la realización del mismo en hombre y mujeres. Las 154 ppm de frecuencia cardiaca media conllevan una estimación de coste calórica, por los pulsómetros Polar, de 286,8 kcal, lo que equivale a una intensidad de 7 kcal/min.

Genero	Tiempo (min)	FCmax (ppm)	FCmed (ppm)	Intensidad (Kcal/total)	Intensidad (Kcal/min)
Hombre (n=147)	39,17	174	153	311	7,9
Mujer (n=3)	41,75	173	155	262,9	6,29
General (n=150)	40,45	173	154	286,8	7,09

Tabla 3.- Valores medios \pm EEM del P.E.E.I.F. que integran las BRIF de Daroca, Tabuyo y Prado de Esquiladores estudiadas en el año 2006.

En la tabla 4 se presentan los resultados en capacidad aeróbica obtenidos en la prueba de esfuerzo realizada atendiendo a protocolo descrito por Bruce, así como la determinación de los umbrales aeróbicos y anaeróbicos.

Valores máximos:	
VO ₂ max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	56,61±1,61
FC max(ppm)	190,5±1,93
Umbral ventilatorio VT2 o anaeróbico	77,74% de VO ₂ máx
VO ₂ max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹) VT2	44,01±1,61
FC (ppm) VT2	168,95±2,03
Tiempo (min) VT2	9,27±0,86
Umbral ventilatorio VT1 o aeróbico	46,72% de VO ₂ máx
VO ₂ max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹) VT1	26,45±0,99
FC (ppm) VT1	132,02±1,92
Tiempo (min) VT1	5,11±0,42

Tabla 4. Valores máximos y en umbrales expresados como media ± EEM obtenidos en prueba de esfuerzo en tapiz rodante atendiendo al protocolo de Bruce en P:E.E.I.F. (n=20).

Al final del periodo de entrenamiento se sometió a estos 20 sujetos de nuevo a un Pack Test pero con registro directo del VO₂máx (analizador de gases portátil VO₂₀₀₀) durante la misma. Nuestros resultados muestran que el consumo de oxígeno necesario para realizarlo con un sobrepeso de 20 kg fue 30,8 ml·kg⁻¹·min⁻¹, lo que supone un porcentaje del 54,4% respecto de su máxima capacidad de trabajo determinada en prueba de esfuerzo, lo que equivale a considerar que lo realiza a una intensidad moderada, ligeramente mayor al umbral ventilatorio VT1 o aeróbico considerado como mínimo para este trabajo (Gaskill y cols, 2003).

	BRUCE	PACK TEST	%VO ₂ max
VO ₂ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	56,61±1,61	30,82±1,12	54,42±0,43

Tabla 5. Valores medios ± EEM de VO₂ requerido durante la realización del Pack Test (n=20).

Con el objeto de determinar la intensidad metabólica que implica realizar el Pack Test, a 50 sujetos se les procedió a tomar una muestra de sangre capilar arterializada en el lóbulo de la oreja, mediante punción con lanceta estéril y recogida de la micromuestra sanguínea (7 microlitros) con un analizador Lactato-Pro, obteniéndose muestras sanguíneas a mitad del recorrido y justo al finalizarlo. Nuestros resultados muestran tasas de lactacidemias de 2.7 mmol/l, y al finalizarlo se incrementa a 3.6 mmol/l. Igualmente nada más finalizarlo se procedió a registrar la percepción subjetiva de esfuerzo mediante la escala de Borg (escala de 6 a 20), refiriéndose valores medios de 15.3, lo que corresponde a un esfuerzo calificado como duro.

