

Sección Técnica

*Este artículo fue publicado en el número 22-2002, páginas 4 a 12.
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 (1ª 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

I. Introducción

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".

De otra parte y siempre en consonancia con la Ley más arriba mencionada, "las Administraciones públicas competentes en materia laboral, desarrollarán funciones de promoción de la prevención, asesoramiento técnico y vigilancia... velando por el cumplimiento de la normativa sobre prevención de riesgos laborales mediante las actuaciones de vigilancia y control..."

Unos de los pilares a considerar en la prevención de riesgos laborales es el de la protección individual y dentro de éste capítulo habrán de considerarse los denominados equipos de protección individual respiratoria (EPI-R) que, en líneas generales, deberán responder a determinadas exigencias esenciales de sanidad y seguridad para preservar la salud y garantizar la seguridad de los usuarios (RD 1407/1992), y más concretamente evitando los contaminantes atmosféricos en forma de partículas, ya sean polvos, humos o aerosoles, los contaminantes en forma de vapores y aerosoles, la retención de oxígeno y el descenso de éste (RD 773/1997). Este Real Decreto sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (EPI), hace referencia, en su artículo 7 así como en el anexo IV.4, a la

utilización y mantenimiento de los EPI y a los riesgos adicionales derivados de la propia utilización del equipo.

Parece razonable, y así se ha debatido en diversos foros europeos, la recomendación de que todos los trabajadores que utilicen determinados EPI-R sean sometidos a reconocimientos médicos, al objeto de evitar riesgos para la salud derivados del propio equipo o de la propia utilización de los mismos.

La experiencia acumulada por el INSHT en ésta materia a través de su Centro Nacional de Medios de Protección en los últimos seis años, durante los que se han llevado a cabo numerosos reconocimientos de aptitud para la Certificación y Ensayo de determinados EPI-R, nos ha motivado a realizar este trabajo, a modo de guía orientativa, que consideramos podrá ser de utilidad para los profesionales de la salud laboral y para Organismos y Entidades encargadas de llevar a cabo una correcta Vigilancia de la Salud en el marco de la Prevención de Riesgos Laborales.

Para la certificación de determinados equipos de protección individual respiratoria es necesario, conforme a Norma, la participación de probadores en el ensayo de estos equipos. Por este motivo, un grupo multidisciplinar de técnicos del Centro Nacional de Medios de Protección, hemos venido trabajando a lo largo de estos últimos seis años en programas y proyectos de estudio tendentes a llevar a cabo numerosos expedientes de Certificación.

Para ello fue necesario diseñar, conforme a las exigencias normativas, una serie de estudios que evaluaran la aptitud de los probadores para poder realizar los ensayos necesarios.

De otra parte y para evitar riesgos derivados del uso de los equipos de protección respiratoria, y para asegurar una correcta protección, el usuario de estos equipos puede tener que superar una revisión médica general, según las distintas normas nacionales.

También, y según el tipo de trabajo, las condiciones ambientales y las características del tipo de equipo utilizado, puede ser necesaria una revisión médica adicional.

Desde estas líneas queremos recordar a nuestro amigo y compañero Fernando del Pino Lázaro quién impulsó de manera especial estos estudios; sin su concurso éste trabajo difícilmente hubiera visto la luz.

Objetivos y criterios de aplicación

Las indicaciones contenidas en este manuscrito pretenden servir de guía a Entidades, Organismos, Servicios de Prevención y otros muchos encargados de llevar a cabo una vigilancia de la salud de los trabajadores, de la que se deriven actuaciones sanitarias del tipo de reconocimientos médicos de salud, a usuarios de "determinados" Equipos de Protección Individual (EPI) Respiratoria, al objeto de evitar que el uso de ellos comporte un riesgo sobreañadido para la salud y seguridad del trabajador, a tenor de lo especificado en el Real Decreto 1407/1992.

