

## EQUIPOS DE PROTECCION RESPIRATORIA SUS USOS Y ABUSOS

Jorge Puerta S.\*

Este artículo tiene como propósito hacer énfasis en los usos inadecuados de los equipos de protección respiratoria y presentar algunos delineamientos básicos para el desarrollo de un programa de protección respiratoria. Debido a este objetivo no se entra en detalle en la descripción de los diferentes tipos de respiradores, ya que haría demasiado extenso el tema. Para obtener mayor información sobre él, se puede consultar la bibliografía citada y muchos otros artículos y catálogos existentes sobre protección respiratoria.

This article has the general purpose of emphasizing the abuses of the respiratory protective devices and to present some guidelines for the development of a respiratory protection program. Because of that purpose, it does not give great details on the description of different types of respiratory protective equipment. To obtain more information on this topic may be consulted the bibliography and many other references existing on respiratory protection.

### INTRODUCCION

La contaminación atmosférica producida por una gran variedad de procesos industriales constituye un riesgo permanente para la salud de los trabajadores. Estos trabajadores laboran en lugares donde, además del aire puro que la naturaleza proporciona, están presentes los contaminantes que el hombre le adiciona en sus diferentes actividades.

Para el control de los riesgos presentes en las áreas de trabajo debidas a la contaminación interna, se han desarrollado varios métodos de ingeniería de reconocida eficacia, los cuales deben considerarse como solución prioritaria (1).

Cuando por alguna circunstancia no se apli-

can estos métodos de control, se debe recurrir en última instancia a la utilización de equipos de protección respiratoria para tratar de mejorar la calidad del aire que las personas inhalan, aunque persista el ambiente contaminado.

Las circunstancias que limitan la aplicación de los controles de ingeniería pueden atribuirse a problemas económicos cuando las inversiones en los equipos son altas, problemas técnicos, o períodos cortos de exposición al riesgo durante la jornada de trabajo, lo cual puede no justificar la inversión.

Sin embargo, se ha escogido en la industria el equipo de protección personal como una panacea, algo que puede solucionar todos los problemas de salud del trabajador. Las razones son muy obvias, pero poco científicas: bajo costo aparente, facilidad de consecución de equipos en el mercado, motivación permanente creada por los agentes de ventas, simplicidad para su aplicación y, en algunos casos, falta de conocimiento de las limitaciones de los equipos de protección respiratoria por parte de las personas encargadas de implantar los programas preventivos.

De ahí que cuando el Instituto de Seguros Sociales asumió en 1965 los Riesgos de Accidente de Trabajo y Enfermedad Profesional, e inició las campañas preventivas en las empresas a través de la División de Salud Ocupacional, los empresarios se asustaron al empezar a recibir recomendaciones que hacían énfasis en el control de los riesgos en la fuente de origen para eliminar o disminuir hasta concentraciones seguras para la salud los contaminantes ambientales. Ya los equipos de protección respiratoria se habían impuesto en el mercado y, como aún es costumbre en muchas empresas que no cuentan con personal entrenado en Salud Ocupacional, los agentes vendedores eran los asesores en este campo.

\* Ingeniero Químico. Máster of Science. Profesor Facultad Nacional de Salud Pública.

El problema del abuso en la utilización de la protección respiratoria se agrava aún más en nuestro medio si se considera que no existen normas para el control de calidad de los respiradores que se producen en el País y por lo tanto, tampoco se someten dichos equipos a pruebas de eficiencia ni se expiden certificados de aprobación por parte de ninguna entidad del Gobierno. Además, desde cuando se inició la producción en Colombia de respiradores, sin considerar la calidad y eficiencia de ellos, se hizo difícil la adquisición en el mercado de los equipos extranjeros de reconocida eficacia y sometidos en otros países a pruebas de control de calidad.

Cuando se suministra cualquier equipo de protección personal que no reuna las condiciones de calidad y eficiencia para el riesgo específico que se quiere controlar, se está engañando al usuario, ya que no se le ofrece la protección esperada y en cambio se expone a la incomodidad de utilizarlo. En muchos casos el riesgo se aumenta debido a que el trabajador está confiado en la protección y se expone sin ninguna precaución a los agentes nocivos.

