

Sección Técnica

*Este artículo fue publicado en el número 23-2003, páginas 16 a 28.
Siguiendo la línea de la página Web del INSHT se incluirán los textos íntegros de los artículos
prescindiendo de imágenes y gráficos no significativos.*

La vigilancia de la salud en usuarios de equipos de protección individual respiratoria (2ª parte)

**Antonio de la Iglesia Huerta,
Javier Gómez Beltrán,
M^a Jesús Ledesma Díaz (*),
Jesús Ledesma de Miguel,
Lourdes Pacheco Reina,
Rosario Sáenz Aznares,
M^a Luisa García Granados y
Mercedes Dueñas López**

Centro Nacional de Medios de Protección (Sevilla). INSHT

() Maestranza Aérea de Sevilla. Ministerio de Defensa*

adelai@mtas.es

En consonancia con la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), como órgano científico técnico de la Administración General del Estado, tiene como misión entre otras "el análisis y estudio de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, así como la promoción y apoyo a la mejora de las mismas".

Tipos de reconocimientos médicos y vigilancia de la salud

Como ya apuntábamos, en la primera parte de este artículo, el personal sanitario debe utilizar criterios médicos objetivos de aptitud. A tenor de la clasificación de los equipos de protección respiratoria, que han sido expuestos, se proponen para cada uno de los grupos tres niveles de reconocimientos médicos y de vigilancia de la salud.

1^{er} NIVEL: EPI DEL GRUPO 1

- **Reconocimiento Médico Previo:** antes de autorizar una actividad con equipos de protección respiratoria comprendidos en este grupo, deberá practicarse:
 - Historia clínica completa (anamnesis general y laboral)
 - Análisis de sangre (hemograma y perfil bioquímico)
 - Análisis de orina: bioquímica y sedimento
- **Reconocimiento específico:** para usuarios de máscara o mascarilla con filtro mecánico de clase 1, para idem con filtro químico de clase 1, para equipos semiautónomos de línea de aire comprimido de flujo continuo y para equipos semiautónomos de línea de aire fresco asistido por ventilador; en todos estos

casos y cuando se vayan a desarrollar tareas penosas durante más de media hora al día se determinará:

- Presión arterial y frecuencia de pulso, tanto sentado como de pie.
- Pruebas funcionales respiratorias (Anexo 1)
- **Reconocimientos Posteriores:** se recomienda una periodicidad de dos años. En el caso de usuarios de más de 50 años se deberían realizar cada 6 meses; esta frecuencia podrá verse modificada en caso de enfermedad o por solicitud del propio trabajador.
- **Problemas de Salud:** a tenor de los efectos fisiológicos y teniendo en cuenta las patologías contraindicadas por el uso de EPIS de vías respiratorias, existen unas situaciones de salud en las que no se recomiendan el uso de equipos de este grupo; no obstante, estas limitaciones pueden no suponer un impedimento si consideramos la experiencia del sujeto y siempre que se utilicen bajo vigilancia. Estas situaciones son:
 - Debilidad física y cualquier enfermedad que imposibilite un desarrollo normal de la actividad
 - Sobrepeso > al 30% (formula de Broca)
 - Trastornos de pérdida de conocimiento y el equilibrio
 - Alcoholismo crónico o drogadicción
 - Perforación del tímpano cuando existe peligro de absorción de gases tóxicos
 - Enfermedades respiratorias que limiten severamente la función pulmonar
 - Enfermedades cardíacas o circulatorias graves que impidan realizar el trabajo
 - Enfermedades del sistema nervioso con graves alteraciones funcionales
 - Psicosis o enfermedades mentales, aún cuando hayan remitido (posibilidad de recaídas)

1º NIVEL: EPIS DEL GRUPO 2

- **Reconocimiento Médico Previo:** para los usuarios de equipos comprendidos en este grupo se mantienen los mismos criterios que hemos expuesto para los equipos del grupo 1.
- **Reconocimiento Específico:** se deberán realizar para todos los equipos comprendidos en este grupo cuando el tiempo de utilización sea superior a 30 minutos/día, determinando:
 - Presión Arterial y Frecuencia Cardíaca en posición de sentado y en ortostatismo
 - Pruebas funcionales respiratorias (figura 1) Radiografía de Tórax
 - Electrocardiograma basal
- **Reconocimientos Posteriores:** los mismos criterios que los especificados para los equipos del grupo 1. Problemas de Salud: para los usuarios de estos equipos se mantienen las mismas objeciones de salud que para los del grupo anterior, debiéndose contemplar además:
 - Capacidad pulmonar inferior al 70% del valor teórico y/o una capacidad inspiratoria inferior al 60% (insuficiencia ventilatoria moderada)
 - Enfermedades del aparato locomotor o de la caja torácica con graves alteraciones funcionales.