Los EPI de protección respiratoria son necesarios cuando el ambiente está contaminado por partículas, aerosoles, gases o vapores, o cuando se produce una reducción de la

concentración de oxígeno y los medios de prevención no son suficientes. En relación al Real Decreto 1407/1992 debemos considerar todos los equipos de protección individual respiratoria para las circunstancias de trabajo y salvamento, incluidos trajes aislantes, sin intercambio térmico, que llevan incorporado un equipo de protección respiratoria. No entran en el campo de aplicación de este RD los equipos utilizados para huida en caso de emergencia, excepto los equipos que más adelante incluiremos en el grupo 3 cuya utilización exige un aprendizaje previo.

Las actividades y sectores de actividad que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual respiratoria son:

- Trabajos en contenedores, locales exigüos y hornos industriales alimentados con gas, donde pueden existir riesgos de intoxicación por gas o por insuficiencia de oxígeno
- Trabajos en la boca de altos hornos
- Trabajos cerca de convertidores y conducciones de gas de altos hornos
- Trabajos en las cercanías de la colada en calderas donde pueden desprenderse vapores de metales pesados
- Trabajos de revestimiento de hornos y calderas donde puede desprenderse polvo
- Pintura con pistola sin ventilación suficiente
- Trabajos en pozos, canales y otras obras subterráneas de la red de alcantarillado
- Trabajos en instalaciones frigoríficas en las que existe riesgo de escape de fluido
- Trabajos de aplicación de productos fitosanitarios Definición y clasificación

Equipo de Protección Individual es cualquier dispositivo o medio que vaya a llevar o del que vaya a disponer una persona, con el objetivo de que la proteja contra uno o varios riesgos que puedan amenazar su salud y su seguridad (Real Decreto 1407/1992 capítulo 1, artículo 2.1, a, b y c).

Los equipos de protección respiratoria se pueden clasificar, sobre la base de las recomendaciones de diversos organismos europeos para la vigilancia de la salud y a tenor de las Normas G-26 alemana y DIN-3179 y UNE-EN 133: 1992, en:

- A. Equipos filtrantes con o sin resistencia ventilatoria: mediante los cuales el trabajador respira aire medioambiental depurado de contaminantes mediante filtros adecuados.
- B. Equipos aislantes, autónomos o semiautónomos, en los que el usuario se encuentra separado del aire que le rodea, y respira aire u oxígeno proveniente de una fuente portátil o fija.

De otra parte si consideramos el esfuerzo físico que ha de realizar el usuario de estos EPI, esto es, el peso del equipo incluida la conexión respiratoria y la resistencia que ofrece el equipo a la respiración del trabajador, podremos clasificar a los EPI de protección respiratoria en tres grupos bien definidos:

1. Equipos de protección Grupo -1

Son equipos de peso inferior a 5 Kg que requieren esfuerzo físico escaso y en los que la resistencia a la respiración es reducida. Estos equipos tienen una tasa de trabajo respiratorio por debajo del límite de la incomodidad. Pertenecen a este grupo:

- Mascarillas autofiltrantes (fig. I-1)
- Equipos con filtros contra partículas o mecánicos y equipos contra gases y vapores o químicos, asistidos por ventilador con casco o capuz (fig. I-2). En ellos el aire de expiración escapa libremente por la mínima sobrepresión que se origina en el casquete. No exigen esfuerzos respiratorios apreciables, siendo los menos exigentes de este grupo.
- Máscara o mascarilla con filtro mecánico clase 1 - Máscara o mascarilla con filtro químico clase 1
- Equipos semiautónomos de línea de aire comprimido de flujo continuo. Suelen ser los mejores y en ellos siempre existe una presión positiva en el interior del adaptador facial, lo que implica una resistencia a la respiración prácticamente nula. Aunque son más incómodos por su mayor peso y dificultad de moverse con la manguera.
- Equipos semiautónomos de línea de aire fresco asistido por ventilador



Figura I-1 Equipo de protección respiratoria. Grupo 1 (mascarilla autofiltrante).



Figura I-2 Equipo de protección respiratoria. 1 (equipo de capuz).

