

M Ó D U L O 1 0

# Exposición a sustancias tóxicas

*Kathy L. Leham-Huskamp | William J. Keenan | Anthony J. Scalzo*





# Exposición a sustancias tóxicas

*Kathy L. Leham-Huskamp, MD*

*William J. Keenan, MD, FAAP*

*Anthony J. Scalzo, MD*

## INTRODUCCIÓN

Durante el siglo XX, se produjeron por primera vez armas químicas y biológicas a gran escala. En la Primera Guerra Mundial se recurrió a armas químicas, en la forma de gases tóxicos, como cloro, cianuro y arsénico. A partir de eventos recientes, como el ataque aéreo que destruyó las Torres Gemelas en Nueva York, ha aumentado el temor por posibles ataques terroristas en gran escala. En consecuencia, ha aumentado el interés por la preparación para desastres, en especial aquellos que involucran agentes químicos y biológicos. La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (*Federal Emergency Management Agency, FEMA*) de Estados Unidos recomienda aplicar un enfoque amplio, para “todo tipo de peligros”, en la planificación de la respuesta a las emergencias. Esto significa crear un plan que contemple simultáneamente los ataques terroristas y las emergencias sanitarias más probables, como terremotos, inundaciones, eventos peligrosos no intencionales y brotes epidémicos de infecciones. La mayoría de las exposiciones a sustancias peligrosas a gran escala está determinada por el tipo de las principales industrias establecidas en una región específica y/o el riesgo de diferentes tipos de desastres naturales en esa región. Por ejemplo, uno de los mayores desastres de la historia causados por el hombre ocurrió en 1984 en Bhopal, India, donde un escape en la fábrica de pesticidas de Union Carbide liberó toneladas de gas de metilisocianato en una zona densamente poblada, por lo que murieron muchos miles de personas y más de 250.000 sufrieron lesiones. Este capítulo brinda lineamientos generales para las intervenciones necesarias en desastres que involucran la exposición a tóxicos.



## LA VULNERABILIDAD DE LOS NIÑOS

### OBJETIVOS

- Reconocer la mayor vulnerabilidad de los niños expuestos a sustancias tóxicas.
- Analizar las causas de la mayor vulnerabilidad de los niños a las sustancias tóxicas.

El riesgo de exposición en numerosas emergencias toxicológicas es mayor entre los niños debido a ciertas diferencias respecto a los adultos (**Cuadro I**). La menor estatura puede aumentar la vulnerabilidad de los niños en comparación con los adultos. Muchos agentes químicos son más densos o pesados que el aire por lo que cerca del suelo las concentraciones son

### 1 CUADRO I. Factores que aumentan la vulnerabilidad de los niños ante desastres toxicológicos

- Menor talla
- Mayor relación superficie cutánea masa corporal
- Piel menos queratinizada
- Volumen minuto respiratorio más elevado
- Menor reserva hídrica
- Inmadurez motriz

más altas. Este principio se aplica a la contaminación nuclear. Una persona de talla baja está expuesta a mayores concentraciones de sustancias químicas o de radiación simplemente por estar más cerca del suelo.

También, la superficie cutánea en relación con la masa corporal de los niños es mayor que la de los adultos. Esto aumenta el riesgo de absorción de tóxicos a través de la piel. La mayor superficie cutánea en relación con la masa corporal y la menor cantidad de grasa subcutánea de los niños aumentan el riesgo de hipotermia durante la descontaminación. La piel de los niños está menos queratinizada, lo que permite que las sustancias corrosivas causen lesiones más importantes. El volumen minuto respiratorio en relación con la masa corporal es más alto en los niños que en los adultos. Por consiguiente, los niños están más expuestos a los tóxicos gaseosos o en aerosol.

Por tener menor reserva hídrica que los adultos, están más expuestos a la deshidratación como consecuencia de los vómitos y la diarrea asociados con las exposiciones a sustancias tóxicas o a enfermedades transmitidas por alimentos. Además, por la inmadurez motriz es menos probable que salgan por sí mismos de una situación peligrosa.



El riesgo de exposición en numerosas emergencias toxicológicas es mayor entre los niños debido a ciertas diferencias respecto a los adultos.

# RESPUESTA FRENTE A LAS SITUACIONES DE DESASTRE TOXICOLÓGICO

## OBJETIVOS

- Identificar los objetivos básicos de la preparación para los desastres toxicológicos.
- Delinear las prioridades para la división del sitio del desastre y la atención de los pacientes cuando ha ocurrido un evento que involucra sustancias peligrosas.
- Definir una sustancia peligrosa.
- Enumerar los factores por considerar en la planificación y la respuesta ante un desastre toxicológico.

aspecto importante para la preparación previa, en el caso de los desastres toxicológicos este punto tiene aún mayor relevancia. En el **Cuadro 2** se enumeran los objetivos básicos de la preparación para desastres toxicológicos.

## Prioridades en la respuesta a una situación de desastre toxicológico

El propósito inicial al enfrentar cualquier tipo de desastre es brindar seguridad al personal médico y socorrista, al mismo tiempo que se salva la mayor cantidad de vidas posible. Ciertos principios universa-

El propósito inicial al enfrentar cualquier tipo de desastre es brindar seguridad al personal médico y socorrista, al mismo tiempo que se salva la mayor cantidad de vidas posible.

## Preparación para un desastre toxicológico

Como ante todo tipo de desastre, en los sucesos en los que está involucrada una sustancia tóxica, la preparación previa es fundamental para minimizar los efectos nocivos del tóxico sobre las víctimas, los socorristas y otro personal de emergencias. Además, es fundamental adoptar las medidas necesarias para evitar la contaminación tóxica de los sectores no expuestos de la comunidad.

Es importante recordar que las sustancias involucradas en este tipo de desastres son muy variadas, así como sus efectos. Reconocer rápidamente la sustancia es fundamental para tomar las conductas adecuadas de manera oportuna.

Si bien la educación de la comunidad en relación con los desastres es siempre un

## 2 CUADRO 2. Objetivos de la preparación para desastres toxicológicos

- Anticipar una gran variedad de desastres.
- Conocer los signos y los síntomas de síndromes toxicológicos, o contar con recursos fácilmente accesibles para identificar con rapidez estos síndromes.
- Adquirir las aptitudes y la práctica para tratar adecuadamente los trastornos y las lesiones asociados con las exposiciones a tóxicos.
- Prepararse para reaccionar de manera racional y eficaz, detectando y minimizando los peligros para la seguridad del personal de rescate.
- Ofrecer a la comunidad educación anticipatoria y prospectiva sobre los niveles adecuados de preocupación y de respuesta a cada tipo de desastre toxicológico.

les, aplicables en el abordaje de desastres de cualquier tipo, contribuyen a lograr ese propósito. Primero, se debe establecer una cadena de mando. El comandante del incidente tendrá que supervisar la escena y comunicarse con un hospital base cercano. En sucesos relacionados con sustancias peligrosas, un médico toxicólogo, de estar disponible, debería ser designado como coordinador médico del puesto de mando (ver Módulo 3). Se debe establecer contacto con el centro de control de intoxicaciones regional para que participe en la respuesta. Todos los trabajadores de la salud que llegan primero a la escena deben respetar estrictamente la cadena de mando.

La siguiente tarea consiste en establecer zonas adecuadas para el manejo del desastre (**Cuadro 3**). Esas zonas dependerán del tipo de desastre. La principal, la *zona caliente*, es, en esencia, el lugar del desastre, donde persisten riesgos como incendios continuos, caída de desechos o exposición a materiales peligrosos. El perímetro de la zona caliente se debe marcar con una cinta o cuerda, si las hay. El comandante del incidente debe determinar a quiénes se les permite acceder a la zona caliente. En general, en esta zona no se debe brindar tratamiento médico. Si es necesario, se deberá establecer una *zona de descontaminación* o *zona tibia*, inmediatamente al lado de la zona caliente. El perímetro de la zona de descontaminación también se debe marcar con una cinta o cuerda. Esta zona está contaminada con materiales peligrosos; en ella se puede estabilizar y descontaminar a las víctimas. Idealmente, debe estar ubicada contra el viento, por encima en la ladera o corriente arriba en relación con la zona caliente.