## 1. EVOLUCION HISTORICA

Dentro de los equipos de protección personal, los protectores del sistema respiratorio conforman probablemente la clase más antigua de equipo diseñado para prevenir enfermedades ocupacionales. Los respiradores se utilizaron desde antes de la Era Cristiana en forma rústica para tratar de protegerse del polvo, principalmente en las labores místicas. Luego los romanos los utilizaron en las explotaciones de yeso, plomo, piedra caliza y cereales. Sin embargo, a partir del siglo 19 se hizo más común el uso de respiradores contra polvo y aparecieron diferentes diseños tratando de mejorar su eficiencia. Cuando se inició la era de la química se hizo énfasis en la necesidad de un buen respirador. Algunos de los primeros equipos construidos utilizaban esponjas empapadas en vinagre o en soda para blanqueo. A comienzos del presente siglo se usaron absorbentes químicos y aparecieron los primeros respiradores con cartucho químico.

Pero los avances más significativos tuvieron lugar durante las dos guerras mundiales, debido al uso de gases venenosos, lo cual exigió el desarrollo de máscaras contra gases para proteger a los soldados de los efectos tóxicos.

Posteriormente se siguió investigando y mejorando el diseño y se considera que en la década del 70 se han hecho los mejores avances en cuanto a eficiencia y calidad de los equipos de protección respiratoria.

## 2. TIPOS DE EQUIPO PARA PROTECCION RESPIRATORIA

Estos equipos se agrupan en forma general de acuerdo a su método de funcionamiento (2):

### 2.1. Equipos que purifican el aire:

Respiradores que remueven partículas ( filtro mecánico).

Respiradores que remueven gases y vapores (cartucho químico).

Respiradores combinados que remueven gases, vapores y partículas.

### 2.2. Equipos con línea de aire:

Respiradores con flujo continuo.

Respiradores con flujo a demanda.

Respiradores con demanda a presión.

### 2.3. Equipos con contenido propio de aire-

Respiradores con circulación permanente.

Respiradores con circulación a demanda.

Los equipos para purificar el aire se pueden usar solamente en ambientes donde haya como mínimo un 18o/o de contenido de oxígeno (3).

## 3. IMPORTANCIA DE LA EVALUACION DEL RIESGO

En la práctica se acostumbra recomendar el uso de protectores respiratorios cuando se observa un problema de contaminación, sin una evaluación previa del riesgo. Esta evaluación es indispensable para conocer las concentraciones en el aire de los contaminantes, sus características físicas y químicas y el contenido de oxígeno. El conocimiento de lo anterior determinará si es aconsejable un respirador para purificación del aire, si se necesita un equipo con suministro propio de aire o si definitivamente no se debe utilizar ningún equipo de protección personal.

Para evaluar el riesgo se requiere completo conocimiento del proceso, del equipo utilizado en ese proceso, de las materias primas, de los productos finales y de los subproductos que puedan crear algún peligro para la salud. Se deben tomar muestras representativas con equipos de muestreo de reconocida precisión durante las condiciones de trabajo. El equipo de toma de muestras y el tipo y frecuencia de muestreo los definen las condiciones de operación. Se recomienda tomar las muestras en la zona de respiración de los trabajadores expuestos al riesgo.

También se deben considerar las posibles condiciones de emergencia que puedan surgir, con el fin de estar seguros de que hayan equipos de protección disponibles y los procedimientos necesarios con el fin de que el personal tenga un completo conocimiento de lo que debe hacer.

#### 4. ADAPTACION DEL EQUIPO DE PROTECCION RESPIRATORIA

Si se dispone de un respirador con el filtro adecuado para el riesgo presente, queda aún un factor muy importante por tener en cuenta y es la adaptación del equipo a la cara del trabajador, ya que si no hay un buen ajuste, el aire contaminado podrá entrar fácilmente debido a la presión negativa interna que crea la inhalación del usuario.

Existen varias vías a través de las cuales pueden entrar los contaminantes y ser inhalados. Las más comunes son: A través de los filtros, por las válvulas de exhalación, a través de las partes que protegen los ojos en algunos tipos de respiradores y a través de la parte del respirador que hace contacto con la cara.