Sujetos	Tiempo prueba (min)	Lactato a mitad (mmol)	Lactato final (mmol)	Escala Borg
Pack Test (n=50)	39,5	2,7	3,6	15,3

Tabla 7. Tiempo de esfuerzo, lactacidemias a mitad de recorrido y al finalizar el Pack Test (4800m) y escala de percepción subjetiva de esfuerzo (Borg). Valores medios \pm EEM del P.E.E.I.F. que forman parte de BRIF estudiados en el año 2006

Tras realizarse un programa de entrenamiento físico específico de 4 meses de duración, en la tabla 8 se presentan los cambios observados en el tiempo total de prueba durante la realización del Pack Test, al inicio y al finalizar dicho periodo de entrenamiento. Nuestros resultados muestran mejoras significativas en el rendimiento de los sujetos analizados, entorno al 6%, y alejándose aún más de los 45 min exigidos, lo cual muestra que el entrenamiento capacita aún más al P.E.E.I.F. para desempeñar su labor.

	TIEMPO (min)		
	Pre-training	Post-training	%CAMBIO
PACK TEST (n=150)	40,45 \pm 0,29	38,13 \pm 0,3***	-5,78 \pm 0,33

Tabla 8.-Comparación del tiempo en completar el Pack Test tras realizar un programa de entrenamiento específico (training) en el año 2006. Valores medios \pm EEM. Diferencias significativas: ***= $p < 0,001$.

Igualmente en la Figura 1 se presentan las modificaciones observadas en la Frecuencia Cardíaca media y Frecuencia Cardíaca máxima obtenidos durante la realización del Pack Test antes y después del programa de entrenamiento físico específico, de forma que tanto la frecuencia cardíaca máxima como la media son mayores al final del programa de entrenamiento específico (post-training) que al inicio, siendo significativos en ambos casos el porcentaje de cambio, que les capacita hacerlo a una mayor intensidad.

PACK TEST

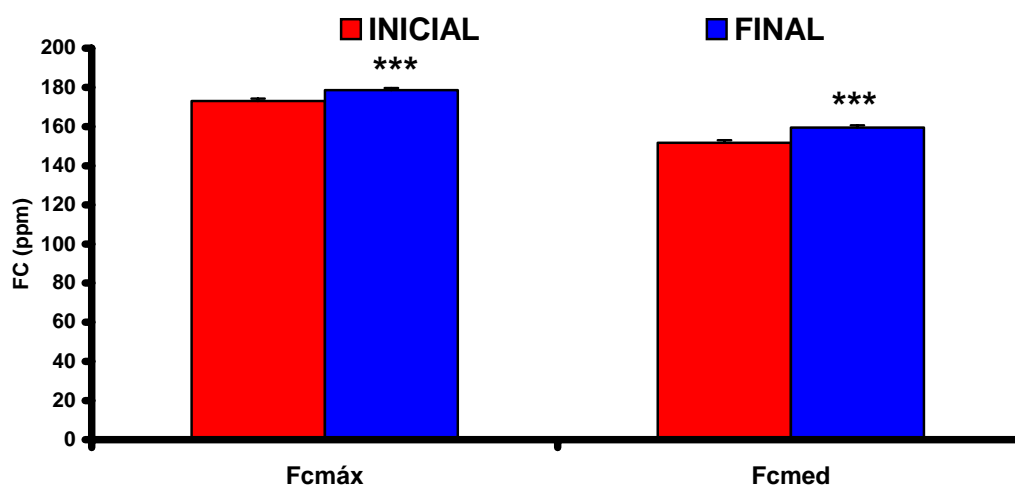


Figura 1—Valores medios±EEM de Frecuencia Cardiaca obtenidos en el año 2006(n=150) . Comparación de los valores al inicio y al finalizar el periodo de entrenamiento (***)= $p < 0,001$).