La siguiente es la *zona de apoyo* o *zona fría*, que se establecerá más allá de la zona de descontaminación. En esta zona no debería haber riesgo de contaminación secundaria de los equipos, las víctimas y el personal. En ella se realizará el tratamiento definitivo de los pacientes y el *triage*. Es típico que en esta zona se instale el centro de comando del incidente. No se debe permitir el acceso del público o de los medios a cualquiera de estas zonas.

Un factor decisivo en el manejo de la escena del desastre es impedir las entradas y salidas no autorizadas en/de estas zonas. En caso de grandes desastres, probablemente las autoridades locales no tengan suficiente capacidad de vigilancia, por lo que se requerirá la intervención de las fuerzas armadas o de un equivalente de la Guardia Nacional para mantener la seguridad.

Si se sospecha que en una escena de desastre existe material peligroso (*hazardous materials*, HAZMAT), se debe verificar



No se debe permitir el acceso del público o de los medios a cualquiera de estas zonas.

### 3

#### CUADRO 3. Sectores que se deben establecer en el sitio de desastre

- Zona caliente
  - Posible exposición persistente
  - Equipo de protección completo
  - Posible *triage* inicial
- Zona de descontaminación (en el sitio y/o el hospital)
  - Retirar la ropa contaminada
  - Lavar con chorros de agua
  - Protección térmica para los niños
- Zona de apoyo
  - Evaluación
  - Estabilización
  - Triage*



Si se sospecha que en una escena de desastre existe material peligroso, se debe verificar si se ha liberado este material e identificar la sustancia en cuestión lo antes posible.

si se ha liberado este material e identificar la sustancia en cuestión lo antes posible. Se definen como sustancias peligrosas aquellas capaces de causar daño a personas, a la propiedad o ambiente. La liberación de sustancias peligrosas puede incluir una gran cantidad de tóxicos. Se debe movilizar cuanto antes personal entrenado y equipos adecuados. Ante la primera sospecha de un incidente con materiales peligrosos, los socorristas deben pedir más ayuda, específicamente un equipo de respuesta HAZMAT, si lo hay. Para un incidente con materiales peligrosos se requerirán las tres zonas (caliente, de descontaminación y de apoyo).

El personal de servicios médicos de emergencia (SME) debe orientar su planificación sobre la base de seis importantes factores:

- La cantidad de víctimas con problemas médicos puede ser abrumadora.
- Es probable que haya más individuos capaces de deambular y sin heridas, pero asustados, que víctimas con lesiones verdaderas.
- Los signos y los síntomas pueden aparecer de manera aguda (e.g., en el accidente en Bophal, India, o el ataque con gas sarín en Tokio).
- Los signos y síntomas pueden demorar en aparecer (e.g., gas fosgeno).
- Numerosos tóxicos pueden estar involucrados en un mismo incidente.
- Los miembros de los SME pueden volverse víctimas si no están debidamente protegidos o si ocurren fenómenos inesperados (e.g., atentado terrorista del 11 de setiembre en las Torres Gemelas).



# EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

## OBJETIVOS

- Describir los diferentes tipos de equipos de protección para el personal de rescate.
- Reconocer los distintos niveles de protección que brindan los diferentes equipos.
- Describir la conducta inicial en desastres que involucran material radiactivo.
- Considerar los factores climáticos y geográficos en la escena del desastre.
- Describir los pasos a seguir luego de usar los equipos de protección.

## Niveles de protección de los equipos para el personal de rescate

Los incidentes con materiales peligrosos requieren equipos de protección personal (EPP). La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency, EPA) ha establecido cuatro niveles de protección para el EPP (**Tabla I y Figura 1**). El nivel A, el más alto, prevé la protección de las vías respiratorias y de la piel, y contra el vapor. Exige que los trabajadores sanitarios lleven debajo de su traje protector un equipo de respiración autónoma, conocido también como respirador con purificador de aire motorizado. El nivel B proporciona la máxima protección de las vías aéreas, menos protección de la piel y ninguna protección contra el vapor. El nivel C ofrece la misma protección cutánea que el nivel B, pero menos protección para la vía aérea. El nivel D equivale

al uniforme de rutina de los trabajadores sanitarios y por ello no es adecuado para un incidente que involucre materiales peligrosos. Los EPP suelen ser voluminosos y molestos, por lo que obstaculizan no sólo el manejo de pacientes, sino también procedimientos de por sí dificultosos, como las punciones venosas en niños. Los trajes del nivel A con equipo para respiración autónoma brindan protección respiratoria sólo durante aproximadamente 20 minutos, según el volumen de oxígeno del tanque.

Para utilizar EPP es necesario entrenamiento especial. No se debe permitir que un socorrista no entrenado adecuadamente use EPP en una situación de desastre. El comandante del incidente y el responsable del control médico decidirán qué nivel de protección se requiere en cada zona.

En desastres que involucren sustancias radiactivas, los primeros socorristas deben acercarse al sitio con cautela y, en lo posible, desde un lugar más alto y en contra del viento hacia la escena del desastre. Lo ideal es que utilicen una



No se debe permitir que un socorrista no entrenado adecuadamente use equipos de protección personal en una situación de desastre.

**TABLA I.** Niveles de protección de los diferentes equipos para el personal de rescate

Nivel	Grado de protección
A	Vías aéreas, incluido vapor; piel
B	Vías aéreas; piel (menor)
C	Vías aéreas (menor); piel (igual que B)
D	Sin protección especial

FIGURA I. Niveles de los equipos de protección personal



máscara que cubra por completo la cara, con filtro HEPA (*High Efficiency Particulate Air*). Los socorristas sin este tipo de máscara pueden respirar a través de un paño o un pañuelo húmedo. El personal de rescate debe usar vestimenta a prueba de salpicaduras, con los guantes y las medias asegurados por debajo de la ropa. Todas las aberturas (cuello, puños, etc.) deben estar firmemente aseguradas con cinta adhesiva. Se debe usar otro par de guantes sobre el primero; los exteriores se deben poder retirar y reemplazar con facilidad. Asimismo, se debe usar cubre calzado impermeable. En lo posi-

ble, conviene que los rescatistas lleven consigo dosímetros de radiación prendidos en el lado de afuera de la ropa, donde se pueden leer fácilmente. Todos los dispositivos para medir la radiación deben estar cubiertos por bolsas plásticas antes de entrar en una zona contaminada. La recolección de polvo radiactivo tras un desastre con liberación de sustancias radiactivas debe ser reconocida como un riesgo importante de contaminación. Los rescatistas no deben fumar, comer ni beber mientras permanezcan en el lugar. Los socorristas son a menudo susceptibles al agotamiento por calor.



La recolección de polvo radiactivo tras un desastre con liberación de sustancias radiactivas debe ser reconocida como un riesgo importante de contaminación.

Se les debe brindar agua sólo en recipientes cerrados.

Tras cualquier exposición a sustancias tóxicas o radioactivas, los primeros socorristas deben limpiar todos los elementos no descartables con solución de hipoclorito de sodio al 5% (1 parte de lejía de uso doméstico en 9 partes de agua). La ropa de protección utilizada debe ser

colocada en bolsas y desechada en un recipiente de residuos con un rótulo que indique “residuos tóxicos”. A continuación, los socorristas se deben lavar con abundante agua y jabón.

En las zonas sin riesgo de contaminación secundaria se deben practicar las precauciones universales de contacto (guantes y máscara facial).

# ABORDAJE GENERAL DEL PACIENTE EXPUESTO A TÓXICOS

## OBJETIVOS

- Analizar la evaluación y el tratamiento inicial de los niños expuestos a sustancias tóxicas.
- Analizar la importancia de la descontaminación en desastres toxicológicos.
- Describir el proceso de descontaminación.

El concepto de tratar primero al paciente, no al tóxico, es fundamental.

Las manifestaciones clínicas de las exposiciones a tóxicos pueden ser muy variadas. Independientemente de que el niño se presente como un “caso clásico” o como un síndrome toxicológico parcial, no se puede descartar o subestimar la gravedad de la exposición y de la enfermedad resultante.

La decisión de estabilizar a un paciente antes de la descontaminación depende de la naturaleza del tóxico, de las necesidades del paciente y del riesgo de exposición para el personal sanitario. La determinación de las prioridades de tratamiento para cualquier víctima de una noxa tóxica, especialmente niños, debe comenzar con el ABC: vía aérea (*airway*), respiración (*breathing*) y circulación (*circulation*).

El concepto de tratar primero al paciente, no al tóxico, es fundamental.