2. Equipos de protección Grupo -2

Son equipos de peso inferior a 5 Kg en los que la resistencia a los flujos inspiratorios y espiratorios es algo mayor que en los anteriores. Estos equipos proporcionan una mayor protección al usuario pero el esfuerzo físico exigido es intermedio. Pertenecen a este grupo:

- Máscaras o mascarillas con filtros mecánicos de clase 2 y 3 (fig. I-3)

- Máscaras o mascarillas con filtros químicos de clase 2 y 3, las cuales pesan entre 1,5 y 2 Kg y crean mayor resistencia a la respiración del usuario; sólo son recomendables en situaciones provisionales y para utilizar en cortos períodos de tiempo
- Máscaras o mascarillas con filtros mixtos: la combinación de ambos filtros, mecánico y químico, presenta una resistencia a la respiración elevada. Si su uso no es estrictamente necesario, estaremos sometiendo al usuario a fatigas adicionales inútiles
- Equipos semiautónomos de línea de aire fresco no asistido (con manguera de aspiración), que ofrecen resistencia a la inspiración (el esfuerzo respiratorio del trabajador es el que lleva el aire a través de la manguera) y también a la expiración
- Equipos semiautónomos de aire comprimido a demanda de presión (fig. I-4)



Figura I-3 Equipo de protección respiratoria. Grupo 2 (mascarilla con filtro).



Figura I-4 Equipo de protección respiratoria. Grupo 2 (equipo semiautónomo)

3. Equipos de protección Grupo -3

Estos son equipos de peso superior a 5 Kg, en los que la resistencia a los flujos inspiratorios y espiratorios es aún mayor que en los anteriores. Estos equipos exigen un gran esfuerzo, situándose el trabajo respiratorio adicional en los límites de la incomodidad alta. Pertenecen a este grupo:

- Equipos autónomos de circuito abierto con botella de aire comprimido (fig. I-5). Se deben utilizar para trabajos de corta duración, emergencia o rescates; son pesados, tienen una duración de no más de dos horas como máximo y su uso exige un entrenamiento especial
- Equipos autónomos de circuito cerrado con botella de oxígeno comprimido. Son algo menos pesados, por lo que se utilizan en casos de salvamento con largos recorridos. Su uso requiere que el personal esté debidamente entrenado y acostumbrado a ellos, ya que en estos equipos la salida de aire es caliente.



**Figura I-5 Equipo de protección respiratoria
Grupo 3. (equipo autónomo de presión positiva)**

Repercusiones fisiológicas derivadas del uso de EPI de protección respiratoria

En la tabla 1 se exponen una serie de llamadas de atención sobre las repercusiones fisiológicas derivadas de la utilización de estos equipos.

**TABLA I
Llamadas de atención sobre las repercusiones fisiológicas de los EPI de protección respiratoria**

Repercusiones Fisiológicas de los EPI de Protección Respiratoria Llamadas de atención
<ul style="list-style-type: none"> • Como consecuencia aumenta la concentración de CO₂ en la mascarilla y por tanto la concentración sanguínea de este gas, provocando hiperventilación y limitación de la tarea efectuada. La norma europea impone mascarillas en las que la concentración de CO₂ a nivel del espacio muerto sea menor al 1 % (UNE-EN 140:1998) e igual referencia se hace para las máscaras (UNE-EN 136:1998). En esfuerzos máximos aumenta el consumo de oxígeno, por aumento de la resistencia respiratoria, y aumenta la frecuencia respiratoria. El tiempo de inspiración está conservado a expensas del tiempo de espiración que se acorta. Las normas europeas establecen espacios muertos y niveles de resistencias respiratorias admisibles, limitando los efectos fisiológicos secundarios por utilizar equipos de protección personal de vías respiratorias. El uso de un EPI de tipo respiratorio no afecta a la capacidad vital forzada ni al volumen espirado en el primer segundo, pero disminuye el flujo de pico expiratorio en un 15% al igual que la ventilación voluntaria máxima. • Las repercusiones cardiovasculares se deben fundamentalmente al sobrepeso que supone el uso de este tipo de EPI. • Un 10% de la población son ansiosas, claustrofóbicas y depresivas,

- pudiendo presentar reacciones anormales cuando portan una mascarilla.
- Los EPI de vías respiratorias afectan, realmente, a la capacidad de concentración y a la rapidez de percepción, pudiendo predisponer al accidente de trabajo.
 - Las colas de resinas epoxi usadas en las juntas de las mascarillas y el sudor son los principales agentes favorecedores de alteraciones cutáneas en estos usuarios.
 - Las lentes de contacto acentúan la posibilidad de irritación de la córnea en usuarios de EPI de vías respiratorias pudiendo, además, sufrir desplazamientos. Las gafas pueden ser una fuente de fugas.
 - La percepción auditiva puede verse alterada en usuarios de EPI de vías respiratorias.