Edad	Tiempo (min)			Velocidad (metros/seg)			Intensidad (kcal/min)		
	Antes	Después	% mejora	Antes	Después	% mejora	Antes	Después	% cambio
18-24 (n=76)	39,5	37,7	4,6	2,02 m/seg 7,2 km/h	2,1 m/seg 7,6 km/h	5,5	7,2	9,4	30,5
25-30 (n=38)	40,2	38,2	5	2,02 m/seg 7,2 km/h	2,09 m/seg 7,5 km/h	4,1	5,5	6,5	18,1
30-34 (n=29)	40,4	39	3,5	1,99 m/seg 7,1 km/h	2,05 m/seg 7,3 km/h	2,8	8,2	6,8	- 27,1
35-39 (n=12)	39,4	38,1	3,3	2,03 m/seg 7,3 km/h	2,09 m/seg 7,5 km/h	2,7	7,2	7,7	6,9
>40 (n=5)	41,8	38,7	7,5	1,97 m/seg 7,1 km/h	2,06 m/seg 7,4 km/h	4,2	7,5	7,08	- 3,6
General n=150	40,45	38,13	5,8	2,04 m/seg 7,3 Km/h	2,09 m/seg 7,5 Km/h	2,7	7,09	7,5	5,7

Tabla 9.- Comparación del tiempo en completar el Pack Test, la velocidad de desplazamiento elegida y la intensidad de esfuerzo en Kcal/min que conlleva realizarlo antes y después de un programa de entrenamiento específico. Valores medios ± EEM del P.E.E.I.F. que integran las BRIF de Daroca, Tabuyo y Prado de Esquiladores durante el Pack Test estudiadas en el año 2006.

Esta tabla 9 presentamos los porcentajes de mejora en el tiempo necesario para completar el Pack Test (un 5.8%) como en la velocidad de desplazamiento (un

2.7%) así como en la intensidad que implica en kcal/min (un 5.7% mayor) consecuencia de haber realizado el programa de entrenamiento específico.

INICIAL		FINAL	
TIEMPO (min)	SUJETOS	TIEMPO (min)	SUJETOS
30-34	0	30-34	17
34-36	13	34-36	23
36-38	18	36-38	28
38-40	32	38-40	24
40-42	44	40-42	22
42-44	35	42-44	27
44-45	6	44-45	1
45-50	2	45-50	0

Tabla 10.-Comparación del tiempo empleado en el Pack Test tras un programa de entrenamiento específico de 4 meses de duración en rangos de edad entre 30-50 años.

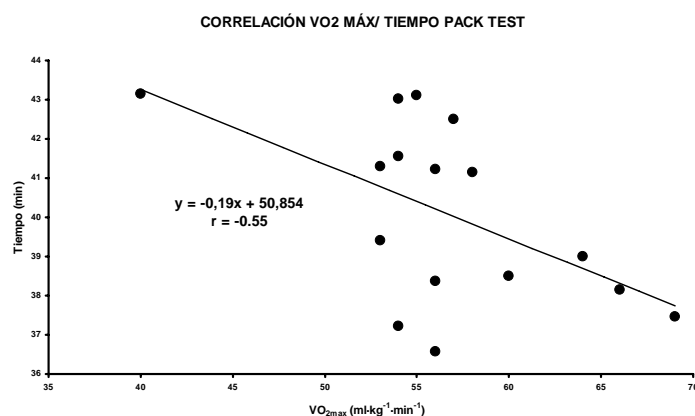


Figura 2.-Correlación entre el VO₂máx del P.E.E.I.F. y el tiempo en completar el Pack Test por P.E.E.I.F..

DISCUSIÓN

El entrenamiento físico debe perseguir la mejora de la condición física general y a su vez, aumentar la capacidad para realizar distintas tareas específicas de la extinción de incendios forestales, como son, la realización de líneas de defensa y de marchas (desplazamiento con cargas extrínsecas). Además, el entrenamiento debe provocar una serie de adaptaciones fisiológicas que permitan soportar las condiciones adversas en los que desarrolla su trabajo el P.E.E.I.F. (Chirosa, 1999).