Evaluar la vía aérea y mantenerla permeable es siempre el primer paso. Se debe asegurar la respiración y la ventilación adecuadas (colocar al paciente al aire libre, administrar suplemento de oxígeno y/o asistencia respiratoria con presión positiva, según esté indicado). Se puede determinar si la circulación es adecuada examinando el color de la piel, el llenado capilar, el pulso y la presión arterial (ver Módulo 4, “Politraumatismo pediátrico”).

El paciente puede ser sometido a procedimientos de descontaminación sólo una vez que se haya establecido que la vía aérea, la respiración y la circulación son adecuadas.

Se debe realizar el examen físico completo, prestando mucha atención a olores en el aliento o la piel que puedan ayudar a establecer el diagnóstico. En el contexto hospitalario, se deben realizar los estudios de laboratorio básicos, como determinación de gases en sangre arterial o venosa, electrolitos, nitrógeno uréico y creatinina, cuando sea posible o práctico. Las manifestaciones clínicas de las exposiciones a tóxicos pueden ser muy variadas. Independientemente de que el niño se presente como un “caso clásico” o como un síndrome toxicológico parcial, no se puede descartar o subestimar la gravedad de la exposición y de la enfermedad resultante. Las manifestaciones clínicas pueden aparecer de manera retardada, por lo tanto, se debe planear el control adecuado.

En el caso de ingestión de químicos, los vómitos inducidos pueden agravar la lesión. Por el contrario, se debe estimular a los pacientes conscientes a que tomen de 120 a 240 ml de agua. Los pacientes que han ingerido sustancias tóxicas deben ser enviados de inmediato a un servicio de salud. Los vómitos que pueden contener sustancias químicas son considerados tóxicos. Cuando ya se han producido vómitos, se debe limpiar el vómito con

toallas y guardar éstas en bolsas dobles. Es importante ofrecer bolsas desechables a los pacientes que han padecido ingestiones tóxicas y manifiestan náuseas a fin de recolectar el posible vómito.

### Descontaminación

La descontaminación es necesaria en cualquier desastre en el cual se sospeche exposición a tóxicos. El objetivo de la descontaminación es evitar que se prolongue el contacto del paciente con el tóxico y prevenir la contaminación del personal sanitario. En todos los pacientes estables se debe determinar la necesidad de descontaminación antes de continuar con la evaluación, el *triage* o el tratamiento. Habitualmente, la descontaminación es más importante en las exposiciones a sustancias químicas o radiactivas que en las exposiciones a agentes biológicos.

Es improbable que las víctimas expuestas sólo a gas o vapor, sin irritación cutánea u oftalmológica local ni condensación de gas en la ropa, generen contaminación secundaria. En estas circunstancias se puede permitir que algunos pacientes se dirijan directamente a la zona de apoyo. En cualquier otro caso se debe proceder a la descontaminación inmediatamente después de que la víctima ha sido estabilizada. En general, es poco recomendable que un paciente en estado general grave sea enviado al hospital antes de la descontaminación, porque deberá ser sometido a este proceso antes de ingresar al hospital. Además, el paciente contaminado genera riesgo de contaminación entre los profesionales sanitarios, el equipo de emergencia y el vehículo de transporte. Si el paciente es transportado sin ser descontaminado, el personal de traslado debe utilizar vestimenta de pro-

tección y se debe proteger el equipo del vehículo. También se debe informar al hospital que llegará un paciente que requerirá descontaminación. El área de descontaminación del hospital deberá estar preparada para recibir a ese paciente. La planificación hospitalaria debe considerar a los pacientes que llegarán desde el sitio del desastre caminando o transportados en vehículos particulares, y que también requerirán descontaminación.

En la zona de descontaminación las víctimas deben ser divididas en dos grupos: las que se pueden desvestir por sí solas y las que requieren ayuda para hacerlo. Se deben retirar todas las prendas y efectos personales, y guardarlos dentro de bolsas dobles. Los objetos deben ser colocados despacio y con cuidado en bolsas pequeñas. Esto es especialmente importante al manipular ropa con polvo radiactivo. Las bolsas deben ser rotuladas con el nombre, la dirección y el número de teléfono del paciente. En algunos desastres, los pacientes son considerados víctimas de un crimen. En estos casos es necesario registrar todos los datos claramente y conservar la evidencia.

Se debe enjuagar la piel y los cabellos desde la cabeza hacia los pies con chorros de agua durante 3-5 minutos, evitando que entre agua en los ojos o en la vía aérea. Si los ojos están irritados, se los debe enjuagar con chorros de agua o de solución salina durante al menos 5 minutos; retirar cualquier lente de contacto. Se debe lavar toda la piel por completo, con especial atención en los pliegues cutáneos, las axilas y los genitales. Se puede utilizar jabón suave para ayudar a retirar los contaminantes aceitosos. Si la cantidad de víctimas es muy grande, se deben considerar las duchas



El objetivo de la descontaminación es evitar que se prolongue el contacto del paciente con el tóxico y prevenir la contaminación del personal sanitario.



En general, es poco recomendable que un paciente en estado general grave sea enviado al hospital antes de la descontaminación.

para descontaminación comunes. Los niños son más sensibles a la lesión por frío cuando son sometidos a la descontaminación. Si es posible, se debe utilizar agua tibia para enjuagar la piel de los niños, secarlos rápido y arroparlos de manera adecuada. Siempre que sea posible, acumular el agua utilizada en la descontaminación en recipientes plásticos con rótulos que indiquen que son desechos tóxicos. Sin embargo, en los grandes desastres esto es menos prioritario. En el **Cuadro 4** se muestra la secuencia de descontaminación.

4

**CUADRO 4.** Secuencia de descontaminación

- Retirar la ropa, introducirla en bolsa doble, rotular
- Enjuagar toda la superficie corporal
- Proteger a los niños de la lesión por frío
- Eliminar de manera adecuada el agua contaminada

# DESASTRES NATURALES

## OBJETIVOS

- Analizar la asociación entre desastres naturales y la posible exposición a sustancias peligrosas.
- Describir las exposiciones a sustancias peligrosas observadas con más frecuencia en desastres naturales.
- Analizar el cuadro clínico y la conducta terapéutica de esas exposiciones.

## CASO I

Usted trabaja en un hospital de referencia. A las 2:30 de la mañana se produce un terremoto de magnitud de 7,0 en la escala de Richter. Han caído edificios y puentes en la zona céntrica de la ciudad aplastando a cientos de personas, mientras que otras son víctimas de explosiones e incendios. La dirección del hospital ha declarado un estado D (desastre).

Varias horas después del ingreso masivo inicial de pacientes con politraumatismos, quemaduras y otras lesiones, se presentan alrededor de 25 personas que llegaron al hospital por sus propios medios. Refieren cefaleas y náuseas, y algunos se sienten debilitados y algo mareados.

- **¿Cómo calificaría a estas personas? ¿Se los debe considerar como individuos sanos afectados emocionalmente o pueden haber padecido alguna exposición a tóxicos?**

Los socorristas y el personal médico se deben preparar para intervenir en los desastres naturales más frecuentes en su comunidad. Sin embargo, los desastres naturales pueden generar exposiciones a tóxicos. Por ejemplo, en julio de 2007, en el norte de Japón se produjo un terremoto de una intensidad de 6,6 en la escala Richter, que generó la filtración en el Mar de Japón de 1200 litros de agua radioactiva de una planta de energía nuclear. Cualquier fuerza de la naturaleza que altera el suelo y daña la estructura de los edificios circundantes puede liberar sustancias tóxicas. Las viviendas, por ejemplo, pueden tener filtraciones de gas natural, incendios originados por electricidad y daño de las cloacas. Todas estas situaciones pueden generar exposiciones secundarias y lesiones. El daño de instalaciones industriales de la zona puede causar exposiciones a sustancias tóxicas que afectan a gran cantidad de personas. En situaciones de desastre, los trabajadores de la salud deben estar atentos para detectar la acumulación de pacientes con cuadros clínicos que podrían sugerir una exposición en curso en el área afectada por el incidente.

## Terremotos y erupciones volcánicas

La mayoría de las muertes causadas por terremotos se deben a lesiones físicas, pero el personal médico debe estar atento a la aparición de cuadros clínicos causados por la exposición secundaria a tóxicos. Las réplicas esperables luego de un terremoto pueden causar mayor daño y lesiones. La mayoría de las muertes por



Cualquier fuerza de la naturaleza que altera el suelo y daña la estructura de los edificios circundantes puede liberar sustancias tóxicas.



