

Aplicaciones del Análisis Ergonómico en las Tareas de Prevención y Extinción de Incendios Forestales: Proyecto Ergoforest¹

Ignacio J. Chiroso Ríos¹ Federico Linari Melfi², Luis J. Chiroso Ríos¹ Carmelo Fernández Vicente², David Vidal Salazar²

¹ Departamento de Educación Física. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Granada. ichirosa@ugr.es

¹ ENTRENATECH, SL. Parque Tecnológico de Ciencias de la Salud. Avda. de la Innovación, 1. 18100. Armilla (Granada). Spain

² FOREX, Formación y Extinción. C/. Girasol, 20. 18290-El Chaparral (Granada). Spain
flinari@hotmail.com

Resumen

Con el objeto de mejorar la Seguridad y la Salud de los profesionales adscritos a las Tareas de Prevención y Extinción de Incendios Forestales se está llevando a cabo una investigación a nivel nacional sobre la ergonomía en los trabajos forestales. Para ello se están ejecutando diferentes protocolos experimentales que ayuden a sacar a la luz las variables ergonómico-funcionales más importantes en las labores de prevención y extinción de incendios forestales.

La muestra utilizada son trabajadores de diferentes CCAA. Todos los participantes son informados previamente del objetivo del estudio. Sólo participan aquellos que voluntariamente firman la fórmula de consentimiento informado.

El análisis se está realizando en sus lugares de trabajo, con climatologías controladas y herramientas normalizadas. Los objetivos fundamentales de esta investigación son crear modelos de trabajo seguros y saludables, analizar tareas desde un punto de vista ergonómico, calcular las curvas de fatiga personales, y por retén, para no llegar al agotamiento situación altamente comprometedor de la seguridad, crear un sistema específico de evaluación para los especialistas, o futuros especialistas, con la misión de extrapolar sus datos a la mejora de la seguridad en la formación y a la adecuada selección de personal. Para conocer la carga interna y externa de cada tarea, se somete a los profesionales a ciclos de trabajo con diferentes ritmos o cadencias estables. Con este análisis se pretende evaluar, entre otros factores, los cambios en las técnicas de trabajo a medida que el cansancio se va acumulando.

Las aplicaciones básicas del análisis ergonómico se pueden resumir en los siguientes conceptos: determinación de modelos o patrones de movimiento correctos; ajuste de cadencias de trabajo como instrumento práctico de seguridad (la reserva de seguridad); desarrollo de nuevas formas de trabajo colectivo; innovación en el sistema de evaluación al introducir variables ergonómicas en los test funcionales.

¹ Proyecto Ergoforest: Investigación liderada por las empresas Forex y Entrenatech que tienen como finalidad aunar los esfuerzos del colectivo forestal para mejorar las condiciones de seguridad y salud de los Especialistas en Prevención y Extinción de Incendios Forestales.

Introducción

La aplicación del conocimiento extraído de la ciencia de la Ergonomía está generando una cultura en el entorno de trabajo muy positiva que potencia la seguridad como hábito, y no como conducta que brota, consecuencia del castigo. Un gran porcentaje de los accidentes laborales se producen como consecuencia del agotamiento físico y psicológico, de la repetición de patrones erróneos de movimiento, y por descuido o por falta de protocolización del trabajo diario. Para poder evitar este tipo de accidentes hay que tener un conocimiento más profundo de la realidad del profesional especialista en prevención y extinción de incendios forestales (EPEIF). Desafortunadamente, en el ámbito forestal, es mucho el camino que queda por recorrer en nuestro país para alcanzar una conciencia colectiva para que convivan en perfecta armonía realidad-investigación-innovación y desarrollo.