Las características generales de los admitidos son similares en cuanto a peso, talla, IMC, porcentaje de grasa,... a los descritos que componen otros cuerpos o brigadas de élite, como los del Forest Service (Heil, 2001; Heil y cols, 2004, Ruby y cols, 2002; Goodsoon y cols, 2005). El porcentaje de mujeres que integran estos cuerpos o brigadas es sólo del 0.5%, si bien trabajos de Gaskill en 2003 o de Heil (2001) muestran también una participación de sus trabajo no mayor al 10% de mujeres, aunque Heil en 2002 presenta un trabajo en el que participan el 50% de

mujeres. Por lo tanto son casi en su totalidad hombres jóvenes provenientes de la zona cercana a donde esta ubicada la base, lo que garantiza un conocimiento de las condiciones orográficas y climáticas de la zona, además de que están hechos a labores de tipo agrícola y forestal en donde se trabaja la tierra y se portan cargas con pesos similares a los utilizados en extinción, los que les hace muy recomendables o adaptados para desarrollar este tipo de trabajo. El trabajo de Ruby y cols (2001) muestra un IMC similar al nuestro (menor a 24) y un porcentaje de grasa del 13.2% en varones, similar al 14% evaluado en nuestro P.E.E.I.F.. Porcentaje de grasa que le aleja de estados de sobrepeso, lo cual facilita el desplazamiento con EPI y herramientas para su labor. En este sentido, este IMC y porcentajes de grasa son garantía para que no sea un lastre para ser seleccionado con el step-test ni para realizar el Pack Test.

El P.E.E.I.F. seleccionado, que apenas tiene 2 años de experiencia en este puesto de trabajo, es capaz de completar al inicio de campaña el Pack Test en 40,4 min, a una velocidad media de desplazamiento de 7.3 km/h, es decir a una velocidad casi en el límite de empezar a correr, intensidad de esfuerzo que le conlleva perder 0.8 kg de peso corporal, que se atribuye pérdida acuosa consecuencia del ritmo de sudoración (Shapiro y cols, 1982; Lankford y cols, 2002). A diferencias de otros trabajos donde no se analizan posibles cambios en función de los grupos o rangos de edad del P.E.E.I.F., el amplio rango de edad adulta (de 18 a 45-50 años) que permite realizar estas labores, nos ha permitido observar que no hay diferencias en función de los grupos de edad establecidos en el tiempo para completarlo ni en la velocidad media de desplazamiento. Este dato es importante, porque un programa de entrenamiento podría inducir diferentes adaptaciones dependiendo de la condición física inicial de los sujetos, la cual puede variar en función de la edad.

Tampoco se analizan en la literatura posibles diferencias en función del género en la realización de este tipo de pruebas, ya que una vez seleccionados suelen existir diferencias significativas en la menor estatura y peso (e IMC) en mujeres (del orden de un 10%). En nuestro estudio, cuando se comparan con las 3 mujeres que formaban parte del P.E.E.I.F. el tiempo empleado y las frecuencias cardíacas máxima y media con la que afrontan el esfuerzo de realizar el Pack Test es similar. Tan sólo hay diferencias en el coste calórico estimado que le supone realizarlo: 7.9 kcal/min para hombres y 6.09 kcal/min para mujeres, si bien ello es debido a su menor peso y masa magra. Intensidad que es similar a la observada para este tipo de esfuerzos por Heil (2002) y que lo establece entre 6 y 8 kcal/min, mostrando diferencias similares para la mujer (2039 kcal en 39.5 min de actividad) que para los hombres (2715 kcal para 446 min de actividad forestal).

Con el objeto de conocer la coste energético, la intensidad de esfuerzo y el consumo de oxígeno que implica realizar el Pack Test al P.E.E.I.F. seleccionado, se realizó una prueba de esfuerzo en tapiz rodante atendiendo a protocolo de Bruce (incrementos de velocidad y de pendiente) para conocer el $VO_{2m\acute{a}x}$ y los umbrales ventilatorios VT1 Y VT2. Nuestros resultados muestran una buena capacidad aeróbica del P.E.E.I.F. con valores máximos ($56 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) que no difieren de los publicados por Burks, Sharkey y cols (1998) que fue de $58, 21 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$, aunque son mayores de los publicados por Apud (2002) de $49 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ o los $46,35 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ estimados por Brotherhood (1999). Estos valores garantizan una capacidad de trabajo físico lo suficientemente alta para afrontar con garantías el realizar un trabajo forestal que por término medio le exige participar al 45-55% del $VO_{2m\acute{a}x}$, que es la intensidad que se estima demandará el Pack Test en su realización (Sharkey, 1996; Hawkins y cols, 2004).