El uso de equipos de protección respiratoria puede conllevar unas consecuencias físicas y fisiológicas, sobre el organismo, que debemos tener en cuenta a la hora de planificar una correcta vigilancia de la salud:

Repercusiones pulmonares

Aumento del espacio muerto anatómico: cuando utilizamos un equipo de protección respiratoria aumenta el espacio muerto anatómico debido a la mascarilla (la mascarilla no se ventila en cada ciclo respiratorio) por lo que para mantener una ventilación eficaz se ponen en marcha dos mecanismos compensadores:

- a. aumento del volumen corriente (igual al espacio muerto efectivo de la mascarilla)
- b. aumento de la frecuencia respiratoria

Aumento de las resistencias respiratorias: Los EPI filtrantes o con aducción de aire de tipo "flujo a demanda" producen aumento de las resistencias respiratorias. La ventilación se realiza aumentando el trabajo respiratorio (los filtros antipolvo aumentan un 20-30% el trabajo respiratorio para movilizar el aire a través del EPI). De otra parte los EPI autónomos o con aducción de aire de tipo "flujo continuo" no producen aumento de la resistencia inspiratoria añadida por la presión positiva de la mascarilla, solo la resistencia expiratoria contribuye a aumentar el trabajo respiratorio. Se ha comprobado que cuando aumentan las resistencias inspiratoria y expiratoria:

- disminuyen el flujo ventilatorio y la frecuencia respiratoria, aumentando el volumen corriente
- disminuye el tiempo de tolerancia al ejercicio y el trabajo muscular se debilita o se hace intolerable
- aumentan el consumo de oxígeno y la frecuencia cardiaca por el esfuerzo respiratorio suplementario -finalmente se ha comprobado la existencia de hipoventilación con retención de CO₂, aunque no parece que se produzcan modificaciones biológicas (lactatos, o acidosis metabólica)

Parámetros respiratorios: La función pulmonar en portadores de EPI de vías respiratorias, es difícil de estudiar ante la variedad de prototipos. No obstante los cambios respiratorios registrados con diferentes equipos son los siguientes:

- disminución del flujo ventilatorio
- disminución de la frecuencia respiratoria
- aumento del volumen corriente

Repercusiones cardiovasculares

Aumento de la frecuencia cardiaca: El aumento del trabajo respiratorio provoca un aumento de la frecuencia cardiaca. Esta elevación del ritmo cardíaco es más evidente cuando el EPI entraña un mayor peso.

Elevación de la Presión Arterial: En especial cuando se utilizan equipos de tipo filtrante.

Disminución de la capacidad de resistencia al esfuerzo: Especialmente debido al peso del equipo y cuya disminución se sitúa alrededor del 17,5%; cuando se utilizan equipos autónomos ésta disminución puede llegar al 21 %.

Repercusiones metabólicas

El estudio de los parámetros sanguíneos y de los flujos expiratorios e inspiratorios, así como las concentraciones parciales de O₂ y CO₂ y el análisis, durante el esfuerzo, del consumo de oxígeno, no pusieron de manifiesto modificaciones severas en este sentido.

Repercusiones psicológicas

Es éste un tema muy debatido y realmente de importantes repercusiones, ya que la aceptación de una mascarilla depende del grado de confort, de la mentalización del sujeto y del puesto de trabajo. El uso de estos EPI produce una sensación de malestar debido al esfuerzo inspiratorio necesario para vencer la resistencia, siendo ésta sensación variable según las características del sujeto y las condiciones de trabajo. En situaciones de emergencia puede acentuarse la angustia e incluso acarrear conductas de pánico, por la sensación de disconfort que se hace, bruscamente, intolerable ya que disminuye el campo visual, aumenta el estrés y se altera la presión cutánea.