IIIº NIVEL: EPIS DEL GRUPO 3

- **Reconocimiento Médico Previo:** para los usuarios de equipos comprendidos en este grupo se mantienen los mismos criterios que hemos expuesto para los equipos de los grupos 1 y 2.
- **Reconocimiento Específico:** se deberán realizar para todos los equipos comprendidos en este grupo
 - Presión Arterial y Frecuencia Cardíaca en posición de sentado y en ortostatismo
 - Pruebas funcionales respiratorias (figura 1) Radiografía de Tórax
 - Electrocardiograma basal y de esfuerzo (ergometría valorativa en función de la carga de trabajo), especialmente si el usuario es mayor de 40 años (figuras 4, 7 y 10)
 - Control de la agudeza visual, debiéndose distinguir para cada ojo: < 0,7 con y sin posibilidad de corrección.
 - Valoración de la ansiedad (Test de Hamilton)
 - Otoscopia y Audiometría (ver pruebas funcionales audiológicas)
- **Reconocimientos Posteriores:** se deben llevar a cabo con una periodicidad anual. En menores de 18 años y en mayores de 50 se efectuarán cada 6 meses y al igual que en los casos anteriores se tendrán en cuenta los episodios de enfermedad y las solicitudes de los trabajadores.
- **Problemas de Salud:** para los usuarios de estos equipos se mantienen las mismas objeciones de salud que para los del grupo 2, debiéndose contemplar además:
 - Especial atención a menores de 18 años y a mayores de 50
 - Agudeza visual inferior a 0,7 en cada ojo siempre que no sea posible corregirla hasta dichos valores. Capacidad auditiva disminuida en cada oído como para no captar una conversación normal a 5 metros de distancia
 - Sordera comprobada que pueda impedir la percepción de una señal de alarma
 - Prótesis dentales completas en usuarios de equipos con conexión por boquilla
 - Enfermedades metabólicas descompensadas

Vigilancia de la Salud: Consideraciones Generales y Casos Prácticos

Antes de evaluar la aptitud individual del trabajador que va a utilizar un equipo de protección de vías respiratorias deberemos tener en cuenta una serie de consideraciones generales y otras de carácter práctico que resumimos en las tablas III y IV

TABLA III

Observaciones y Consideraciones generales en relación a la Vigilancia de la Salud en usuarios de EPIS de protección de vías respiratorias

Observaciones
1. Deberá realizarse un estudio del puesto de trabajo que defina la importancia de las zonas de uso y de las operaciones que requiere la utilización del EPI, no dándose prioridad a la

protección individual frente a la colectiva. Se limitará la máxima duración de uso.

2. Los EPIS de vías respiratorias no deben utilizarse, nunca, más de dos horas continuadas; cuando la tarea es ligera y el equipo es liviano se pueden utilizar durante dos períodos de 4 horas, siempre que se descanse, al menos, 30 minutos entre ambos períodos. Cuando se utilicen prendas o trajes de protección que llevan incorporado un EPI, especialmente del grupo 3, se debe tener en cuenta:
 - o el esfuerzo adicional debido al equipo
 - o el microclima
 - o las connotaciones psíquicas y
 - o otras influencias ambientales
3. La aptitud para utilizar el EPI se renovará en función de los criterios expuestos, lo que permite verificar la adaptación equipo-trabajador.
4. Los estudios de aptitud posteriores deberán tener en cuenta el estado psicológico del usuario y las secuelas de accidentes o enfermedades, repitiendo las pruebas ergométricas y de función pulmonar cuando se estime necesario.
5. Se deberá exigir un correcto mantenimiento de los equipos
6. Se procederá a efectuar reconocimientos médicos anticipados cuando:
 - o el diagnóstico aconseje un plazo menor
 - o se sospeche relación trabajo/enfermedad la enfermedad supere las 6 semanas de duración o tras enfermedades contraídas repetidamente durante el año

Aspectos metodológicos y Protocolo de Vigilancia de la Salud para usuarios de EPIS de protección de vías respiratorias

FICHA MÉDICA Y PRUEBAS FUNCIONALES

En la figura II-1 exponemos una ficha resumen que puede servir de base en la metodología a seguir para llevar a cabo una vigilancia de la salud acorde con los criterios expuestos anteriormente. La ficha de reconocimiento médico, que aquí se plasma, es la que venimos utilizando en nuestro Centro al objeto de conocer la aptitud de los probadores de EPI respiratoria en los ensayos y procedimientos de certificación. Sobre este modelo de ficha se puede confeccionar cualquier protocolo destinado a verificar la aptitud de los trabajadores y para la vigilancia de la salud de los usuarios que porten equipos de protección individual de vías respiratorias.

El primer cuerpo de la ficha recoge la identificación de la empresa y la sección de la misma en donde trabaja el usuario del EPI, el segundo cuerpo identifica al trabajador, la clase de prueba a que va a ser sometido y un breve resumen de la historia clínica; en la tercera parte de la ficha se plasman las pruebas funcionales más sobresalientes del estudio y en el último cuerpo del documento se valoran la ansiedad, el grado de aptitud para la prueba y se especifican las observaciones que procedan.