La mayoría de las muertes causadas por terremotos se deben a lesiones físicas, pero el personal médico debe estar atento a la aparición de cuadros clínicos causados por la exposición secundaria a tóxicos.

erupciones volcánicas son secundarias a la lluvia de cenizas, que causa sofocación inmediata. La ceniza se mezcla con el moco y forma tapones en la vía aérea de gran calibre. Los sobrevivientes pueden manifestar tos, sibilancias, irritación ocular, ampollas cutáneas y debilidad muscular. Las erupciones volcánicas liberan grandes cantidades de gas con monóxido de carbono, dióxido sulfúrico, metano, gas sulfhídrico y fluoruro de hidrógeno. La mayoría de estos gases irrita intensamente la vía aérea y puede generar edema pulmonar.

### Incendios

Los incendios son muy frecuentes después de cualquier desastre natural. La inhalación de humo es la causa de la mayoría de las muertes. En un incendio se liberan muchos productos de la combustión (monóxido de carbono, ácido cianhídrico, amonio, cloro, fosgeno, etc.). A menudo es difícil determinar qué productos se han liberado; esto depende del tipo de material que se esté quemando. Las víctimas de inhalación de humo tienen alto riesgo de lesiones traqueobronquiales, con aumento de la resistencia de la vía aérea y broncoespasmo. Se debe considerar la intubación de los pacientes con cenizas alrededor de la boca y las narinas, disfonía, estridor o sibilancias. Habitualmente, las alteraciones pulmonares difusas tardan hasta 24 horas en manifestarse en la radiografía del tórax. La determinación de gases en sangre arterial, cuando es posible realizarla, mide el nivel de carboxihemoglobina del paciente. Si está elevado, el paciente tiene alto riesgo de padecer trastornos de la vía aérea por lo que, para protegerla, el médico debe considerar la intubación. Se debe eliminar rápidamente la ceniza de la piel y los ojos del paciente.



Las víctimas de inhalación de humo tienen alto riesgo de lesiones traqueobronquiales, con aumento de la resistencia de la vía aérea y broncoespasmo.

### Tóxicos frecuentes en desastres naturales

#### Monóxido de carbono

La intoxicación por monóxido de carbono es frecuente después de cualquier tipo de desastre natural. Los sistemas de escape de gas defectuosos o insuficientes por la utilización de calderas dañadas, generadores o cocinas de campaña o a leña son un riesgo frecuente después de un desastre de aparición aguda. Como el monóxido de carbono es incoloro e inodoro, las víctimas no se dan cuenta de que están expuestas al gas. Se deben tomar las precauciones universales que se contemplan frente a cualquier paciente. Las víctimas no exhalarán monóxido de carbono sino dióxido de carbono, por lo que no hay riesgo de contaminación secundaria.

Los síntomas de exposición a monóxido de carbono varían desde fatiga hasta pérdida total de la conciencia (según la gravedad de la exposición). Entre ellos se encuentran: confusión, cefalea, náuseas, mareo, disnea, coloración roja de la piel, especialmente en la cara. El monóxido de carbono se une a la hemoglobina y forma carboxihemoglobina, y ésta no libera tan rápidamente el oxígeno respecto a la oxihemoglobina normal. Así genera hipoxia tisular y celular a pesar de la coloración roja de la piel. En consecuencia, en las exposiciones intensas los pacientes pueden perder la conciencia por hipoxia y, si no son retirados del sitio de exposición, finalmente morirán. Cuando se sospecha intoxicación por monóxido de carbono, la conducta inicial más importante es retirar al paciente del sitio de exposición de modo que respire aire no contaminado. Si es posible, se debe administrar suplemento de oxígeno mediante máscara facial. Una vez en el hospital, ciertas pruebas de laboratorio pueden ser de utilidad. La medición del nivel de carboxihemoglobina permite el diagnóstico de



certeza. Se puede determinar el nivel de hemoglobina/hematocrito para detectar anemia subyacente, que puede complicar la terapia. Recuerde que la saturación periférica (oxímetro de pulso) da un valor falsamente normal, pues COHb tiene un espectro de luz muy similar al de la oxihemoglobina. Para tratar las intoxicaciones graves se han utilizado las cámaras de oxígeno hiperbárico, pero su disponibilidad es muy limitada y probablemente no sean de mucha utilidad en situaciones de desastre. Éstas, si están disponibles, eliminan el monóxido de carbono más rápidamente. (La vida media de los niveles de monóxido de carbono en el aire ambiental es 330 minutos y en las cámaras de oxígeno hiperbárico, 20 minutos)

### **Cianuro**

El efecto del monóxido de carbono se suma al del cianuro, que es liberado por la combustión de plásticos, lana, seda, nailon, goma sintética, papel y resinas de melamina. Se debe considerar la exposición a cianuro si en el incendio se han quemado materiales sintéticos o en pacientes con intoxicación por monóxido de carbono y acidosis metabólica. El cianuro tiene gran afinidad por el hierro férrico y causa hipoxia celular, con acidosis metabólica y aumento en la producción de lactato. Esto se debe a la alteración del metabolismo oxidativo en la mitocondria y afecta a todos los tejidos, sobre todo a los de mayor actividad metabólica, como el cerebro y el corazón. La presentación clínica de la intoxicación por cianuro muestra signos tempranos que incluyen taquipnea e hiperpnea, taquicardia, coloración roja de la piel, mareo, cefalea, náuseas y vómitos. Exposiciones más graves se asocian a depresión del sistema nervioso central, coma y crisis convulsivas. Se puede manifestar depresión respiratoria.

En general, los pacientes se presentan con disnea grave sin cianosis, incluso con coloración de la piel rojo intenso (debido a la falta de utilización periférica de oxígeno).

Las recomendaciones para el tratamiento de las víctimas en el lugar del incidente incluyen descontaminar, en particular a aquellas personas expuestas al agente en forma líquida, quitarles la ropa mojada y lavar su piel. Administrar oxígeno al 100% y brindar asistencia respiratoria si es necesario. Tratar las convulsiones con anticonvulsivantes como benzodiazepinas. Si la víctima muestra inestabilidad hemodinámica, administrar cristaloides isotónicos.

Una vez en el hospital, ciertas pruebas de laboratorio pueden ser útiles para tratar a estos pacientes. Las alteraciones más importantes incluyen acidosis metabólica grave, y desequilibrio aniónico debido al aumento del nivel de lactato.

Existen ciertas medidas terapéuticas específicas para el tratamiento de la intoxicación por cianuro. Inicialmente, los pacientes que han sufrido exposición grave pueden ser tratados con agentes metahemoglobinizantes, como el nitrato de amilo en ampollas, a fin de disociar el cianuro de la citocromo-oxidasa. Hay que tener precaución, porque este agente puede causar hipotensión y comprometer la capacidad de transportar oxígeno. Por otra parte, la ventaja es que su administración es muy sencilla y rápida,

También se ha sugerido el uso del tiosulfato de sodio, por ser eficaz y seguro. Se puede administrar cuando el diagnóstico todavía es incierto, en especial cuando existe inhalación de humo, con probable lesión pulmonar e intoxicación por monóxido de carbono.

Una vez confirmada la intoxicación por cianuro también puede ser tratada con hidroxocobalamina, que es más segura que los nitratos. Mientras que con el trata-



En las mordeduras de serpientes se debe lavar la herida con agua y jabón, y mantener la extremidad inmovilizada y por debajo del nivel del corazón.

miento adecuado y oportuno la intoxicación por cianuro puede tener una rápida recuperación, sin el tratamiento adecuado puede llevar rápidamente a la muerte.

### Venenos

El desplazamiento de animales después de desastres naturales a gran escala también puede generar exposición secundaria inesperada a venenos. El personal sanitario debe conocer los animales venenosos frecuentes en la región. Las serpientes son un problema especial y tanto los socorristas como el personal médico deben conocer las conductas adecuadas para las mordeduras. En el pasado se recomendaba realizar una incisión para abrir la mordedura, colocar hielo sobre la herida y ajustar un torniquete. En la actualidad estas recomendaciones ya no están

vigentes. En su lugar, se recomienda lavar la mordedura con agua y jabón, y mantener la extremidad inmovilizada y por debajo del nivel del corazón. Luego, el paciente debe ser transferido al hospital lo más rápido posible. Si la mordedura se produjo más de 30 minutos antes, se debe colocar una venda alrededor de la extremidad, 5-10 cm por encima de la herida. El vendaje debe estar poco ajustado, como para permitir colocar fácilmente un dedo por debajo. Aproximadamente el 30% de las mordeduras de serpiente contiene poco veneno o ninguno. Lo ideal es mantener al paciente en observación para detectar síntomas y signos de envenenamiento en un sitio donde se cuente de manera inmediata con el antídoto, que debe ser administrado ante la aparición de esos síntomas.