Repercusiones cutáneas

Hay que resaltar: Alergias cutáneas, especialmente eczema de contacto a nivel de las juntas de las máscaras y Dermatitis irritativas, en los puntos de presión de las mascarillas.

Repercusiones posturales

De poca entidad y que tan sólo se manifiestan cuando se utilizan equipos autónomos. Suelen ser consecuencias derivadas del peso del equipo lo que puede traducirse en

desequilibrio y fatiga, que unido a la disminución del campo visual pueden acentuar el riesgo de caída.

Repercusiones oftalmológicas

El uso de EPI de vías respiratorias conlleva, en la mayoría de los casos, una disminución del campo visual con visión restringida. Estos EPI no protegen del riesgo de irritación de la córnea por fugas de las mascarillas; éste riesgo se acentúa con las lentes de contacto por la absorción de vapores irritantes.

Repercusiones O.R.L

Las manifestaciones a nivel de garganta, nariz y oído son de poca entidad, aunque conviene resaltar que el uso de este tipo de EPI disminuye la percepción auditiva, ya que altera la comunicación entre los trabajadores y la percepción de los ruidos del entorno de trabajo. De otra parte se ha observado sequedad de las mucosas nasal y laringea.

Enfermedades y EPI de vías respiratorias: contraindicaciones de uso

Determinadas patologías pueden motivar una contraindicación para el uso de EPI de vías respiratorias (ver llamadas de atención en la Tabla II):

TABLA II
Llamadas de atención sobre contraindicaciones de uso de EPI de protección respiratoria

Enfermedades Respiratorias y Contraindicaciones de uso de EPI Llamadas de atención	
Enfermedades Endocrinas	En la mayoría de los casos las enfermedades endocrinas no suelen ser una contraindicación para el uso de EPI de vías respiratorias.
Enfermedades Respiratorias	las personas asmáticas, bien compensadas, suelen ser aptas para utilizar estos equipos. Los trabajadores afectados de otras patologías de carácter obstructivo podrán verse mermados en el uso dependiendo del estadio en que se encuentre la enfermedad. Mantener los flujos ventilatorios correctos a través de unas resistencias, no prejuzga la capacidad de utilizar estos equipos. Algunos sujetos no toleran los EPI de vías respiratorias a pesar de la normalidad de las pruebas funcionales.
Enfermedades Cardíacas	En líneas generales, una afección cardíaca no es una contraindicación absoluta para la utilización de los EPI de vías respiratorias. Especial atención deberá prestarse a trabajadores en situación de angina de pecho, tanto de tipo estable, inestable o mixta.
Enfermedades	El lugar de trabajo permite conocer si hay riesgo para el usuario

Neurológicas	de los equipos para sus compañeros de trabajo, lo que podría conllevar una contraindicación para el uso.
Enfermedades Psiquiátricas	Ningún trabajador que no pueda comprender la utilidad de un EPI de vías respiratorias debería ser declarada apto para el trabajo.
Enfermedades del Aparato Locomotor	Los equipos autónomos pueden acentuar desequilibrios del aparato locomotor y ser fuente de caídas.
Otras Situaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Las afecciones que disminuyen la agudeza visual pueden ser causa de inaptitud para el puesto de trabajo, pero no para el uso de EPI. • El uso de equipos con dispositivos a 'presión positiva permite paliar el riesgo de penetración de gas en el conducto auditivo.

Enfermedades endocrinas

El riesgo de descompensación de una diabetes ante el uso de EPI de vías respiratorias está por dilucidar. Con todo antes de determinar la aptitud para utilizar un determinado equipo, se debe evaluar la capacidad de realizar el trabajo sin el EPI.