TABLA IV
Situaciones especiales y casos prácticos en el uso de EPIS de protección de vías respiratorias

Casos Prácticos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Empleo regular durante varias horas al día, en atmósfera hostil y requiriendo esfuerzos físicos importantes: Aquí las modificaciones fisiológicas son más importantes que las provocadas por el uso de los equipos, como es el caso de los bomberos, en donde se requiere una especial integridad física y mental; no se admiten trabajadores que puedan poner en peligro su vida y consecuentemente la de terceros. El examen no puede limitarse a buscar contraindicaciones, son necesarias otras pruebas complementarias: <ul style="list-style-type: none"> ○ Electrocardiograma en reposo seguido de ergometría (preferiblemente con el equipo incorporado) ○ Pruebas de función respiratoria con test de provocación inespecífico para estudiar la hiperreactividad bronquial ○ Examen oftalmológico en donde los trastornos deben ser corregidos por monturas adaptadas a la mascarilla 2. Empleo regular durante varias horas al día, en atmósfera hostil sin esfuerzo físico importante: En estas situaciones se realizan tareas rutinarias sin repercusión fisiológica por el uso de los equipos, las pruebas complementarias son necesarias para estudiar la tolerancia (pintores de carrocerías, polvo de sílice, etc.) 3. Empleo no continuo en atmósfera hostil o empleo en casos de urgencia: En donde las modificaciones fisiológicas son despreciables debido a la corta duración del uso como ocurre al salir de zonas de riesgo

FIGURA II-1
Ficha tipo para los reconocimientos de aptitud y vigilancia de la salud en usuarios de EPIS de protección respiratoria

CNMP Sevilla Área de Epidemiología Laboral	FICHA DE RECONOCIMIENTO MÉDICO DE APTITUD PARA PRUEBAS DE EPI	Laboratorio
Nombre	Domicilio	
Edad	Fecha reconocimiento	Hª Nª
Tipo de trabajo	Clase de prueba	
Resumen Hª Clínica		
Resumen estudios complementarios		
Talla	cm.	Peso Kg

PRUEBAS FUNCIONALES RESPIRATORIAS

TIPO	TEÓRICOS	REAL	%
FVC FEV1 FEV1/FVC (%) MVV25			

PRUEBAS DE FUNCIÓN CARDIOVASCULAR

TIPO	REPOSO	ESFUERZO Post. Esf. Inmed T. de recuperación
FC		
PA. (mm. Hg)		
E.C.G.	Diagnóstico (cod)	Eventos anómalos:

Valoración Ansiedad (Test Hamilton)

Aptitud para la prueba:

Observaciones

VºBº El Director de Programa

El Médico Responsable

Fdo. _____

Fdo. _____

PRUEBAS ERGONOMÉTRICAS

En el campo de la ergonomía y más concretamente en el estudio de la adaptación cardiovascular al ejercicio (estudio de la carga física de trabajo), es comúnmente admitido que aquellos trabajos que no requieran un gasto energético (GE) equivalente a más de 3 Kcal/m (2,5 METS) pueden ser perfectamente desarrollados por individuos sanos, aún sin estar entrenados en relación al ejercicio físico. A partir del equivalente metabólico de 3 METS y concretamente cuando el GE requerido, para realizar un determinado trabajo o ejercicio supera las 4,8 Kcal/m se pueden presentar signos o síntomas de no adaptación en individuos sedentarios o no entrenados. Esta inadaptación suele ser la regla para individuos no entrenados; cuando cruzamos el dintel de trabajos catalogados como intensos, que no penosos, se requiere ya un GE de 6 METS en adelante (7,2 Kcal/m). Obviamente los individuos entrenados soportan perfectamente este tipo de requerimiento energético.

Habida cuenta de las recomendaciones especificadas en el apartado Tipos de Reconocimientos Médicos y Vigilancia de la Salud, para los equipos clasificados en el Grupo 3, relativas al reconocimiento específico y que hacen referencia a la ergometría valorativa (fig. II-1 a y II-1b), exponemos tres tipos de protocolos ergométricos que pueden ser suficientes para valorar la aptitud y llevar a cabo una correcta vigilancia de la salud de los usuarios de este tipo de equipos de protección individual respiratoria.

El diseño de estos protocolos, que exponemos más abajo, se ha realizado a tenor de las especificaciones requeridas por las Normas de Ensayos para la Certificación y Verificación de los equipos referenciados. Se estudian cuatro tipos de ensayos:

1. Prueba de comportamiento práctico
2. Prueba de hermeticidad
3. Práctica de actuación de equipos autónomos a temperatura ambiente
4. Práctica de actuación de equipos autónomos en cámara de frío.