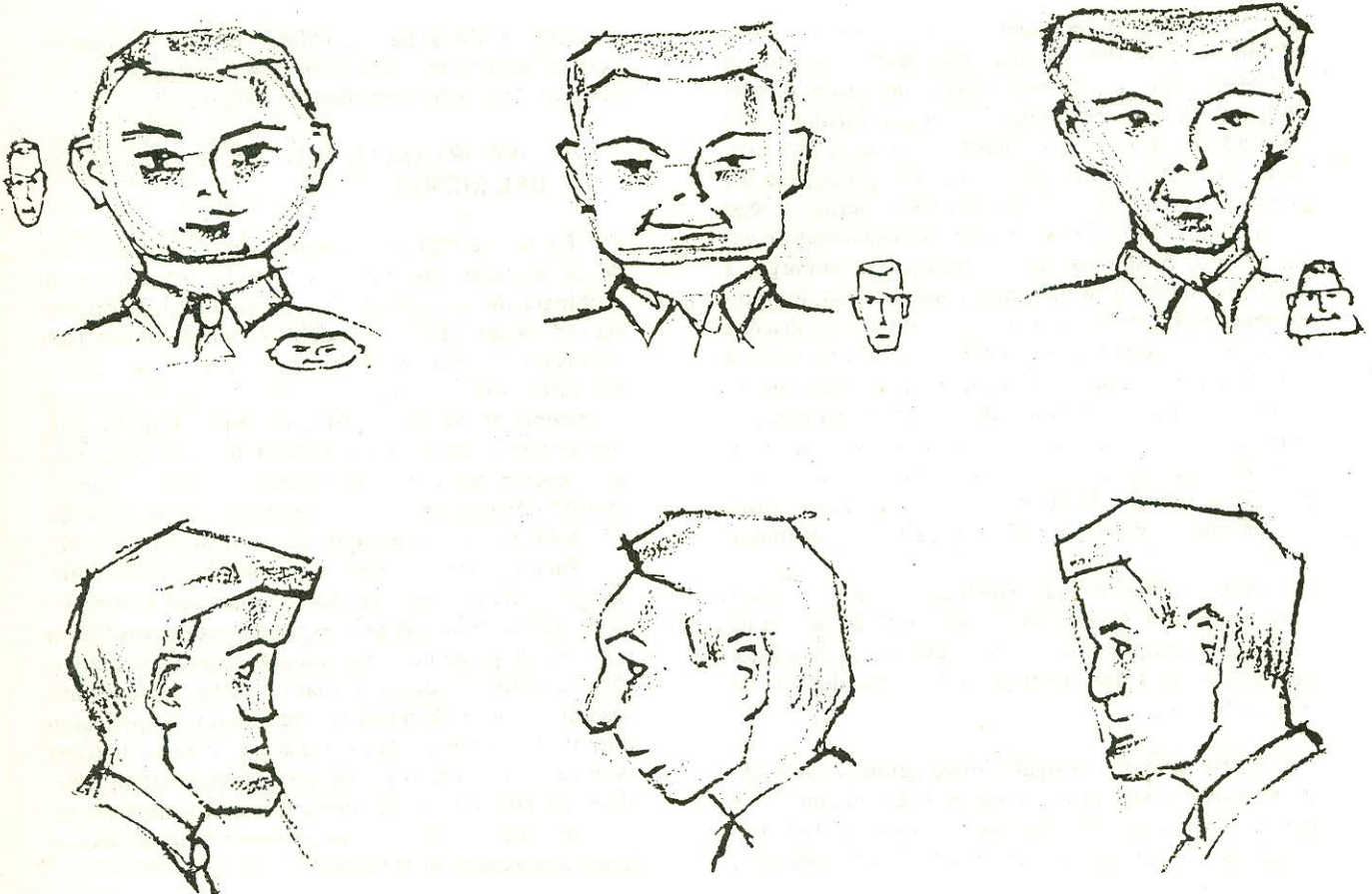
La adaptación depende de varios factores (4):

##### 4.1. Diseño y construcción del respirador:

Unos respiradores están mejor diseñados y contruidos que otros y, por lo tanto, es más fácil obtener un buen hermetismo entre él y la cara. Si el caucho o plástico es demasiado duro o demasiado blando, se hace difícil el ajuste hermético. Además, es importantes sostener el respirador contra la cara.