Mier y Gibson (2004) al estimar el $VO_{2m\acute{a}x}$ a través de la calorimetría indirecta, siendo los valores encontrados ($49,8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) similares a los obtenidos en

nuestro estudio también por calorimetría indirecta (analizador de gases en tapiz rodante) que fue de un VO_{2max} de $54,14 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ al inicio de la campaña y de $56,72 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ al final de la misma. Aunque Brotherhood y cols., (1999) sometieron a un grupo de 34 especialistas a la realización del Test del escalón, obteniendo un resultado ($46,35 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) que no difiere de el resultado.

Para conocer con exactitud este nivel de exigencia, el P.E.E.I.F. que realizó el Test de Bruce en laboratorio, se sometió a la realización del Pack Test portando un analizador de gases portátil (VO_{2000} de MedGraphics) que permite el registro directo del VO_2 durante la misma. Nuestros resultados mostraron que el consumo de oxígeno necesario para realizarlo con un sobrepeso de 20 kg fue $30,8 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$, lo que supone un porcentaje del 54,4% respecto de su máxima capacidad de trabajo determinada en prueba de esfuerzo, lo que equivale a considerar que lo realiza a una intensidad moderada, ligeramente mayor al umbral ventilatorio VT1 o aeróbico considerado como mínimo para este trabajo (Gaskill y cols, 2003). Resultados que no difieren de los obtenidos por Sharkey (1996), donde se validó el Pack Test con una intensidad media de $22,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, que se corresponde con una capacidad aeróbica máxima de $45 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Otros autores, como son Brotherhood (1997) y Gaskill y cols (2002), establecen unos límites de intensidad media en los incendios forestales entre $24\text{-}35 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ y $20\text{-}30 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ respectivamente. En base a estos estudios y a los resultados obtenidos en esta investigación, se aprecia como la realización del Pack Test como prueba de aptitud física a utilizar como criterio de selección del P.E.E.I.F., se adecua en cuanto a las exigencias requeridas para la realización de este trabajo.

Con el objeto de confirmar esta intensidad metabólica de esfuerzo se obtuvieron simultáneamente al análisis del consumo de oxígeno, muestras de lactacidemia y al final del mismo. Nuestros resultados confirman que la intensidad metabólica elegida como velocidad de desplazamiento es algo más alta que la del umbral ventilatorio VT1 o aeróbico, que según los criterios de Davis (1985), Skinner y McLeod (1988), Lucia y cols (2003), le correspondería una tasa de lactato en sangre de 2 mmol/l, ya que le implica una lactacidemia de 2.7 mmol/l. La finalización del test conlleva un acumulo mayor de fatiga, y en otros sujetos, un incremento en la velocidad de desplazamiento con objeto de obtener el menor tiempo posible, si bien la tasa de lactacidemia al finalizar el Pack Test fue de 3.7 mmol/l, lo que es inferior a la tasa de 4 mmol/l que le corresponde al umbral ventilatorio VT2 o anaeróbico. Podemos pues confirmar los criterios de Gaskill y cols 2003 y Sharkey (1996) sobre la intensidad que exige el test. No obstante hay que resaltar que este análisis de lactato se realizó cuando los sujetos habían realizado el programa de entrenamiento y el tiempo de realización del Pack Test fue de 38 min. Igualmente hemos constatado que la percepción subjetiva de esfuerzo utilizando la escala de Borg (1982) es de 15, lo que equivale a un esfuerzo considerado como duro, y en el límite entre una intensidad moderada y alta.