La metodología seguida se ha basado en la evaluación del gasto energético requerido para los diferentes ensayos, según desglose individualizado de la tarea o trabajo efectuado y considerando los estudios de Spitzer y Hettinger, tal y como plasmamos en las figuras II-2 a II-10

FIGURA II-1a
Prueba Ergométrica (Bicicleta)



FIGURA II-1b
Prueba Ergométrica (Tapiz rodante)



FIGURA II-2
Cálculo del Gasto Energético para las pruebas de Comportamiento práctico y Hermeticidad

CALCULO DEL GASTO ENERGÉTICO			
Ensayo Prueba	Desglose del Ensayo Según Tareas	Gasto Energético	
		Kcal/m	Kcal/tt
COMPORTAMIENTO PRÁCTICO	1. Tapiz Rodante a 6 Km/h durante 10 minutos	5,3	53
	2. Llenar cubo de tapones de goma y elevar hasta 150 cm de altura durante 10 minutos (peso del cubo 6 Kg)	7	70
	3. Andar encorvado (bajo un techo de 130 cm) por terreno liso y llano a 4 Km/h durante 5 minutos	4,8	24
	4. Gatear a través de un túnel de 70 cm de altura durante 5 minutos	5,3	26,5
Cálculo			
<ul style="list-style-type: none"> Kcal/tt (kilocalorías por tiempo de tarea) $1+2+3+4 = 173,5$ 			

<ul style="list-style-type: none"> • Kcal/m (kilocalorías por minuto) $173,5 / 30 = 5,78$ • Metabolismo de reposo (Kcal/m) = 1,5
Total Gasto Energético: $5,78 + 1,5 = 7,28$ Kcal/m

CALCULO DEL GASTO ENERGÉTICO			
Ensayo Prueba	Desglose del Ensayo Según Tareas	Gasto Energético	
		Kcal/m	Kcal/tt
HERMETICIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Tapiz Rodante a 6 Km/h (uso de filtro-mascarilla) durante 30 minutos 	5,3	53
Cálculo <ul style="list-style-type: none"> • Kcal/tt (kilocalorías por tiempo de tarea) = 159 Kcal/m • Kcal/m (kilocalorías por minuto) $159 / 30 = 5,3$ • Metabolismo de reposo (Kcal/m) = 1,5 			
Total Gasto Energético: $5,3 + 1,5 = 6,8$ Kcal/m			

FIGURA II-3
Cálculo del Gasto Energético para los dos tipos de pruebas consideradas en la figura 2

VALORACIÓN CONJUNTA DE LAS PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO PRACTICO Y HERMETICIDAD Estimación Global del Gasto Energético	
Observación: Dada la posible pérdida de carga por el uso de mascarilla y otras circunstancias, se considera debe aumentarse el gasto energético en 1 Kcal/m	
Cálculo	
Comportamiento Práctico	177,6 Kcal/tt
Hermeticidad	59,0 Kcal/tt
Total Kcal/tt	336,6
Total Kcal/m	5,61
Metabolismo de reposo	1,5
Pérdida de carga, etc	1,0

Total GE ambas pruebas: 5,61+1,5+1=	8,11 Kcal/m
En unidades de Equivalente Calórico:	6,75 METS

FIGURA II-4
Protocolo de prueba de esfuerzo diseñado para las pruebas de Comportamiento práctico y Hermeticidad

PROTOCOLO DE PRUEBA DE ESFUERZO
mediante cicloergómetro

Diseño:

- Para los Reconocimientos Médicos de Aptitud relativos a la realización de las pruebas de comportamiento práctico y hermeticidad
- Basado en el cálculo del gasto energético de las pruebas referenciadas
- Se tienen en cuenta diversos pesos corporales

	PESO										
	60 kg		70 kg		80 kg		90 kg		100 kg		
	watios	tiempo	watios	tiempo	watios	tiempo	watios	tiempo	watios	tiempo	
ETAPAS	1 ^a	20	4,5'	20	4,5'	30	4,5'	30	4,5'	30	4,5'
	2 ^a	40	4,5'	40	4,5'	60	4,5'	60	4,5'	80	4,5'
	3 ^a	70	4,5'	70	4,5'	90	4,5'	90	4,5'	120	4,5'
	4 ^a	100	4,5'	100	4,5'	125	4,5'	125	4,5'	150	4,5'
		7,3 METS		6,3 METS		7,0 METS		6,4 METS		6,8 METS	

Notas

- Como puede observarse, para alcanzar el gasto energético equivalente se efectuará la prueba en cuatro etapas de 4,5 minutos de duración
- En las variantes de 70 y 90 kilogramos de peso, en las que no se alcanzan los 6,75 METS, se elevará la carga durante la última etapa a 110 y 130 watios respectivamente
- Aunque esta prueba deberá realizarse en individuos sanos, (control médico previo), se recomienda no sobrepase la llamada "prueba submáxima" {FC submáx} = {FCMT 10%FCMT}, en donde FC = frecuencia cardiaca y FCMT = frecuencia cardiaca máxima teórica (220-edad)

FIGURA II-5
Cálculo del Gasto Energético para las pruebas reseñadas

PRACTICA DE ACTUACIÓN DE EQUIPOS AUTÓNOMOS A TEMPERATURA AMBIENTE (AL AIRE LIBRE) Cálculo del Gasto Energético			
Ensayo Prueba	Desglose del Ensayo Según Tareas	Gasto Energético	
		kcal/m	kcal/tt
MARCHA	Marchar sobre un tapiz rodante a una velocidad de 6 km/h durante un período de tiempo de 30 minutos. El probador usa su traje de trabajo habitual con el equipo autónomo de un peso máximo de 18 Kg	7	210
Cálculo <ul style="list-style-type: none"> • Kcal/m (kilocalorías por minuto) $210 / 30 = 7$ • Metabolismo de reposo (Kcal/m) = 1,5 			
Total Gasto Energético: $7 + 1,5 = 8,5$ Kcal/m			