##### 4.2. Contornos faciales y vello facial:

Los estudios antropométricos realizados en hombres y mujeres muestran amplia diferencia en los tamaños y formas de las cabezas humanas. Estos estudios demuestran que un tamaño y diseño de respirador no es posible que se adapte a todas las personas. La mayoría de los respiradores han sido diseñados para adaptarse a trabajadores caucásicos hombres. Por este motivo hay muy pocos respiradores que se adapten bien a mujeres o a personas con otras características. La siguiente ilustración (5) puede formar una idea de la dificultad de ajuste.



Otra complicación adicional es la dificultad de ajuste cuando el usuario tiene un crecimiento rápido del vello facial. Algunos estudios muestran que aún el crecimiento de la barba durante un día puede reducir la efectividad del ajuste. Después de unos pocos días de crecimiento de la barba el ajuste prácticamente no existe. Los hombres que se dejan crecer la barba no pueden ajustarse en forma hermética ningún respirador oronasal y tendrían que utilizar capuchas con suministro de aire que no requieren ajuste hermético.

#### 4.3. Entrenamiento:

Para el trabajador es más cómodo no utilizar el respirador o preferir uno liviano, aunque no le proporcione la protección que se necesita. Es necesario entonces explicarle el beneficio del tipo de respirador que se le suministra y el uso correcto para que obtenga la mayor protección posible. Por ejemplo, algunos trabajadores tienen la tendencia a apretar las correas que sostienen el respirador antes de entrar a una atmósfera altamente tóxica porque creen que entre más las apreten obtienen mejor ajuste. Generalmente con esto se obtiene el resultado contrario debido a que el respirador puede deformarse y desmejorarse el ajuste. El trabajador debe conocer, además del uso correcto, las limitaciones de los respiradores y esto se obtiene por medio de un buen programa de entrenamiento.

#### 4.4. Conocimientos necesarios para la selección:

Es necesario que el trabajador utilice el tipo correcto de respirador. Muchas veces los encargados de compras o los que manejan los programas de Seguridad Industrial escogen los respiradores basados en el bajo costo, sin estudiar la capacidad del respirador para la clase de protección que se necesita. Para hacer una selección adecuada se debe definir la cantidad del contaminante que puede tolerarse que pase a través del respirador sin que se presente riesgo para la salud del usuario. Debe considerarse, hasta donde sea posible, el ingreso de contaminantes a través de los componentes del respirador, como el filtro mecánico o el cartucho químico, la válvula de exhalación y el ajuste a la cara. La cantidad de ingreso que puede tolerarse depende de la toxicidad de los contaminantes, de la concentración en la atmósfera, del lugar de trabajo y del tiempo de exposición del trabajador. Solamente si se tienen en cuenta estos factores y se conoce la buena adaptación de un tipo de respirador, se puede hacer una selección adecuada.

#### 4.5. Aceptación del trabajador:

Debe hablársele al trabajador sobre la toxicidad

de las sustancias a las cuales está expuesto y la protección que le puede proporcionar el respirador que se le suministra para que comprenda por qué debe utilizarlo. Sin una razón convincente nadie utiliza estos equipos. Muchos trabajadores aducen que llevan mucho tiempo trabajando en ese ambiente y no los han necesitado, ignorando si pueden tener un problema latente de salud.

#### 4.6. Mantenimiento de los respiradores:

Muchas veces se adquieren buenos equipos pero se descuida el mantenimiento de ellos y en poco tiempo pueden presentar escapes o defectos en los accesorios con detrimento de la eficacia en la protección. Por lo tanto, es importante que exista un programa de mantenimiento bajo la responsabilidad de una persona idónea que lo coordine.

### 5. PRUEBAS DE ADAPTACION

Se hace énfasis en la importancia de que el trabajador conozca la capacidad del respirador que debe utilizar y el grado razonable de protección que se puede esperar de él. Hay varios métodos para probar el ajuste entre el respirador y la cara. Algunos de estos métodos son cualitativos, otros cuantitativos y no todos pueden usarse con cada tipo de respirador. Para los respiradores de mala calidad en el filtro y en las válvulas no se puede saber exactamente cuánto entra a través de esas partes y cuánto entra por el mal ajuste.