Enfermedades pulmonares

Las patologías obstructivas se caracterizan por aumento de la resistencia al flujo aéreo, por aumento del espacio muerto, insuficiencia de los músculos inspiratorios y por la posibilidad de desarrollar una insuficiencia cardiaca derecha. La aptitud para el uso de EPI de vías respiratorias debe tener en cuenta aspectos propios de cada patología:

- Bronquitis Crónica: en estados avanzados la tos y la expectoración pueden interferir la estanqueidad de la mascarilla
- Asma Bronquial: las crisis de asma pueden desencadenarse por esfuerzo, aire frío y estrés, factores que podemos encontrar en la utilización de estos EPI
- Enfisema pulmonar: en estadios avanzados la hipoxemia e hipercapnia serían una contraindicación para el uso de estos equipos

Las Patologías restrictivas, tipo fibrosis pulmonar, se caracterizan por disminución de la compliance pulmonar. En consecuencia la aptitud para el uso de los equipos dependerá del grado de debilitamiento y de la capacidad para desarrollar un trabajo respiratorio aumentado.

Neumotórax: los equipos de protección de vías respiratorias aumentan las variaciones de las presiones intrapleurales, las cuales pueden suponer un riesgo de neumotórax en sujetos con enfermedad pulmonar, pero este riesgo es débil en comparación con los esfuerzos normales cotidianos.

Enfermedades cardíacas

- El uso de equipos de peso ligero no suele aumentar, significativamente, el gasto energético por lo que las contraindicaciones en este sentido no se contemplan.
- El uso de equipos autónomos, por lo general superior a 15 Kg, provoca una disminución del 20% de la capacidad máxima de trabajo con el consecuente aumento del gasto cardíaco; en definitiva puede aparecer aumento de la frecuencia cardíaca, elevación de la presión arterial, hipoxemia e hipercapnia en estos pacientes lo que contraindicaría el uso en determinadas circunstancias.

Enfermedades neurológicas

Los equipos de protección de vías respiratorias no interfieren la capacidad del sistema nervioso central, pero algunas patologías neurológicas pueden exacerbarse por determinados factores inherentes a los EPI, tales como el calor en la evolución de la "esclerosis en placas", la disminución del campo visual para determinados trastornos del equilibrio o la sensación de claustrofobia en el desencadenamiento de una crisis epiléptica.

Enfermedades psiquiátricas

En general no deben ser aptos para portar equipos de protección personal respiratoria los trabajadores con trastornos psíquicos o enfermedades mentales presentes o pasadas, mientras no pueda descartarse una recaída. El retraso mental, los trastornos graves del comportamiento, los alcohólicos y toxicómanos también suponen una contraindicación al respecto.

Enfermedades del aparato locomotor

Con relación a los EPI autónomos deberían descartarse para su uso a aquellos trabajadores con alteraciones serias del aparato locomotor en general o con alteraciones de la caja torácica que presenten trastornos funcionales importantes.

Otras situaciones

- No deben usarse lentillas, y aunque el uso de lentes convencionales puede ocasionar pequeños problemas, sí es posible adaptar gafas correctoras a la mascarilla.
- Los trabajadores con hipoacusia que utilicen equipos autónomos o semiautónomos percibirán muy mal las señales de alarma, por lo que esta circunstancia habrá de ser tenida en cuenta a la hora de emitir un juicio de aptitud. No deberían ser declarados aptos los trabajadores con perforación timpánica cuando existe riesgo de penetración de gas tóxico a través del conducto auditivo.
- No es recomendable el uso de los equipos en sujetos de más de 50 años pues suelen tener un consumo de oxígeno máximo disminuido y en situación de ejercicio necesitan una fracción de O₂ superior a la de los sujetos jóvenes.
- Los sujetos portadores de prótesis dentales pueden utilizar estos equipos siempre que dichas prótesis estén bien implantadas.