**PRACTICA DE ACTUACIÓN DE EQUIPOS AUTÓNOMOS A
TEMPERATURA AMBIENTE (AL AIRE LIBRE)**

Cálculo del Gasto Energético

Ensayo Prueba	Desglose del Ensayo Según Tareas	Gasto Energético	
		kcal/m	kcal/tt
SIMULACIÓN DE TRABAJO (En todas estas pruebas el probador porta el equipo autónomo de 18 kg de peso)	1.Efectuar 45 tracciones sobre un pórtico, para levantar, cada vez, una masa de 30 Kg a una altura de 1 metro	10	50
	2.Andar sobre un plano horizontal una distancia de 125 m. durante 1 minuto	4,3	4,3
	3.Recorrer andando 8 veces la pista de 1,30 m. de altura durante 5 minutos	6	30
	4.Recorrer reptando la pista de 25 m de 0,70 de altura durante 8 minutos	6,92	55,36
	5.Recorrer reptando un túnel de 0,60 m de diámetro con el equipo en función y separado del cuerpo durante 2 minutos	6,92	13,84
	6.Subir y bajar una escalera de 5 m pasando a través de una abertura cuadrada de 0,46 m de lado durante 5 minutos	6,75	33,75
	7.Extender y recoger una manguera de incendio de 20 m de longitud en 2 min.	2	4
Cálculo			
<ul style="list-style-type: none"> • Kcal/tt (kilocalorías por tiempo de tarea) $1+2+3+4+5+6+7 = 191,25$ • Kcal/m (kilocalorías por minuto) $191,25 / 30 = 6,375$ • Metabolismo de reposo (Kcal/m) = 1,5 			
Total Gasto Energético: $6,375 + 1,5 = 7,875$ Kcal/m			

FIGURA II-6
Cálculo del Gasto Energético 1 para el conjunto de las dos Pruebas: h simulación de trabajo

Estimación Global del Gasto Energético

VALORACIÓN CONJUNTA DE LAS PRUEBAS DE MARCHA Y SIMULACIÓN DE TRABAJO Estimación Global del Gasto Energético	
Cálculo	
Marcha	210 Kcal/tt
Simulación de trabajo	191 Kcal/tt
Total Kcal/tt	401,25
Total Kcal/m	6,91
Metabolismo de reposo	1,5
Pérdida de carga, etc	1,0
Total GE ambas pruebas: $6,91+1,5+1=$	9,41 Kcal/m
En unidades de Equivalente Calórico:	7,83 METS

FIGURA II-7
Protocolo de prueba de esfuerzo diseñado para las pruebas de Temperatura ambiente al aire libre en los ensayos de Marcha y Simulación de Trabajo

<table border="1"> <tr> <td align="center"> PROTOCOLO DE PRUEBA DE ESFUERZO mediante cicloergómetro </td> </tr> </table>	PROTOCOLO DE PRUEBA DE ESFUERZO mediante cicloergómetro
PROTOCOLO DE PRUEBA DE ESFUERZO mediante cicloergómetro	
<p>Diseño:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para los Reconocimientos Médicos de Aptitud relativos a la realización de las pruebas mediante equipos autónomos a temperatura ambiente al aire libre en los ensayos de marcha y simulación de trabajo. • Basado en el cálculo del gasto energético de las pruebas referenciadas • Se tienen en cuenta diversos pesos corporales 	

	PESO										
	60 kg		70 kg		80 kg		90 kg		100 kg		
	watios	tiempo	watios	tiempo	watios	tiempo	watios	tiempo	watios	tiempo	
ETAPAS	1 ^a	30	3'	40	3'	40	3'	40	3'	40	3'
	2 ^a	60	3'	70	3'	80	3'	80	3'	80	3'
	3 ^a	90	3'	100	3'	110	3'	120	3'	130	3'
	4 ^a	135	3'	135	3'	145	3'	166	3'	185	3'
		7,8 METS		7,8 METS		8,0 METS		7,8 METS		7,8 METS	

Notas

- Como puede observarse, para alcanzar el gasto energético equivalente se efectuará la prueba en cuatro etapas de 3 minutos de duración
- Aunque esta prueba deba realizarse en individuos sanos, -control médico previo-, se recomienda no sobrepase la llamada "prueba submáxima" {FC submáx = FCMT 10% FCMT}, en donde FC = frecuencia cardíaca y FCMT = frecuencia cardíaca máxima teórica (220-edad).