#### 5.1. Pruebas Cualitativas

##### 5.1.1. Prueba de presión negativa:

Esta prueba no requiere equipo especial y puede utilizarse con cualquier respirador que emplee un filtro o cartucho, cuya entrada pueda ser cubierta fácilmente con la palma de la mano. El usuario se coloca el respirador y cierra la abertura de entrada del filtro cubriéndola con la palma de la mano o con cinta aislante. Luego respira profundo de modo que el respirador se deforme ligeramente por la succión y detiene la respiración durante 10 segundos. Si el respirador permanece ligeramente deformado y no se detecta entrada de aire, el ajuste entre la cara y el respirador se considera satisfactorio.

##### 5.1.2. Prueba de presión positiva:

Se coloca el respirador, se cierra la válvula de exhalación y se exhala suavemente dentro del respirador. El ajuste se considera satisfactorio si se crea una presión ligeramente positiva dentro del respirador, sin ninguna evidencia de escape de aire al exte-

rior a través del ajuste cara - respirador.

### 5.1.3. Prueba de Isoamyl Acetato (aceite de banana)

Los respiradores equipados con cartuchos de carbón activado pueden probarse en una atmósfera que contenga un vapor orgánico como el Isoamyl Acetato. Se puede realizar sin una cámara especial de prueba, ya que se obtiene una concentración adecuada (100 PPM) en cualquier cuarto evaporando 17 centímetros cúbicos de esta sustancia por cada 30 metros cúbicos del volumen del cuarto. Si la persona que usa el respirador puede permanecer en la atmósfera creada durante uno o dos minutos sin detectar el olor del acetato, el respirador está ajustado en forma apropiada. Si se detecta el olor, debe retirarse la persona al aire fresco, reajustarse el respirador y repetir la prueba.

Si es necesario efectuar las pruebas en el campo de trabajo, se pueden vaciar unas pocas gotas de Isoamyl Acetato en un algodón y sostenerlo cerca al respirador.

Esta prueba puede efectuarse también con otras sustancias como el cloruro estánico y el tetracloruro de titanio, pero estos tienen el riesgo de irritación.

## 5.2. PRUEBAS CUANTITATIVAS

### 5.2.1. Prueba de Freón

Se usa el respirador debajo de una capucha plástica pequeña, dentro de la cual se introduce el gas freón. Se toman muestras de aire del interior del respirador y se analizan con cualquier instrumento disponible para determinar el ingreso de freón hacia el interior del respirador. El freón es de baja toxicidad.

### 5.2.2. Prueba del cloruro de sodio

Se hace pasar un aerosol de cloruro de sodio a través de una capucha plástica pequeña colocada sobre la cabeza de la persona cuyo respirador se va a probar. Se mide la cantidad de cloruro de sodio en el aire exhalado con un fotómetro de llama. Esto se realiza en pocos minutos. El aerosol de cloruro de sodio tiene la ventaja de no ser tóxico y se pueden medir penetraciones hasta de 0.1o/o.

Pruebas similares a la anterior se pueden realizar con etileno, helio, uranina y dioctyl ftalato.

## 6. CAPACIDAD DE AJUSTA SATISFATORIO EN LOS RESPIRADORES.

### 6.1. Respiradores oronasales para purificación de aire

Si se consideran solamente los respiradores oronasales de buena calidad con filtros de alta eficiencia, la fuente más posible de ingreso de contaminantes está en el ajuste a la cara, debido a que el interior está siempre bajo presión negativa cuando la persona está respirando. El ingreso de contaminantes ha llegado a ser tan bajo en algunos casos como 0.01o/o. Sin embargo, el promedio de ingreso bajo condiciones normales está entre 5o/o y 10o/o, cuando se realiza un buen programa de mantenimiento. Lo anterior significa que si en un ambiente de trabajo está presente, por ejemplo, benceno en una concentración de 150 partes por millón y el ingreso a través del respirador es del 10o/o, el trabajador inhalaría 15 PPM, lo cual es superior a 10 PPM fijado como límite máximo permisible para ocho horas diarias de exposición a esta sustancia. En este ejemplo el respirador no estaría ofreciendo una protección efectiva.

Se espera que el diseño mejorado de los respiradores y el uso de nuevos materiales que permitan adaptarse a los contornos faciales mejor que los actuales, proporcionen en un futuro un mejor ajuste.