La investigación en ergonomía puede favorecer que mejoren las condiciones de trabajo en todos sus elementos: Maquinaria y Herramientas, Control del Entorno de Trabajo y las Prestaciones del Trabajador. La ergonomía aplica principios de biología, psicología, anatomía y fisiología para suprimir del ámbito laboral las situaciones que pueden provocar en los trabajadores incomodidad, lesiones por estrés mecánico, fatiga o mala salud (Smith et al. 1994). Se debería utilizar la ergonomía para evitar que los EPEIF tuvieran que emplear más esfuerzo de lo necesario en una determinada tarea (Budd et al.1997). Una acción sin análisis previo repercute en la salud y seguridad del trabajador. Así, por ejemplo, se puede disminuir o incluso eliminar totalmente, el riesgo de que un trabajador padezca lesiones en el sistema óseo-muscular si se le facilitan herramientas manuales adecuadas y una técnica concreta y adaptada a cada morfo-estructura humana (características antropométricas).

En la actualidad observamos que se invierten grandes cantidades de dinero en mejoras “técnicas”, es decir, mejores helicópteros, camiones autobombas, todo-terrenos, este avance es muy interesante y necesario a la vez, pero ¿Cuándo se invertirá en avances tecnológicos que repercute directamente en la preparación de los profesionales EPIF?

La ergonomía es una ciencia de amplio alcance que abarca las distintas condiciones laborales que pueden influir en la comodidad (a nivel psicológico) y la salud del trabajador, factores como el ruido, la temperatura, las vibraciones, el diseño de las herramientas, el de las máquinas, el calzado y el del puesto de trabajo, turnos, las pausas y los horarios de comidas, son algunos ejemplos que habría que implementar en el diseño de actividad de cualquier empresa de extinción de incendios forestales.

Es importante considerar estas diferencias para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores. Si no se aplican los principios de la ergonomía, a menudo los trabajadores se ven obligados a adaptarse a condiciones laborales deficientes, lo que puede ocasionar accidentes laborales de irreparables consecuencias.

Objetivos Generales del Proyecto

- a. Aumentar los niveles de **Seguridad** Laboral en distintos puestos de trabajo.
- b. Mejorar la **Salud** del trabajador a lo largo de su vida profesional.
- c. Incrementar la **Eficiencia** de trabajo tanto tareas de prevención como de extinción.
- d. Mejorar las **Condiciones de Trabajo**, ajustando técnicas, herramientas y equipo.

Objetivos Específicos del Proyecto

- ◆ Determinar los patrones motrices óptimos para cada acción técnica.
- ◆ Delimitar los puntos críticos de cada acción técnica para evitar lesiones por trauma acumulado.
- ◆ Establecer un procedimiento de formación técnica para la modificación de errores comunes en cada tarea.
- ◆ Definir un diseño ergonómico para cada herramienta (ángulos de inserción, ángulos del elemento cortante, dimensiones y forma del astil, materiales, etc.).
- ◆ Conocer las mejores cadencias de ejecución según el perfil funcional del trabajador.
- ◆ Determinar ciclos de trabajo/recuperación, ajustando intensidades de trabajo y medios de recuperación activa.
- ◆ Definir el comportamiento funcional del personal en condiciones extremas de trabajo (altas temperaturas, orografía desfavorable, altas concentraciones de gases tóxicos, etc.).
- ◆ Establecer el perfil funcional idóneo que garantice la seguridad del trabajador en situaciones extremas.
- ◆ Elaborar protocolos de evaluación en base de la demanda físico-técnica del puesto de trabajo.
- ◆ Diseñar protocolos preventivos para evitar lesión por estrés físico y psicológico (sesiones de liberación, sesiones compensatorias, sesiones propedéuticas, sesiones de control postural, etc.).

Ejemplo de algunos objetivos concretos a conseguir:

- Conocer el efecto que causa sobre nuestro organismo el paso de situaciones de reposo (espera, traslados o transportes) a situaciones de estrés máximo.