# DESASTRES CAUSADOS POR EL HOMBRE

### OBJETIVOS

- Describir las conductas ante la posible exposición a sustancias químicas en desastres causados por el hombre.
- Reconocer las principales características físicas de las sustancias tóxicas.
- Enumerar las posibles fuentes de agentes químicos tóxicos.
- Describir las características de las exposiciones a agentes biológicos.
- Analizar las características de las exposiciones a materiales radioactivos.
- Describir el cuadro clínico y el tratamiento de las exposiciones a materiales radioactivos.
- Analizar las características de los desastres termomecánicos.

La probabilidad de actos de terrorismo que involucren agentes biológicos, químicos o nucleares es baja, pero si éstos ocurren, los efectos pueden ser devastadores. En los desastres causados por el hombre, recolectar información de manera cuidadosa y comunicarla a las autoridades correspondientes pueden ser factores clave para ayudar a detectar y manejar el desastre. Los actos terroristas pueden ser muy evidentes, con una reacción casi inmediata frente al incidente. Por otra parte, tanto el ataque como los síntomas asociados pueden ser más sutiles. Así, las sospechas de los profesionales de la salud llevan a que las autoridades investiguen,

con el consiguiente reconocimiento del acto terrorista.

### Exposición a agentes químicos

Lo más probable es que los desastres que involucran la liberación de sustancias químicas estén relacionados con las industrias radicadas en la región, pero también pueden ser resultado de actos terroristas. Los síntomas y los signos de la exposición a agentes químicos en general se manifiestan bastante rápido y en poco tiempo llevan a la identificación de una zona caliente. Una vez que ésta ha sido identificada adecuadamente, se debe intentar por todos los medios posibles prevenir la contaminación secundaria. Es importante identificar la sustancia tóxica lo antes posible. Determinar el estado del agente químico (sólido, líquido o gaseoso) es muy útil. Otros indicios que pueden ayudar al diagnóstico son el color, olor o sabor de la sustancia. La **Tabla 2** brinda algunos ejemplos de identificación de agentes químicos mediante los sentidos.

El momento y el lugar, junto a la forma de aparición y el tipo de síntomas y signos, son muy útiles para determinar el riesgo y desarrollar el plan terapéutico. Cuando hay pocos individuos sintomáticos, las tareas que se realizaban en el momento de la aparición del cuadro clínico, o poco antes, pueden ser indicios fundamentales para determinar el tipo de exposición tóxica. En ciertas actividades se utilizan agentes químicos específicos y la identificación de la actividad de la vícti-



Los síntomas y los signos de la exposición a agentes químicos en general se manifiestan bastante rápido y en poco tiempo llevan a la identificación de una zona caliente.



Cuando hay pocos individuos sintomáticos, las tareas que se realizaban en el momento de la aparición del cuadro clínico, o poco antes, pueden ser indicios fundamentales para determinar el tipo de exposición tóxica.

ma alrededor del momento de aparición del cuadro clínico puede ayudar a construir una lista de posibles agentes químicos. En las **Tablas 3 y 4** se enumeran las fuentes de una amplia gama de posibles exposiciones a sustancias químicas.

Determinar la correspondencia de un conjunto de síntomas y signos con uno de esos síndromes puede ayudar a identificar el agente específico al que ha estado expuesto el paciente. Los socorristas que intervienen en el sitio del desastre deben contar con recursos adecuados para identificar los agentes químicos. Si es posible,

es conveniente comunicarse con un centro de intoxicaciones. El personal de esos centros puede brindar información útil para identificar el agente involucrado en la exposición y determinar la conducta terapéutica. Si no se cuenta con este tipo de centro de referencia, se deberán tomar las provisiones para contar con otro tipo de recurso de información. Por ejemplo, en Estados Unidos es posible conectarse telefónicamente o por Internet con Chemtrec (un centro de comunicación sobre materiales peligrosos) durante las 24 horas del día. Internet es un recurso

### CASO 2

Usted se encuentra de guardia en un hospital provincial y se reciben informes radiales de un posible desastre en una localidad cercana con una población de 10.000 habitantes. Testigos del incidente refieren que se produjo una explosión en una planta química cercana al pueblo cuando un pequeño avión se estrelló contra un tanque de depósito. Una nube de gas amarillo verdoso pasó por encima del pueblo donde cerca de 6000 personas fueron expuestas al gas.

Se reciben informes sobre cientos de víctimas inconscientes en el sitio del incidente y de otras que están siendo trasladadas en ómnibus y otros vehículos al servicio de urgencias de su hospital. Algunos refieren ardor en los ojos, epifora intensa, blefarospasmo y edema de párpados. Otros, pérdida de la visión. Muchas de las víctimas tienen dificultad respiratoria y tos. El personal de emergencias y los voluntarios civiles intentan entregar paños húmedos para la cara a las personas afectadas, pero son agredidos por víctimas desorientadas y angustiadas.

Usted recibe las primeras 75 víctimas que han sido trasladadas en ómnibus y algunas ambulancias con cuatro o cinco individuos que reciben oxígeno a través de máscaras faciales. Tienen tos y sibilancias, y se tapan los ojos y solicitan ayuda inmediata.

- a. **¿Cuál es su función en esta crisis?**
- b. **¿A quién debe informar la situación?**
- c. **¿Cuál es el gas tóxico que probablemente ha sido liberado en el incidente?**
- d. **¿Qué técnicas terapéuticas sencillas deben estar preparadas para aplicar?**
- e. **¿El desastre se debe a un accidente industrial o a un acto terrorista?**
- f. **¿Cómo se prepara para la atención de las víctimas?**
- g. **¿Qué elementos necesitará para tratar a las víctimas intoxicadas por el gas?**

**TABLA 2.** Detección de agentes químicos. Dar “sentido” a las armas químicas

Agente	Aspecto/color	Olor	Sabor
Ácido fluorhídrico		Lejía	
Ácido muriático (clorhídrico)		Lejía	
Ácido nítrico		Sofocante, dulce penetrante	
Ácido selenhídrico		Rábano picante	
Ácido sulfhídrico		Huevos podridos	
Acrilonitrilo		Desagradable, durazno dulce	
Acroleína		Sofocante, dulce, penetrante	
Alcohol alílico		Mostaza	
Amoniaco		Orina seca	
Arsénico		Ajo	Metálico
Arsina/estibina		Ajo, pescado	Insípido
Cesio (radiactivo)		Inodoro	Insípido
Cianuro	Gas incoloro o cristales	Almendras amargas (el 50% de la población es incapaz de detectar este olor por polimorfismos genéticos)	
Ciclosarín (GF)	Líquido incoloro	Dulce y mohoso, semejante a los melocotones (duraznos) o a la goma laca	
Cloro	Gas amarillo verdoso	Lejía	
Diborano		Dulce repulsivo	
Diisocianato de tolueno	Líquido amarillo pálido	Lejía, punzante	
Dióxido de nitrógeno		Lejía	
Flúor		Sofocante, dulce, penetrante	
Formaldehído		Intenso, sofocante, a vinagre	
Fosfina		Ajo, pescado	
Fósforo amarillo	Resplandor luminoso	Ajo	
Fosgeno/difosgeno		Maíz, pasto, heno recién segado	
Hidracinas		Orina seca	
Lewisita (gas vesicante)	Aceitoso, incoloro	Geranios	
Metano		Inodoro, pero el gas natural tiene mercaptano agregado	
Metilbromuro (gas neurotóxico)	Incoloro	Inodoro (ligeramente dulce a concentraciones altas)	
Metilhidracina		Orina seca	
Metilisocianato		Lejía	
Metilmercaptano		Repollo podrido	
Monóxido de carbono	Incoloro	Inodoro	
Mostazas/mostaza sulfúrica (agentes vesicantes)	Líquido aceitoso marrón a amarillo o incoloro (según el agente)	Ajo, pescado, mohoso, jabón, frutal (según el agente)	Mostaza

**TABLA 2. (Continuación)**

Agente	Aspecto/color	Olor	Sabor
Órgano fosforados		Ajo, aromático, tipo éster, azufrado (según el agente)	
Óxido de etileno		Dulce, similar al éter	
Óxido/dióxido de azufre		Olor a fósforo recién encendido	
Oxima de fosgeno	Gas blanco o incoloro	Lejía	
Soman (GD)		Ligero olor a alcanfor, algunos lo describen como frutal	
Tabun (GA)		Ligero olor frutal	
Tolueno	Incoloro	Aromático, olor dulzón como la bencina	
VX (agente nervioso) O-etil S-2-diisopropilaminoetil metilfosfonotiolato	Incoloro	Inodoro	

Adaptado de: "Chemical Terrorism: Diagnosis and Treatment"; póster elaborado por el Colegio Americano de médicos de emergencias (American College of Emergency Physicians).