### 6.2. Respiradores para purificar el aire con protección completa de la cara

Se obtiene una mejor adaptación con los respiradores de protección completa de la cara que con los respiradores oronasales, si están bien diseñados, bien contruidos y bien mantenidos. El ingreso de contaminantes debe ser menor del 1o/o. Estos respiradores se adaptan mejor a un mayor número de personas de características diferentes. Sin embargo, deben también someterse a las pruebas cuantitativas de ajuste.

### 6.3. Respiradores con suministro de aire

En este tipo de respiradores se mantiene una presión positiva interna y, por lo tanto, ofrece una mejor protección, ya que el aire trata de salir y no permite la entrada de contaminantes. El ajuste no es tan importante y el trabajador puede estar más confiado de su protección.

Las pruebas cuantitativas de ajuste para los respiradores con purificación de aire tienen como finalidad

calcular lo que se ha llamado el factor de protección, el cual se define como la relación de la concentración de un contaminante fuera del respirador dividida por la concentración dentro del respirador mientras se está utilizando.

Si el riesgo presente en el ambiente no se considera crítico, pueden ser satisfactorias las pruebas cualitativas de ajuste.

Hay que tener en cuenta que uno de los factores que dificultan el uso apropiado de los respiradores es el stress adicional que le produce al usuario la interferencia con su habilidad para ver, su libertad para moverse y su facilidad para comunicarse (6).

## 7. PROGRAMA DE PROTECCION RESPIRATORIA

Para organizar un programa efectivo de protección respiratoria deben tenerse en cuenta los factores siguientes, derivados de las observaciones que se han hecho hasta ahora sobre los usos y abusos de los respiradores (2):

- 7.1. Evaluación de las concentraciones y características fisicoquímicas de los contaminantes presentes en el ambiente de trabajo.
- 7.2. Selección adecuada de los equipos de protección respiratoria.
- 7.3. Normas escritas sobre la selección, uso y mantenimiento de los diferentes tipos de respiradores.
- 7.4. Entrenamiento del personal acerca del uso adecuado y del buen mantenimiento de estos equipos.
- 7.5. Asignación individual de los equipos de protección respiratoria para que cada trabajador pueda responder por él y por su buen mantenimiento.
- 7.6. Programa establecido de limpieza, desinfección y mantenimiento periódicos, de acuerdo a la frecuencia de utilización.
- 7.7. Almacenamiento apropiado para evitar su deterioro y para que estén disponibles para su uso rutinario o en emergencias.

- 7.8. Inspección periódica programada de todos los equipos por parte del responsable del programa para obtener el cumplimiento de los puntos anteriores.
- 7.9. Vigilancia médica de las personas que tienen oficios que requieren el uso de respiradores, y análisis de las operaciones que exigen esfuerzo físico, ya que algunas investigaciones (7) han comprobado que los respiradores que imponen resistencia a la respiración producen una limitación en la intensidad máxima del ejercicio.
- 7.10. Evaluación periódica del programa de protección respiratoria para conocer sus beneficios y fallas y hacer las correcciones correspondientes.

## BIBLIOGRAFIA

1. **Strasser, A. L.** Engineering, sampling, and surveillance: a team approach to respiratory protection. *Occupational Health & Safety* 47 (4): 11-13, July/August 1978.
2. **Vanchuk, J. T.** What steps must be taken to establish a respiratory protection program? *Occupational health safety* (47(4): 26-29, July/August 1978.
3. **American Conference of Governmental Industrial Hygienists.** Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the workroom environment for 1981.
4. **White, J.M.** Respirator fitting: the key to protecting workers. *Occupational Health & Safety* 47 (4): 22-25. July/August 1978.
5. **Acme Protection Equipment Co.** How to select a Mask. Catálogo sobre protección respiratoria.
6. **Rajhans, G.S.** Employee education, management support can halt respirator abuse. *Occupational Health & Safety* 47(4): 30-34, July/August 1978.
7. **Scottdeno, N., Kamon, E., Kiser, D. M.** Physiological responses to resistance breathing during short and prolonged exercise. *American Industrial Hygiene Association Journal* 42(8): 616-623, August 1981.