- Establecer el sistema de liado de manguera más eficiente desde el punto de vista ergonómico.
- Analizar desde una perspectiva ergonómica y fisiológica las tareas desempeñadas en los distintos puestos de trabajo (ver tabla: Relación puesto de trabajos-tareas).
- Definir varios modelos básicos de ejecución en el Palín Forestal.
- Definir un Modelo Funcional de cada Retén en base a Curvas de Trabajo/Fatiga para conocer el Ratio Rendimiento/Nivel de Seguridad en situaciones extremas.
- Definir un Modelo Funcional de cada Retén en base a Curvas de Trabajo/Fatiga de cara a completar el Potencial de Programas Inteligentes en su meta para mejorar la Toma de Decisión en la extinción de incendios forestales.
- Establecer mínimos físicos de seguridad para cada categoría profesional.
- Indagar sobre las repercusiones fisiológicas de los ambientes estresantes del trabajo causados por condiciones climatológicas adversas (Altas temperaturas, concentraciones de CO y humedad relativa baja) de tal manera que se establezcan criterios reales para definir Ambientes Seguros de Trabajo.

Material y Método

Con objeto de comprobar estos objetivos, llevaremos a cabo diversos estudios con diferentes grupos de trabajadores (serán un total de 800 aproximadamente Cuando finalice el Proyecto). Todos eran previamente informados de la finalidad del estudio y estaban familiarizados con el trabajo con herramientas manuales y mecánicas. El instrumental para el análisis de las variables estudiadas son cámaras de alta definición-software de análisis biomecánico, células de carga, dinamómetros electrónicos, pulsómetros, analizadores de gases portátiles, herramientas calibradas, ergómetros específicos acciones de golpeo y arrastre.

El protocolo de trabajo se desarrollará en varias fases. Una primera fase se realizará con la mitad de la muestra ejecutando las acciones básicas con herramientas manuales. En dicha fase se efectuarán las filmaciones que permitirán posteriormente hacer los análisis cinemáticos. De estos análisis se definirán modelos técnicos básicos para cada herramienta, se describirán de manera pormenorizada cada fase de las acciones técnicas (por eventos temporales, por acciones musculares, por ciclos de ejecución, etc.) (Ver figura 1). Otro objetivo a cumplir dentro de esta primera fase es conocer con profundidad las demandas energéticas producidas por los periodos de trabajo a distintas intensidades. También se analizará la variabilidad producida por el uso de distintos modelos o marcas de herramientas, a la vez que comprobaremos la variabilidad ocasionada en la intensidad del trabajo por los distintos tipos de vegetación y suelo.

Otro periodo importante del estudio es el cálculo del impacto que produce las condiciones ambientales sobre la eficacia y la capacidad de trabajo de los participantes. Los resultados de este análisis van a ser muy útiles para conocer la variabilidad en el baremo que debe existir en el test específico diseñado para los EPIF, como es el Test Ergoforest. El impacto del ambiente no sólo se va valorar

desde el punto de vista funcional, sino también desde una perspectiva cognitiva (Feriche y Delgado, 2003). Tan importante es conocer cómo reacciona nuestro organismo ante determinadas situaciones (respuesta fisiológica), sino más investigar como se comporta el trabajador (respuesta psicológica) en condiciones altamente estresantes (Varonen y Mattila 2002).

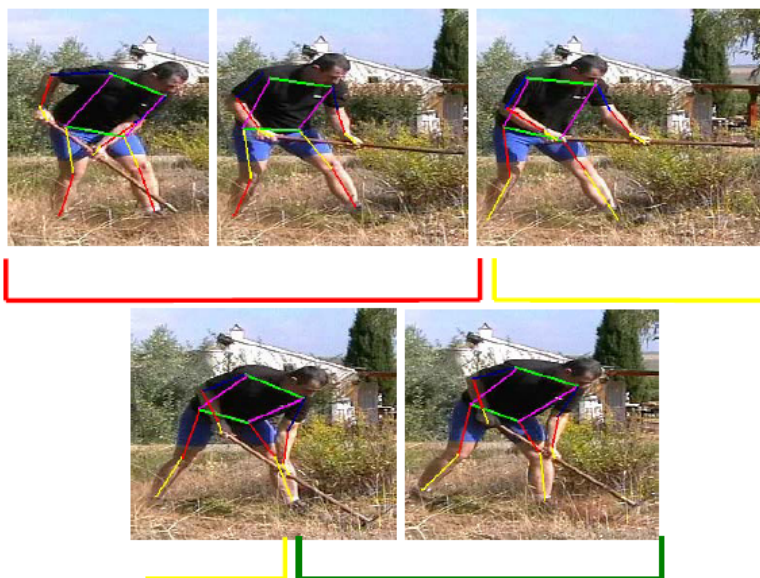


Figura 1—Ejemplo de análisis temporal por fases dentro de una acción de corte y roza con McLeod. Cada color representa una fase diferenciada. En cada fase se estudiarán ángulos, velocidades, participación muscular, relación entre puntos de máxima eficacia, etc.