**TABLA 3. Fuentes frecuentes de exposición a agentes químicos**

<p><b>Adhesivos:</b> Acrilonitrilo</p> <p><b>Alimentos:</b> Toxina botulínica (especialmente miel y productos envasados en el hogar)</p> <p><b>Anticorrosivos:</b> Hidracinas Metilhidracinas</p> <p><b>Conservador de tejidos:</b> Formaldehído</p> <p><b>Detergentes:</b> Amoníaco</p> <p><b>Espumas aislantes:</b> Formaldehído</p> <p><b>Esterilización de instrumental médico:</b> Óxido de etileno</p> <p><b>Fertilizantes:</b> Amoníaco</p> <p><b>Fotografía:</b> Cianuro</p> <p><b>Fumigaciones</b> (pesticida gaseoso que se distribuye en un área determinada para combatir pestes o malezas): Acrilonitrilo Cianuro Óxido de etileno Fosfina</p> <p><b>Fungicidas:</b> Formaldehído</p>	<p><b>Germicidas:</b> Formaldehído</p> <p><b>Grabado de cristales:</b> Ácido fluorhídrico</p> <p><b>Grabado de Metales:</b> Ácido nítrico</p> <p><b>Heridas:</b> Toxina botulínica</p> <p><b>Limpiadores de metal:</b> Ácido nítrico</p> <p><b>Limpiadores/desinfectantes:</b> Cloro</p> <p><b>Pesticidas</b> (líquido en aerosol aplicado directamente sobre las plantas para combatir pestes o malezas): Alcohol alílico Amoníaco Organofosforados</p> <p><b>Piscinas:</b> Cloro</p> <p><b>Removedor de herrumbre:</b> Ácido fluorhídrico</p> <p><b>Solventes:</b> Hidracina Metilhidracina</p> <p><b>Tinturas:</b> Acrilonitrilo</p>
--	---

**TABLA 4.** Exposiciones a sustancias químicas industriales frecuentes

<p><b>Acero:</b> Ácido selenhídrico</p> <p><b>Biocidas:</b> Acroleína</p> <p><b>Cloro:</b> Cloro Ácido clorhídrico</p> <p><b>Cloruro de vinilo:</b> Ácido clorhídrico</p> <p><b>Combustible para cohetes:</b> Flúor Hidracina Metilhidracina Metilmercaptano</p> <p><b>Combustibles:</b> Acroleína</p> <p><b>Electrónica:</b> Arsina Estibina</p> <p><b>Explosivos:</b> Amoniaco Acido nítrico Dióxido de nitrógeno</p> <p><b>Extracción de minerales:</b> Cianuro</p> <p><b>Farmacéutica:</b> Acroleína</p> <p><b>Fertilizantes:</b> Acido nítrico</p> <p><b>Fluoruros y fluorocarbonos:</b> Flúor</p> <p><b>Fungicidas:</b> Metilmercaptano</p> <p><b>Galvanoplastia:</b> Cianuro</p> <p><b>Goma sintética:</b> Acroleína Ácido clorhídrico Ácido selenhídrico</p>	<p><b>Papel:</b> Cianuro Formaldehído</p> <p><b>Perfumes:</b> Alcohol alílico</p> <p><b>Pesticidas:</b> Metilsocianato Metilmercaptano</p> <p><b>Plásticos:</b> Alcohol alílico Cianuro Ácido selenhídrico</p> <p><b>Pólvora:</b> Acido nítrico</p> <p><b>Propulsión de cohetes:</b> Diborano Óxido de etileno</p> <p><b>Refinación de metales:</b> Ácido clorhídrico</p> <p><b>Resinas:</b> Alcohol alílico</p> <p><b>Semiconductores:</b> Arsina Estibina Diborano Ácido fluorhídrico Fosfina</p> <p><b>Síntesis de etilenglicol:</b> Óxido de etileno</p> <p><b>Textiles:</b> Acroleína Cianuro</p> <p><b>Vidrio:</b> Ácido selenhídrico</p>
--	---

muy valioso cuando existe incertidumbre (ver en la Bibliografía sugerida otros recursos en Internet). En el Apéndice –Glosario de los agentes químicos– al final de este módulo se pueden encontrar

más detalles sobre agentes químicos específicos y el tratamiento de sus efectos tóxicos. A modo de ejemplo, se analiza a continuación la exposición a un agente químico relativamente frecuente.



La intensidad del olor del producto liberado no es un buen indicador de la gravedad de la exposición.



Algunos pacientes pueden manifestar los síntomas de intoxicación varias horas después de la exposición al gas cloro.

### Cuadro clínico de la intoxicación por gas cloro

El gas cloro es muy irritante y puede ser corrosivo para las mucosas y los ojos en concentraciones como las relacionadas con las exposiciones por accidentes industriales. La gravedad de la exposición depende de diversos factores, como la concentración del agente y la duración de la exposición. Se debe recordar que la intensidad del olor del producto liberado no es un buen indicador de la gravedad de la exposición, a pesar de que se cree lo contrario. La **Tabla 5** muestra los efectos esperados de acuerdo con los diferentes niveles de exposición al gas cloro.

En el caso del gas cloro, la enfermedad cardiopulmonar previa y el contenido de agua en los tejidos expuestos son factores específicos que determinan la gravedad de la exposición. En las exposiciones graves pueden aparecer bastante rápido irritación pulmonar, edema pulmonar y muerte. Los individuos que sobreviven a exposiciones graves pueden padecer disfunción pulmonar como secuela, manifestada por enfermedad reactiva de las vías aéreas y volúmenes residuales bajos. Es

improbable que exista corrosión con las concentraciones liberadas en la producción accidental de gas cloro en el hogar al mezclar lejía con un limpiador que contenga ácido (e.g., habitualmente <1 parte por millón [ppm]). Sin embargo, a menudo se utiliza el valor de 1 ppm como nivel de exposición breve de 15 minutos al cloro en el contexto de la medicina laboral. Las exposiciones menores habitualmente causan sensación leve de ardor en el tórax, tos, epifora y taquicardia. Por lo general, no requieren otro tratamiento que retirar al paciente de la exposición, y el cuadro clínico desaparece en 1-6 horas. Algunos pacientes pueden manifestar los síntomas de intoxicación varias horas después de la exposición al gas cloro. Esto es similar con otros agentes químicos. En el Apéndice se puede encontrar más información sobre el momento de manifestación del cuadro clínico en diversas exposiciones tóxicas.

#### *Tratamiento de la exposición al gas cloro*

Se recomienda que las víctimas respiren aire fresco inmediatamente y reciban oxígeno por máscara facial. También, que se les enjuagen los ojos en las zonas de des-

**TABLA 5.** Efectos esperados de acuerdo con los diferentes niveles de exposición al gas cloro

Nivel de exposición en ppm	Efectos tóxicos de la exposición al gas cloro
0,5 ppm	Se puede detectar el gas cloro en el aire ambiental por el olor penetrante. La exposición crónica a estos niveles puede generar anosmia (pérdida del olfato)
1 ppm	Irritación de la vía aérea, sequedad y aspereza de la garganta, tos, disnea de leve a moderada
15 ppm	Disnea grave y cefaleas intensas
30 ppm	Tos intensa, dolor torácico, náuseas, vómitos y shock
1000 ppm	Muerte inmediata con unas pocas respiraciones de aire con esta concentración

ppm: partes por millón.



contaminación y de apoyo en el sitio del incidente. Además, las víctimas que manifiestan síntomas en el servicio de urgencias deben recibir suplemento de oxígeno y broncodilatadores. Se sugiere administrar bicarbonato de sodio por inhalación, aunque todavía no se ha comprobado su eficacia a través de la evidencia. Los pacientes refieren mejoría con estas intervenciones terapéuticas.