FIGURA II-8
Cálculo del Gasto Energético para las pruebas reseñadas

PRACTICA DE ACTUACIÓN DE EQUIPOS AUTÓNOMOS EN CÁMARA DE FRÍO Cálculo del Gasto Energético			
Ensayo Prueba	Desglose del Ensayo Según Tareas	Gasto Energético	
		kcal/m	kcal/tt
PRUEBA DE BAJA TEMPERATURA	1. Gatear lentamente durante 5 minutos	5,67	28,37
	2. Apilar listones (tacos) de madera de 7 Kg de peso cada uno (de rodillas y en cuclillas) durante 5 minutos	3,5	17,5
	3. Andar a una velocidad de 4 Km/h durante 5 minutos	4,3	21,4
	4. Repetir la tarea 1	5,67	28,37
	5. Repetir la tarea 2	3,5	17,5
	6. Repetir la tarea 3	4,3	21,5
Cálculo			
<ul style="list-style-type: none"> Kcal/m (kilocalorías por minuto) $134,74/30 = 4,49$ Metabolismo de reposo (Kcal/m) = 1,5 Ropa de trabajo, pérdida de carga, etc. = 1,0 			
Total Gasto Energético: $4,49 + 1,5 + 1 = 6,99$ Kcal/m			

PRACTICA DE ACTUACIÓN DE EQUIPOS AUTÓNOMOS EN CÁMARA DE FRÍO Cálculo del Gasto Energético			
Ensayo Prueba	Desglose del Ensayo Según Tareas	Gasto Energético	
		kcal/m	kcal/tt
PRUEBA DE TEMPERATURA AMBIENTE	1. Gatear lentamente durante 5 minutos	5,67	28,37
	2. Apilar listones (tacos) de madera de 7 Kg de peso cada uno (de rodillas y en cuclillas) durante 5 minutos	3,5	17,5
	3. Andar a una velocidad de 4 Km/h durante 5 minutos	4,3	21,4
	4. Repetir la tarea 1	5,67	28,37
	5. Repetir la tarea 2	3,5	17,5
	6. Repetir la tarea 3	4,3	21,5
	Nota: Como se puede observar, el cálculo del gasto energético para este ensayo se ha considerado igual al del ensayo anterior (Prueba de baja temperatura)		
Cálculo <ul style="list-style-type: none"> • Kcal/m (kilocalorías por minuto) $134,74/30 = 4,49$ • Metabolismo de reposo (Kcal/m) = 1,5 • Ropa de trabajo, pérdida de carga, etc. = 1,0 			
Total Gasto Energético: $4,49 + 1,5 + 1 = 6,99$ Kcal/m			

FIGURA II-9
Cálculo del Gasto Energético para el conjunto de las dos pruebas: Baja temperatura y temperatura ambiente

VALORACIÓN CONJUNTA DE LAS PRUEBAS DE BAJA TEMPERATURA Y TEMPERATURA AMBIENTE Estimación Global del Gasto Energético	
Cálculo	
Baja Temperatura	134,74 Kcal/tt
Temperatura Ambiente	134,74 Kcal/tt
Total Kcal/tt	269,48
Total Kcal/m	4,49
Metabolismo de reposo	1,5

Pérdida de carga, etc	1,0
Total GE ambas pruebas: 4,49 + 1,5 + 1=	6,99 Kcal/m
En unidades de Equivalente Calórico:	7,83 METS

FIGURA II-10

Protocolo e prueba de esfuerzo diseñado para las pruebas en Cámara de Frío a baja temperatura y a temperatura ambiente

PROTOCOLO DE PRUEBA DE ESFUERZO
mediante cicloergómetro

Diseño:

- Para los Reconocimientos Médicos de Aptitud relativos a la realización de pruebas mediante equipos autónomos en **cámara de frío** en los ensayos de baja temperatura (-1 So C) y temperatura ambiente (-6° C)
- Basado en el cálculo del gasto energético de las pruebas referenciadas
- Se tienen en cuenta diversos pesos corporales

	PESO										
	60 kg		70 kg		80 kg		90 kg		100 kg		
	watios	tiempo	watios	tiempo	watios	tiempo	watios	tiempo	watios	tiempo	
ETAPAS	1 ^a	15	3'	25	3'	25	3'	20	3'	35	3'
	2 ^a	35	3'	45	3'	50	3'	50	3'	65	3'
	3 ^a	55	3'	65	3'	75	3'	80	3'	95	3'
	4 ^a	75	3'	90	3'	100	3'	120	3'	125	3'
		6,0 METS		5,8 METS		6,0 METS		5,8 METS		6,0 METS	

Notas

- Como puede observarse, para alcanzar el gasto energético equivalente se efectuará la prueba en cuatro etapas de 3 minutos de duración
- Aunque esta prueba deberá realizarse en individuos sanos, (control médico previo), se recomienda no sobrepase la llamada "prueba submáxima" {FC submáx = FCMT 10% FCMT}, en donde FC = frecuencia cardíaca y FCMT = frecuencia cardíaca máxima teórica (220-edad)