Evaluación de la aptitud para el uso de EPI de vías respiratorias: aspectos generales

Los responsables de llevar a cabo la vigilancia de la salud deberán determinar la aptitud de los trabajadores que vayan a utilizar determinados equipos de protección respiratoria, en función de las circunstancias de trabajo y de las características propias de la persona; ello debería hacerse a través de:

ANAMNESIS

Mediante el interrogatorio investigaremos:

- Los antecedentes patológicos y la existencia de trastornos psicológicos tales como ansiedad o claustrofobia
- La tolerancia al uso previo de EPI de vías respiratorias, que nos alertará de posibles contraindicaciones
- Las condiciones de trabajo, naturaleza de los contaminantes, el tipo de EPI requerido y la frecuencia de utilización así como la duración previsible de uso
- Las posibles contraindicaciones absolutas o relativas, tales como la existencia de dermatosis alérgicas o irritativas. Se prestará especial atención a las deformaciones faciales sobre todo a nivel de nariz y mentón, que pueden ser causas de fugas

EXPLORACIÓN FÍSICA

Que deberá comprender maniobras exploratorias y pruebas complementarias:

- La Radiografía de Tórax estará justificada cuando se sospeche alguna de las enfermedades comentadas anteriormente.
- Las pruebas funcionales respiratorias, especialmente la capacidad vital forzada y la determinación del volumen espirado en el primer segundo deberían ser pruebas habituales aunque no estén validadas para estos cometidos.
 - Algunos autores proponen la determinación de la máxima ventilación voluntaria durante 15 segundos para, de esta manera, poder determinar el sobreesfuerzo de una resistencia respiratoria suplementaria debida al uso del EPI
 - Para otros autores la máxima ventilación voluntaria (MVV), por el contrario, es muy variable ya que no encuentran una relación clara entre MVV y la capacidad del sujeto para respirar, a través de un EPI, durante un periodo de trabajo prolongado y de otra parte los parámetros respiratorios registrados durante la maniobra de MVV son diferentes a los obtenidos en un trabajo normal mediante el uso de mascarilla
- La electrocardiografía de esfuerzo se ha propuesto para estudiar la respuesta cardíaca ante el uso de determinados equipos de protección respiratoria
 - En el uso de EPI ligeros la respuesta es prácticamente nula y la ergometría tiene poca utilidad
 - En EPI autónomos, de mayor peso, el electrocardiograma de esfuerzo permite evaluar el coste cardíaco o mejor dicho el gasto energético que ha de desarrollar el trabajador.

- Test Psicológicos: Hasta hace poco tiempo no se empleaban por su poca fiabilidad al respecto, sin embargo un test que valore la ansiedad, en manos de un experto, puede ser un buen instrumento a la hora de valorar la tolerancia subjetiva del trabajador ante un determinado EPI. Con todo una de las mejores prácticas es la observación del usuario: el percatarse de la sensación de disconfort respiratoria, de la fatiga, de la disminución del campo visual, de la dificultad de movimientos y de comunicación, nos puede aportar datos de gran interés. Sin embargo los procedimientos de observación no nos permiten observar reacciones en situaciones de emergencia. La formación y aprendizaje de los trabajadores, así como el entrenamiento en casos de urgencia, limitan los comportamientos de pánico.

TESTS ESPECÍFICOS

Deberemos tener en cuenta determinados test, especialmente aquéllos que hacen referencia a la eficacia de los mismos.

- Test de Estanqueidad. Para la adaptación del equipo sobre la cara se deberá recurrir a:
 - En mascarillas con ventilación libre (mascarilla filtrante) se deberá aplicar la mascarilla tras obturación del cartucho e inhalar fuertemente; a continuación se deberá retener la respiración durante 10 segundos y si se adhiere la mascarilla contra la cara y no cambia de posición, la estanqueidad es correcta. Si el procedimiento falla se deberá utilizar otra mascarilla.
 - En mascarillas a presión positiva se deberán obturar las válvulas de exhalación y espirar suavemente dentro de la mascarilla para producir una sobrepresión; si hay fugas la maniobra es nula.
- Otros Tests de Estanqueidad
 - Empleo de acetato de isoamilo: si el olor pasa por las juntas se debe reajustar la mascarilla. Esta prueba requiere la cooperación del sujeto y depende de la variabilidad olfativa.
 - Empleo de una concentración conocida de aerosol en una cámara en la que se introduce al sujeto: se medirán las concentraciones del aerosol en el interior y exterior de la mascarilla. El procedimiento es caro, fiable e independiente de la colaboración del sujeto.

Nota: En la segunda parte del artículo se incluye la bibliografía consultada.