Varias series de casos, no controlados, han mostrado que las nebulizaciones con bicarbonato de sodio a concentraciones del 3,75 al 5% son eficaces. Algunos autores apoyan esta conducta terapéutica sobre la base de la supuesta neutralización de ácido clorhídrico cuando el cloro reacciona con el agua dentro de la vía aérea. Se debe administrar una nebulización con solución de bicarbonato de sodio al 3,75% mediante nebulizador portátil. La solución se prepara diluyendo 2 ml de la solución pediátrica estándar de bicarbonato de sodio (8,4%) para administración intravenosa (IV) en 2,25 ml de solución salina normal (solución fisiológica). Las concentraciones bajas (3,75-4%) de bicarbonato de sodio no producen la reacción exotérmica esperada cuando se utilizan concentraciones altas. En un estudio con animales, el bicarbonato de sodio mejoró el intercambio gaseoso, pero no hubo diferencias en la histopatología pulmonar ni en la mortalidad a las 24 horas.

### Exposición a agentes biológicos

Los agentes biológicos utilizados como armas de guerra tienen muchas posibilidades de afectar a grandes porciones de la población. El cuadro clínico asociado a los distintos agentes se manifiesta de manera más lenta que el causado por la intoxica-

ción con sustancias químicas. Por lo tanto, los pacientes se presentarán en diferentes momentos y sitios. A diferencia de los desastres que involucran agentes químicos, puede ser extremadamente difícil, sino imposible, establecer una zona caliente.

En el caso de los niños, la situación se complica aún más porque puede ser difícil describir el cuadro clínico y determinar el momento de comienzo, según la edad del niño. Muchas de las terapias para agentes de guerra biológica no han sido estudiadas en niños y puede ser necesario ajustar las dosis terapéuticas al tamaño del niño. Cuando se sospecha un agente biológico, se recomienda consultar en el sitio de los CDC ([www.bt.cdc.gov](http://www.bt.cdc.gov)) las recomendaciones de tratamiento y profilaxis para niños. También se debe informar de inmediato a las autoridades locales y provinciales, para que se pueda iniciar la investigación de un posible brote y se puedan instituir las medidas adecuadas de control de infecciones. Los CDC han dividido los agentes biológicos en diferentes clases de acuerdo con la facilidad de utilización, la capacidad de generar daño y la facilidad de la transmisión del agente (**Cuadro 5**).

### Exposición a material radioactivo

El hombre está expuesto a las radiaciones de manera cotidiana. La radiación es producida por fuentes naturales o creadas por el hombre. El 80% de la exposición diaria se debe a fuentes naturales, como la luz solar (radiación gamma), gas radón (producido por la descomposición del uranio en el suelo) y los rayos cósmicos.

Las exposiciones frecuentes generadas por el hombre, en general bien toleradas,



En las exposiciones a agentes biológicos, los pacientes se presentarán en diferentes momentos y sitios. Puede ser extremadamente difícil, sino imposible, establecer una zona caliente.



Muchas de las terapias para agentes de guerra biológica no han sido estudiadas en niños y puede ser necesario ajustar las dosis terapéuticas al tamaño del niño.

## 5 CUADRO 5. Clasificación de los CDC de posibles armas de guerra biológica

- A.** Transmisión fácil, tasas de mortalidad altas, capacidad de gran impacto público, capacidad de causar pánico en la población y desorden social. Plantean el riesgo mayor a la seguridad nacional.
- Ántrax (*Bacillus anthracis*)
  - Viruela: viruela mayor (Virus de la viruela)
  - Peste bubónica (*Yersinia pestis*)
  - Tularemia (*Francisella tularensis*)
  - Fiebre hemorrágica (virus Ebola, Lassa, Machupo y Marburg)
  - Toxina del botulismo (toxina de *Clostridium botulinum*)
- B.** Diseminación relativamente sencilla, tasa de mortalidad baja.
- Brucelosis (*Brucella* spp.)
  - Toxina épsilon de *Clostridium perfringens*
  - Amenazas para la seguridad de los alimentos (*Salmonella* spp., *E. coli* 0157:H7, *Shigella* spp.)
  - Muermo y melioidosis (*Burkholderia mallei* y *pseudomallei*)
  - Psitacosis (*Chlamydia psittaci*)
  - Fiebre Q (*Coxiella burnetti*)
  - Toxina del ricino (*Ricinus communis*; castor, tártago)
  - Enterotoxina B del estafilococo
  - Tifus (*Rickettsia prowazekii*)
  - Encefalitis viral (alfavirus, encefalitis equina oriental, encefalitis equina occidental)
  - Amenazas a la seguridad del agua (*Vibrio cholerae*, *Cryptosporidium parvum*)
- B.** Patógenos emergentes que podrían ser modificados por ingeniería genética para posibilitar la diseminación masiva, facilidad de producción, tiene la posibilidad de generar altas tasas de morbimortalidad
- Virus Nipah
  - Hantavirus

Todos los líquidos corporales (orina, heces, vómito, etc.) de los pacientes expuestos a material radioactivo pueden estar contaminados; por lo que deben ser manipulados como desecho tóxico y eliminados de la manera correspondiente.

den producir por filtraciones o daños en plantas de energía nuclear, o por la explosión de bombas nucleares o sucias. Estas últimas son dispositivos explosivos convencionales diseñados para liberar un radionucleido.

Como se mencionó en la Sección IV, se debe retirar con cuidado la ropa de los pacientes y se la debe colocar en bolsas dobles. El polvo radioactivo depositado en la ropa o sobre la piel puede ser fuente de mayor contaminación del paciente o de contaminación secundaria del personal sanitario. Todas las heridas abiertas deben ser lavadas cuidadosamente con agua y jabón para eliminar todo el polvo radiactivo que pudiera generar contaminación profunda de la herida. Todos los líquidos corporales (orina, heces, vómito, etc.) de estos pacientes pueden estar contaminados, por lo que deben ser manipulados como desecho tóxico y eliminados de la manera correspondiente.

Habitualmente, el tratamiento específico comienza en el hospital. Se debe realizar un hemograma completo lo antes posible, repetir el examen tres veces por día durante los siguientes 2 o 3 días para controlar la disminución del recuento de linfocitos. Se deben obtener muestras de hisopados de las fosas nasales y la piel, así como de orina y materia fecal, para detectar contaminación externa e interna. Es necesario informar al departamento de salud local, si los socorristas aún no lo han hecho.

Se debe calcular la dosis de radiación individual que han recibido los pacientes expuestos. Para esto, el personal médico a menudo se basa en las características del cuadro clínico para determinar la magnitud de la exposición. En los casos de irradiación extensa hay que consultar con exper-

se producen por microondas, radiografías en los centros de salud y los televisores. La mayoría de las exposiciones a radiaciones no son percibidas por los sentidos humanos. Los desastres nucleares se pue-

tos para que realicen una determinación precisa de la dosis de radiación recibida por el paciente. La irradiación de todo el cuerpo equivale a 1 gray (Gy). El Gy es una unidad del Sistema Internacional equivalente a 100 rads (del inglés, *radiation absorbed dose*). El Cuadro 6 enumera los datos clínicos útiles para determinar la magnitud de la exposición del paciente.

Las exposiciones más elevadas se asocian a aparición más rápida del cuadro clínico y a mayor intensidad de los síntomas. El síndrome agudo por radiación tiene cuatro fases: pródromo, latencia, manifestación de enfermedad y recuperación. Los pacientes con altos niveles de exposición radiactiva pueden experimentar todas estas fases en

6

### CUADRO 6. Indicadores de la magnitud de la exposición a material radioactivo

- Momento de aparición de las náuseas y los vómitos
- Grado de disminución del recuento absoluto de linfocitos
- Aparición de aberraciones cromosómicas en linfocitos de sangre periférica

las horas previas a su muerte. Se puede utilizar la duración de la fase de latencia para estimar de manera aproximada la magnitud de la exposición. La Tabla 6 muestra una breve descripción de cada fase.