Protocolos de pruebas de esfuerzo: consideraciones finales

Aunque ya hemos comentado que el diseño de estos protocolos pueden cubrir cualquier necesidad al respecto en los diversos sectores industriales cuyos trabajadores sean usuarios de equipos de protección respiratoria, los responsables de los Servicios de Prevención y más concretamente aquellos que se ocupen de la vigilancia de la salud pueden diseñar sus propios protocolos teniendo en cuenta una serie de recomendaciones que exponemos a continuación:

- El gasto energético evaluado para las diferentes pruebas de esfuerzo, se ha establecido para unas condiciones de temperatura ambiental de entre 12 y 30°C y una humedad relativa comprendida entre 60-80%. Para temperaturas comprendidas entre 30 y 39°C se deberá consultar con el especialista. En ningún caso se deberán efectuar pruebas con temperatura ambiental superior a 39°C.
- Aunque las pruebas se llevan a cabo y a priori en individuos sanos y a pesar de que la prueba no debe sobrepasar la frecuencia submáxima del trabajador, se recomienda una vigilancia monitorizada durante el transcurso de la misma al menos en el control de las variables frecuencia cardiaca y presión arterial.
- Consideramos, para mayor fiabilidad de alcanzar el gasto energético requerido, se tengan en cuenta dos aspectos:
 - explicar detalladamente al trabajador en que va o van a consistir las pruebas
 - comprobar, previamente, que el trabajador se habitúa a respirar normalmente con la mascarilla
- Si la prueba ergométrica se desea efectuar mediante tapiz rodante en vez de con cicloergómetro se deberá diseñarla prueba de esfuerzo con arreglo a las variables de: velocidad de la cinta transportadora y de la pendiente de la misma, al objeto de que en cada etapa se alcancen los mets equivalentes a los watos reseñados.

PRUEBAS FUNCIONALES AUDIOLÓGICAS

Estas pruebas deben contemplar, al menos, tres aspectos bien diferenciados:

1. **Audiometría:** con arreglo a la metodología que exponemos a continuación:

Frecuencia en Hz		500	1.000	2.000	3.000	4.000	6.000	8.000
OD	VA							
	VO							
OI	VA							
	VO							

OD= oído derecho; OI= oído izquierdo; VA= vía aérea; VO= vía ósea

- Se deberá prestar especial atención al tiempo de reposo auditivo previo a la realización de la audiometría
- Se debe Preguntar si se ha llevado protección auditiva antes de la prueba

2. **Prueba de Weber audiométrico:** Indicando si es normal o patológico. La prueba ha de realizarse al acabar la audiometría tonal y se hace colocando el vibrador de exploración del audiómetro en la frente del trabajador. Una vez colocado, se efectúa un barrido de frecuencias (de 125 a 8000) anotándose la localización del sonido según nos indica el trabajador (derecha, izquierda, centrado). El resultado de ésta prueba ha de confirmarnos nuestra sospecha diagnóstica.
3. **Valoración de la función auditiva:** Considerando
 - a. la clasificación de las audiometrías en base al método de Klockoff modificado por la clínica del Trabajo y por el CNCT, y
 - b. la sospecha individual audiométrica (audiometría tonal liminar, vías aérea y ósea)

Agradecimiento

Nuestro agradecimiento a todas aquellas otras personas que contribuyeron de una manera u otra a realizar este trabajo y muy especialmente a D. Juan Manuel Prieto Soler, Da Inés Maya Castilla, D. Ricardo Labandón Rueda, D. Fernando Campos Barrera y D. José A. Rojano Santos del Área de Verificación de Medios de Protección del CNMP de Sevilla.

Bibliografía Consultada

Gasto Energético

- DEEB J M, DRURY C G. A methodology for muscular isometric endurance and fatigue research. *Int J Ind Ergonomics*. 1990; 6, 3: 255-260.
- ESTRYN-BEHAR M, FOUILLOT J P. Etude de la charge physique du personnel soignant. *Doc Med Trav*. 1990; 41TL-5: 27-33.
- GAMBERALE E Perception of effort in manual materials handling. *Scand J Work Environ Health*. 1990; 16 (suppl. 1): 59-66.
- GAMBERALE F. Behavioral and psychophysiological effects of the physical work environment. *Scand J Work Environ Health*. 1990; 16 (suppl. 1): 5-16.
- HAFEZ H A, A YOU B M M. A psychophysical study of manual lifting in hot environments. *Int J Ind Ergonomics*. 1991; 7,4: 303-309.
- KANT I J y cols. A survey of static and dynamic work postures of operating room staff. *Int Arch Occup Environ Health*. 1992; 63, 6: 423-428.
- MANERO R, MANERO J M. Dos alternativas para el estudio y promoción de la capacidad física de los trabajadores. *MAPFRE Seguridad*. 1991; 44: 31-37.
- MANERO R, MANERO J M. Capacidad física y actividad laboral. *MAPFRE Medicina*. 1992; 3,4: 241-248.
- STENDER M y cols. Physical activity at work and cardiovascular disease risk: results from the Monica Augsburg study. *Int J Epidemiology*. 1993; 22, 4: 644-650.
- STRASSER H. Evaluation of a supermarket twin-checkout involving forward and backward operation. *Appl Ergonomics*. 1990; 21, 1: 7-14.
- STKASSER H, ERNST J. Physiological cost of horizontal materials handling while seated. *Int J Ind Ergonomics*. 1992; 9, 4: 303-313.
- BOHARD H, FIENGO F, FRIMAT P, FURON D. L'aidesoignant de nuit: evaluation de la charge de travail global par la fréquence cardiaque. *Rev Med Trav*. 1990; XVII, 2: 90-93.