Desde el comienzo de la experimentación se he llevado a cabo el diseño de un test específico con un protocolo de carga estable en el que se recogen las acciones más representativas de las labores de prevención y extinción de incendios forestales. La validación del mismo se está llevando a cabo entre los *test de campo* realizados en las diferentes CCAA (Ver figura 2) y en el Laboratorio de Valoración de la Condición Física de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Granada. También se está realizando, paralelamente, un estudio biométrico de los participantes y por otro lado psicológico, así se podrá determinar un perfil antropométrico, funcional y psicológico ideal del EPIF.

En un grupo reducido también se analizará la correlación entre las manifestaciones de la fuerza del tren inferior y su incidencia sobre el Test Ergoforest. Para ello se utilizan las siguientes pruebas:

T₁- *Curva de Fuerza-Velocidad (C f-v)*- para la determinación de la carga vinculada a la potencia máxima (Pomax). La curva se llevará a cabo mediante un test progresivo de cargas en el ejercicio de sentadilla con barra hasta 90° de flexión de rodilla. Con una sobrecarga inicial de 20 Kg, la carga se incrementará en 20kg/serie, en velocidades <1m/s, y finalmente en 10kg/serie con velocidades >1m/s). El número de repeticiones completadas en cada serie estará comprendido entre 2 y 4. El tiempo de recuperación entre series será de cinco minutos (Chiroso et al. 2006).

T₂- Variabilidad Cardíaca (VFC) -Al finalizar el test de carga progresiva obtendremos de cada sujeto una señal de electrocardiograma durante 5 minutos. Durante la determinación, los participantes permanecerán en posición decúbito supino, evitando la estimulación visual y auditiva. Esta señal será obtenida mediante el empleo de 2 canales de grabación con 5 electrodos de monitorización con soporte de foam y gel sólido tipos Red Dot. Para la grabación de la señal analógica a 10 bits se utilizará un dispositivo DL800 Holter Monitor (Braemar). El rango de muestreo previsto es de 128 muestras/s y el filtro de la frecuencia de respuesta se establecerá entre 0.05-60 Hz.. A través de la aplicación informática del Holter NH300 (Norav, Versión 2.70) podremos obtener los complejos QRS, así como los parámetros derivados de la serie temporal, entre segmentos R-R del electrocardiograma.

T₃- Test Incremental de Carrera (TIC) – Para conocer el consumo de oxígeno en diferentes escalones o velocidades de carrera se llevará a cabo un protocolo incremental. La velocidad inicial será de 6km/h y la velocidad se irá aumentando cada 2 minutos. El consumo oxígeno se monitorizará mediante el analizador de gases **K4** – Cosmed, ITALIA. En cada escalón se controlará la percepción subjetiva de esfuerzo (RPE) en sus vertientes local, central y total (Feriche et al. 1998). Para ello, previamente al inicio de la sesión, se leyeron unas instrucciones estandarizadas que instruían al sujeto en el uso diferenciado de la RPE (11). Con el valor de percepción de esfuerzo local (RPEL), los sujetos reflejaban la sensación procedente de músculos y articulaciones; con el central (RPEC), las sensaciones procedentes del corazón y pulmones; y con el total (RPET) integraban todas las sensaciones en un solo valor.



Figura 2—Ejemplo de algunas de las pruebas de campo realizadas al final de la campaña del 2006 (COSERFO Ciudad Real). Se pueden ver como se integran pruebas funcionales, técnicas y psicológicas.