Mientras el gasto energético del P.E.E.I.F. en primer línea de incendio ha sido bien establecido, se conoce relativamente poco del nivel de condición física del P.E.E.I.F. Hawkins y cols (2004); de hecho, aunque se supere el Pack Test los resultados sugieren un amplio rango en los niveles de condición física existente entre el P.E.E.I.F. (Hawkins y cols, 2004). En este sentido se necesita determinar si existen diferencias gracias a los programas de entrenamiento previos a la campaña y niveles de condición física entre los empleados del Forest Service (Hawkins y cols, 2004).

Consecuencia de haber realizado un programa de entrenamiento específico el P.E.E.I.F. mejoró en un 5% el tiempo empleado para realizar el Pack Test (de 40.4 a 38.1 min). Los dos indicadores más ampliamente reconocidos para valorar los efectos del entrenamiento sobre la capacidad de trabajo físico aeróbico son el consumo

máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$) y la capacidad de realizar un ejercicio submáximo durante un período prolongado de tiempo (Skinner y cols., 1990), valorada mediante la determinación de los umbrales aeróbico (VT1) y anaeróbico (VT2), que son los que mejor indican la resistencia aeróbica, por lo que sus modificaciones (muchos mayores que las del $VO_{2m\acute{a}x}$) reflejan mejor el nivel de entrenamiento dentro de los límites genéticamente determinados (Oja y Tuxworth, 1995).

Gaskill y cols (2002) analiza como P.E.E.I.F. con altos niveles de condición física ($40-49 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) son capaces de realizar mayor trabajo tanto absoluto como relativo que los de menor condición física ($30-39 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) cada día. Los individuos con mejor estado de condición física recuperaron más rápidamente después de múltiples días de trabajo arduo a pesar de tener mayores cargas. Ya que el grupo de condición física menor excedió los requisitos mínimos de aptitud de trabajo ($22.5 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$), Gaskill y cols (2002) sugieren que los requisitos de aptitud actuales pueden necesitar una revisión ya que una mayor condición física eleva una mejora en el rendimiento de trabajo y recuperación. En este sentido un programa de entrenamiento físico sería lo más adecuado y eficaz.

En este sentido Gaskill y cols (2003) ya evaluaron los cambios en la condición física submáxima y en el umbral ventilatorio como un indicador de demanda de requerimiento de trabajo aeróbico. El grupo con capacidad aeróbica más alta al comienzo de campaña mostraba unos valores de VO_2 en el umbral ventilatorio de $33.8\pm 3.6 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$, disminuyendo a mitad de campaña a $31.3\pm 2.6 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ y no cambiando al final de campaña. El grupo con peor capacidad aeróbica al comienzo de campaña tiene un VO_2 en el umbral ventilatorio de $24.4\pm 3.8 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ aumentando a mitad de campaña a $31.2\pm 4,1 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ y no cambiando a partir de aquí. Datos que sugieren unos requerimientos mayores de la capacidad aeróbica en P.E.E.I.F. sobre $31.2 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ (9 METS). A pesar de que tienen un promedio de 6.5 METS a diario, los valores de 9 METS probablemente se den en situaciones de escaladas, haciendo líneas de defensa u otras tareas intensas. Por ello Gaskill y cols (2003) sugieren que las demandas de trabajo aeróbico en el P.E.E.I.F. pueden ser en un momento determinado más altas que las requeridas por el Pack Test ($22 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Por ello hemos analizado la influencia de un programa de entrenamiento específico en el tiempo que tarda en completarse el Pack Test, así como en la velocidad de desplazamiento durante el mismo y la intensidad calórica estimada que implica. No hemos encontrado datos en la literatura que analice esta influencia en función de los diferentes grupos de edad que integra el P.E.E.I.F., si bien Hawkins en 2004 proponía la necesidad de realizarlo. Nuestros resultados muestran que todos los grupos son capaces de mejorar el tiempo (5%) y la velocidad de desplazamiento (2.7%), si bien se observan mayores porcentajes de mejora en el tiempo en los rangos de mayor edad, y los mayores cambios en cuanto a intensidad en los rangos de menor edad. Es decir dependiendo de la condición física, que difiere en función de la edad, el entrenamiento induce cambios que permiten mejorar su adaptación al esfuerzo (Gaskill y cols, 2003). En este sentido es necesario analizar la influencia del programa de entrenamiento cuantificando los cambios en los umbrales indicadores de resistencia aeróbica, por ser quienes se relacionan con una menor carga cardiovascular para un mismo esfuerzo y con la mejora en la producción de trabajo y en la recuperación (Gaskill, 2002). Para Lankford y cols (2003) una buena condición física, y buenos niveles de umbral ventilatorio VO_2 en bomberos forestales está muy bien correlacionado con el porcentaje de trabajo a largo plazo