- FRIMA T P, CHAMOIX A, GAUDEMARIS R, CANTINEAU A, AMPHOUX M. Fréquence cardiaque et travail. auell utilisation? auell criteres? Arch Mal Prof. 1989; 50,4: 357-360.
- FRIMAT P Lille 1987-Grenoble 1989, Fréquence cardiaque et travail. Rev Med Trav. 1990; XVI I, 2: 61 "63.
- GONTHIER C, MONIN E, GAUDEMARIS R, BLATIER J F, PERDRIX A, MALLION J M. Etude de la charge physique de travail de sapeurs"pompiers professionnels par enregistrement de la fréquence cardiaque. Rev des Cond de Travail. 1986; 22: 7-10.
- JEGAOEN O, LEGAUX B. Pylónes de grande hauteur: estude d'un protocole standardisé de nontée. Arch Mal Prof. 1990; 51, 2: 77-82.
- ROGOWSKY M, MALCHAIRE J. Estude qualitative et quantitative de la charge de travail par enregistrement continu de la fréquence cardiaque. Rev des Cond de Travail. 1986; 22: 7-10.
- TREILLE Y M, TRINH N T, KERAVEL F La fréquence cardiaque comme critere d'étude de la charge de travail des contrôleurs de la S.N.C.E Rev Med Trav. 1990; XVI 1: 81-84.

Diseño protocolos pruebas de esfuerzo

- STUART RJ AND ELLESTAD, MH: National survey of exercise stress testing facilities. Chest 77:94-97, 1980.
- CURRIE, PJ, KELLY, MJ, AND PITT A: Comparison of supine and erect bicycle exercise electrocardiography in coronary heart disease: Accentuation of exercise-induced ;schemic S-T depression by supine posture. Am J Cardiol s2:1167-1173,1983.
- NAUGHTON, J, BALKE, B, AND NAGIE, F: Refinements in methods of evaluation and physical conditioning before and after myocardial infarct;on. Am J Cardiol 14:837, 1964. ASTRAND, PO: Principles in ergometry and their ;mplicat;ons in sports practice. Sport Med 1:1-5,1984.
- BRUCE, A: Comparative prevalence of segment ST depress;on after maximal exercise in healthy men in Seattle and Taipei. In SIMONSON, E (ED) Physical Activity and the Heart. Charles C Thomas, Springfield, III, 1967.
- SCANDINAVIAN COMMITTEE ON ELECTROCARDIO-GRAM CLASSIFICATION" The Minnesota code for ECG classification. Acta Med Scand 183(Suppl 481):3, 1967. G1 BBONS, L, ET Al: The value of maximal versus Submaximal treadmill testing. J Cardiac Rehab l (s):362-368, 1981.
- COPPER, KH, ET Al: Age-fitness adjusted maximal heart rates. Medicine and sport 10:78,1977.
- ELLESTAD, MH, ET Al: Maximal treadmill stress testing for cardiovascular evaluation. Circulation 39:s17,1969.
- KASSER, IS AND BRUCE, RA: Comparative effects of aging and coronary heart disease on submaximal and maximal exercise. Circulation 39:7s9, 1969.
- STENBERG, J, ET Al Hemodynamic response to work with different muscle groups, sitting and supine. J Appl Physiol 22:61,1967.
- SIMONSON, E: Electrocardiographic stress tolerance tests. Prog Cardiovasc Dis 13:269,1970.
- MATTINGLY, TW: The postexercise electrocardiogram: Its value in the diagnosis and prognosis of coronary arterial disease. Am J Cardiol 9:39s, 1962.

- FÉREZ, SM y SHAPIRO, M. Adaptación cardiovascular a la prueba de esfuerzo. Ed. Salvat Mexicana Ciudad de México 1981.
- ELLESTAD, MH. Pruebas de esfuerzo. Bases y aplicación clínica. Ed. Ediciones Consulta S.A. Barcelona 1988.

Legislación

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995 de 8-11 BOE. 10-11-1995.
- Servicios de Prevención. RD. 39/1997 BOE. 31-1-1997 Reglamento.
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo. RD 486/1997 BOE. 23-4-1997.
- Enfermedades Profesionales. RD 1995/1978 de 12-5-1978. 2821/1981 y
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud sobre Manipulación de cargas (Dorsolumbares) RD 487/1997. BOE. 234-97.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud sobre utilización de equipos de protección individual RD 773/1997 BOE 12-6-97.
- Comercialización y libre circulación de los equipos de protección individual RD 1407/1992 BOE 28-12-92.