Los resultados serán expresados como media y desviación estándar (SD). Para verificar la normalidad emplearemos el test de Shapiro-Wilk. La comparación de las variables analizadas durante el test de cargas crecientes se realizará mediante un ANOVA de medidas repetidas con un factor inter-sujeto (pruebas de campo generales) y uno intra-sujeto (Test Ergoforest). La comparación entre los factores se realizará mediante el test de Greenhouse-Geisser para los grados de libertad si el análisis de Mauchly de Esfericidad es significativo. Se mantendrá un intervalo de confianza al 95%.

Conclusiones

Una vez hecho un recorrido por las diferentes situaciones experimentales que se han planteado anteriormente, podemos concluir con las siguientes reflexiones y afirmaciones:

- ◆ El estudio ergonómico sobre el trabajo de prevención y extinción de incendios forestales es un asunto sumamente ligado con la seguridad del personal.
- ◆ Existen muchas variables ergonómicas que desconocemos por completo y que están íntimamente ligadas con el rendimiento (velocidad de extinción) y con la seguridad.
- ◆ Por otro lado los resultados complementan el conocimiento científico sobre la fisiología en los trabajos de prevención y extinción de incendios forestales y el efecto de las condiciones ambientales sobre las variables cinemáticas y neuromusculares inherentes en los gestos técnicos.
- ◆ La dirección de los incendios forestales a menudo no tienen conocimiento, información ni parámetros del operativo humano que dirigen (curvas de fatiga, periodos de recuperación física de las unidades, ratio de extinción en primera línea y en liquidación...)
- ◆ Algunas herramientas informáticas que ayudan a decidir cual es la opción más correcta en la planificación de la extinción no tienen en cuenta el factor físico ni técnico del operativo humano.
- ◆ Con el proyecto de ergonomía para el personal de prevención y extinción de incendios forestales mejora de la seguridad y salud en las labores de prevención y extinción de incendios forestales, podremos tener una herramienta de análisis de profesionales de extinción y de unidades de extinción muy necesaria a la hora de planificar la formación.

Aplicaciones Prácticas

- ◆ Análisis pormenorizado de Unidades de Extinción de Incendios.
- ◆ Puntos de partida para formación teórica, técnica, psicológica y física.
- ◆ Sistemas de ayuda para los directores de incendios (podrán conocer el estado real de su operativo, pudiendo así optimizar la extinción).
- ◆ Diseño de herramientas adaptadas a las características antropométricas de los trabajadores.
- ◆ Modelos de comportamiento técnico del personal con cada herramienta.
- ◆ Desarrollar un sistema de rotaciones trabajo/descanso fiable, permitiendo trabajo a máxima intensidad en los retenes más especializados.
- ◆ Proporcionar un sistema de seguridad individual al concienciar al trabajador de su *reserva de seguridad* al conocer perfectamente sus capacidades.

Referencias bibliográficas

- Budd, G.M Brotherhood, J.R; Hendrie, A.L; Jeffery, S.E;... Activity Distribution, Energy Expenditure, and Productivity of Men Suppressing Free-Running Wildland Fires With Hand Tools International Journal of Wildland Fire. 1997. Vol. 7 No. 2 105 – 118.
- Chiroso,I.; Feriche,B.; Calderón,C.; Martínez,M.; Braga,R.; Padial,P. La exposición súbita a una altitud moderada mejora la potencia pico desarrollada por los músculos de las piernas durante un ejercicio de sentadilla. Arch Med Dep, 2006, 23:101-108.
- Feriche,B. y Delgado M. La preparación Biológica en la formación integral del deportista. Ed. Paidotribo, Barcelona, 2003
- Feriche B, Vaquero,A.F.; Ruiz,M.P.; Lucía,A.; Chicharro,J.L. Use of a fixed value of RPE during ramp protocol: comparison with the ventilation threshold. J Sports Med, 1998; 38: 35-39.
- Smith, LA; Thomas, RE Jr; Rummer, RB Ergonomics applied to forest operations: A cooperative research program Journal of the Alabama Academy of Science. J. ALABAMA ACAD. SCI. 1994.Vol. 65, no. 1, pp. 41-45.
- Varonen, U. and Mattila, M. Effects of the work environment and safety activities on occupational acci-dents in eight wood-processing companies. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing 2002. 12(1):1-15.