De hecho en la tabla 10 se puede constatar en diferentes grupos de edad por encima de los 30 años y hasta los 50 años la adaptación lograda tras el programa de entrenamiento físico específico para completar en menor tiempo el Pack Test. Es de

resaltar que las 2 personas que antes del programa de entrenamiento no superaban dicho test, por completarlo en más de 45 min, tras el programa de entrenamiento no tenían problemas. Constatar que antes del programa de entrenamiento 8 sujetos estaban por encima de los 42 min en el Pack Test y tras el programa de entrenamiento sólo 1 sujeto lo completaba por encima de los 42 min. Se podía pensar que ello es debido a las mejoras que el entrenamiento físico induce en el $VO_{2m\acute{a}x}$, pero si ello fuera así se debería obtener una correlación significativa y muy alta entre el tiempo empleado en completar el Pack Test y el $VO_{2m\acute{a}x}$ de los sujetos. Nuestros resultados no reflejan que sea alta ($r=-0.55$, Figura 2), por lo que posiblemente los cambios inducidos por el programa de entrenamiento están vinculados a la mejora de los umbrales ventilatorios VT1 y VT2, tal y como vienen sustentando el grupo de trabajo del Forest Service (Gaskill, Sharkey, Heil, y cols...).

CONCLUSIÓN

La intensidad necesaria para la superación del Pack Test algo superior a la requerida durante la extinción de incendios forestales, lo que garantiza la selección adecuada del P.E.E.I.F., de forma que un programa de entrenamiento físico permite mejorar significativamente el tiempo en completarlo, y de forma menos costosa, e independientemente de la edad del P.E.E.I.F., reduciendo la probabilidad de la aparición de patologías subyacentes a este tipo de actividades.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al P.E.E.I.F. su total confianza y desinteresada participación en este proyecto I+D+i "Factores Condicionantes del Rendimiento Físico del Personal Especialista en Extinción de Incendios Forestales", que se realiza con el imprescindible apoyo y trabajo en equipo del personal de la subdirección I+D+i junto con el Departamento de Incendios de TRAGSA, S.A., de la mutualidad Fraternidad-Muprespa y la Dirección General de la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente de España.

REFERENCIAS

1. Apud, E. (2002). *Ergonomía en el combate de incendios forestales*. Universidad de Concepción. Chile.
2. Borg, G. (1970). Perceived Exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 3: 82-88.
3. Brotherhood, J.R., Budd, G.M., Hendrie, A.L., Jeffery, S.E., Beasley, F.A., Wu Zhen, M.M., Baker, M.M. (1997). Project aquarius 3. Effects of work rate on the productivity, energy expenditure, and physiological responses of men building fireline with a rakehoe in dry eucalypt forest. *International Journal of Wildland fire*; 7(2): 86-98.
4. Burks, C.A.; Sharkey, B.J.; Tysk, S.A.; Zderic, T.W.; Johnson, S.L.; Ruby, B.C. (2003). Estimating energy expenditure in wildland firefighters using heart rate monitoring and physical activity records. *Medicine Science and Sport Exercise*. 30(5) S56.
5. Chiroso I.; Chiroso, L.J; Radial, P. (1999). Aproximación teórica a la preparación física del especialista en prevención y extinción de incendios forestales. *Rev. Incendios Forestales*; 24: 12-17. .
6. García Ferrando, M. (2001). Los españoles y el deporte: prácticas y comportamientos en la última década del siglo XX. Encuesta sobre los hábitos deportivos de los españoles, 2000. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
7. Gaskill S.E.; Ruby, B.C.; Heil D.P.; Sharkey, B.J.; Hansen, K.; Lankford, D.E. (2002). Fitness, workrates and fatigue during arduous wildfire suppression. *Medicine Science and Sport Exercise*. 34(5) S195.
8. Gaskill S.E.; Ruby, B.C.; Heil D.P.; Sharkey, B.J.; Slivka, D.; Lankford, D.E. (2003). Seasonal changes in wildland firefighter aerobic fitness. *Medicine Science and Sport Exercise*. 35(5) S131.
9. Gaskill, S.E.; Ruby, B.C.; Lanckford, D.E.; Heil, D.P.; Sharkey, B.J.; (2002) "Effect of submaximal VO₂ at the Ventilatory Threshold on Self-Selected Work Rate during wildland Firefighting" The University of Montana, Missoula.
10. Gaskill, S.E.; Ruby, B.C.; Lankford, D.E.; Heil, D.P.; Sharkey, B.J.; Hansen, K.; Lanckford, D. (2002b) "Fitness, workrates and fatigue during arduous wildfire supresión" *Medicine & Science and Sport & Exercise*. sup, 34, 5, S195.
11. Hawkins, J.; Harter, R.A.; FACSM; Wood, Terry M. (2004). *Medicine Science in Sports and Exercise*. 36(5):S307.
12. Heil, D.P. (2002) "Estimating energy expenditure in wildland firefighters using physical activity monitor" *Applied ergonomics* 33; 407 – 413.
13. Heil, D.P. (2004) "Prediction Of energy expenditure During Simulated Wildland Fire Suppression Task" *Medicine & Science and Sport & Exercise*. sup, 36(5), S219.
14. Heyward, V. (1996). *Evaluación y prescripción del ejercicio*. Barcelona, Paidotribo.

15. Lankford, D.E.; Gaskill, S.E.; Ruby, B.C.; Heil, D.P.; Sharkey, B.J. (2003). Influence of submaximal VO_2 at ventilatory threshold on self-selected work rate during wildland firefighting. *Medicine Science and Sport Exercise*. 35(5) S210.
16. López, L.M. (Coord) (2002). *Actividad Física y salud. Para ejecutivos y profesionales*. Madrid: CIE. DOSSAT 2000.
17. Missoula Technology and Development Center (2000). "Wildland Firefighter. Health & Safety Report.": 1-12.
18. Pate, R. R. (1988). The evolving definition of physical fitness. *Quest...* v.40, n. 3, p. 174-179.
19. Roberts, M.A., O´Dea, J., Boyce, A., Mannix, E.T.(2002). Fitness levels of firefighter recruits before and after a supervised exercise training program. *The Journal of Strength and Conditioning Research*; 16: 271-277.
20. Ruby, B.C.; Shriver, T.C.; Zderic, T.W.; Sharkey,B.; Burks, C.A.; Tisk S.A.; (2002) " Total energy expenditure during arduous wildfire suppression" *Medicine &Science and Sport & Exercise* 34 (6) 1048 -1054.
21. Sharkey,B.; (1994) Missoula technology and development center (2000)"Wildland Firefighter. Health & Safety Report.":1-12.
22. Sharkey,B.; (1999) "Wildland Firefighter Health and Safety. Recommendations of April 1999 Conference". USDA Forest Service: 22-25.
23. Sharkey,B.; Rothwell,T.(1996)" Validation and field evaluation of a work capacity test for wildland firefighters" *Medicine &Science and Sport & Exercise*. 28,5,79.
24. Wang T.J; Belza, B.A.; ELAINE Thompson, F.; Whitney, J.D.; Bennett K.(2007) "Effects of aquatic exercise on flexibility, strength and aerobic fitness in adults with osteoarthritis of the hip or knee." *Journal of Advanced Nursing*. 57(2): 141-52.