**TABLA 6.** Fases del síndrome agudo por radiación

Fase	Duración/Momento de aparición	Descripción
Pródromo	De horas a días	Náuseas y vómitos
Latencia	De días a semanas	Desaparición completa de los síntomas. La duración de esta fase es inversamente proporcional a la magnitud de la exposición. 1. Algunas horas: 20–40 Gy 2. Algunos días a semanas: 6–8 Gy 3. De 2 a 6 semanas: 0,7–4 Gy
Manifestación de la enfermedad	Habitualmente 3 <sup>a</sup> -5 <sup>a</sup> semanas; con las exposiciones más intensas comienza antes	Inmunosupresión intensa; según la intensidad de la exposición aparecen síndromes cerebrovascular, gastrointestinal (GI), hematopoyético y cutáneo. Posible neumonitis. En general, los pacientes que superan esta fase tienen probabilidad de sobrevivir. <b>1. Síndrome cerebrovascular</b> ( $\geq 15$ –20 Gy): convulsiones, shock cardiovascular, pérdida del control motor, letargo, hipertermia. <b>2. Neumonitis</b> ( $\geq 6$ –10 Gy): fibrosis pulmonar, cor pulmonale, aparece 1–3 meses después de la exposición. <b>3. Síndrome gastrointestinal</b> ( $\geq 6$ Gy): náuseas, vómitos, diarrea sanguinolenta, deshidratación con colonización bacteriana del tubo digestivo con sepsis posterior. <b>4. Síndrome hematopoyético</b> ( $\geq 1$ Gy): pancitopenia, inmunodeficiencia. Linfopenia máxima a los 8–30 días. Disminución del 50% de los linfocitos dentro de las primeras 24 horas, seguida de mayor disminución a las 48 horas sugiere exposición mortal. <b>5. Síndrome cutáneo:</b> quemaduras térmicas o por radiación, la superficie de piel afectada puede ser pequeña pero la penetración puede ser profunda. El edema asociado puede generar síndrome del compartimiento.
Recuperación	De semanas a meses	Desaparición del cuadro agudo. Los pacientes aún tienen efectos a largo plazo, como alto riesgo de cáncer.



Los niños son más susceptibles a la radiación, por lo que las dosis necesarias para generar cada posible evolución son menores que en el adulto.

Como se mencionó antes, el pronóstico de la exposición a la radiación está directamente relacionado con la magnitud de la radiación recibida por el paciente. Los niños son más susceptibles a la radiación, por lo que las dosis necesarias para generar cada posible evolución son menores. En la **Tabla 7** se muestran los probables pronósticos y la conducta terapéutica recomendada para cada nivel de radiación en adultos.

### Terapia con yoduro de potasio

Los yoduros radioactivos son isótopos liberados con frecuencia por las reacciones de plantas nucleares. La glándula tiroidea es el blanco de estos isótopos y la exposición a éstos genera riesgo de cáncer de tiroides en el futuro. Las víctimas más jóvenes naturalmente tienen una expectativa de vida más larga y en consecuencia un período más prolongado para que el cáncer se manifieste. Los lactantes y los niños expuestos a  $>0,05$  Gy (5 rads) deben ser tratados con yoduro de potasio (KI). El KI bloquea la captación de yoduros radioactivos por la tiroides y ayuda a proteger la glándula de la exposición radiactiva.

Si se lo administra antes de la exposición, el KI puede evitar el 100% de la captación de isótopos radiactivos. Si se lo administra luego de la exposición, la eficacia disminuye rápidamente con el tiempo. Si es posible, los pacientes pediátricos deben recibir el compuesto antes de las 2 horas posteriores a la exposición o en el transcurso de ellas. Si se lo administra 24 horas después de exposición, la eficacia disminuye a  $<10\%$ . La **Tabla 8** muestra las dosis según la edad.

Los comprimidos de KI se pueden disolver en líquidos de sabor agradable, como leche de fórmula, leche de vaca, jugos o bebidas gaseosas. Los efectos colaterales son leves e incluyen síntomas gastrointestinales y exantema, o ambos. Una dosis de KI es efectiva por 24 horas. La vida media es de 5 horas a siete días. La mayoría de los pacientes requiere sólo una dosis. Una vez que ha pasado el riesgo de exposición, el tratamiento con KI ya no será necesario. Cuando no es posible evitar que la exposición se prolongue, se deben administrar nuevas dosis. A los lactantes que han recibido una dosis de KI se les debe determinar los niveles de hormona tiroidea a las 2-



El yoduro de potasio (KI) bloquea la captación de yoduros radioactivos por la tiroides y ayuda a proteger la glándula de la exposición radiactiva. Si se lo administra antes de la exposición, el KI puede evitar el 100% de la captación de isótopos radiactivos.

**TABLA 7.** Pronóstico y tratamiento de las exposiciones a material radioactivo

Radiación	Pronóstico	Conducta terapéutica
$>20$ Gy	Mortal	Cuidados paliativos
6-16 Gy	Probablemente mortal	La mayoría de las fuentes sugieren sólo cuidados paliativos
5-10 Gy	Indeterminado	Transfusiones reiteradas de glóbulos rojos desplasmatisados y plaquetas (utilizar hemoderivados con reducción de leucocitos e irradiados para evitar la enfermedad injerto vs. huésped), el paciente probablemente deberá recibir trasplante de médula ósea para sobrevivir. Considerar tratamiento con factor estimulante de colonias de granulocitos o con figrastim (muy costosos y probablemente sólo disponibles en pequeñas cantidades).
2-5 Gy	Supervivencia probable	Transfusiones de glóbulos rojos desplasmatisados y plaquetas según necesidad. Considerar terapia con citocinas.
$<2$ Gy	Supervivencia esperada	Poco o ningún tratamiento médico.

**TABLA 8.** Dosis de yoduro de potasio según la edad

Edad	Dosis de KI (mg)
0-30 días	16
De 1 mes a 3 años	32
4-17 años	65
>17 años o $\geq 70$ kg*	130

\*Todos los pacientes con más de 70 kg de peso deben recibir la dosis de los adultos, 130 mg.

4 semanas. A los que reciben varias dosis se les debe controlar la función tiroidea durante un período más prolongado.

Los isótopos radiactivos son secretados en la leche materna. Si es posible, las madres que amamantan deben suspender la lactancia. Si ésta se mantiene, los lactantes amamantados necesitan nuevas dosis de KI y control prolongado de la función tiroidea. Los yoduros radiactivos también son secretados en la leche de los animales y se acumulan en los productos lácteos. Los médicos deben aconsejar a las familias que eviten alimentar a los niños con leche o productos lácteos producidos en

la zona del desastre hasta que las autoridades sanitarias consideren que es seguro consumir esos productos.

### Desastres termomecánicos

Los desastres termomecánicos involucran situaciones en las que se ha detonado una bomba o se ha producido una explosión. La mayoría de los pacientes se presenta con lesiones físicas (traumatismo de cráneo, fracturas óseas y traumatismo timpánico) y quemaduras. Estos temas se desarrollan en el Módulo 4, “Politraumatismo pediátrico”. El personal médico debe estar atento a los signos de inhalación de humo con monóxido de carbono y cianuro como posibles exposiciones tóxicas entre las víctimas de incendios. Al igual que en los desastres naturales, cualquier fuerza que altere el suelo o la estructura de casas o edificios industriales cercanos puede generar exposición secundaria a sustancias químicas. El personal médico debe estar atento a la aparición de pacientes con cuadros clínicos similares que puedan sugerir exposición persistente a un tóxico en el área.



Los isótopos radiactivos son secretados en la leche materna. Si es posible, las madres que amamantan deben suspender la lactancia.



En los desastres termomecánicos, al igual que en los naturales, cualquier fuerza que altere el suelo o la estructura de casas o edificios industriales cercanos puede generar exposición secundaria a sustancias químicas.

## RESUMEN

Debido a los eventos recientes, es razonable planificar para ataques terroristas a gran escala que involucren armas de destrucción masiva y elementos de guerra biológica o química, o ambas. Si esto sucediera, ningún grado de planificación para desastres sería capaz de prevenir el caos que se desataría. El entrenamiento debe estar dirigido fundamentalmente a intentar organizar ese caos, al mismo tiempo que se le brinda al personal de emergencias el conocimiento necesario para protegerse a sí mismo. En realidad, es mucho más probable que los incidentes que involucren gran cantidad de personas expuestas a tóxicos estén relacionados con desastres naturales o con accidentes en industrias que generen la liberación de sustancias tóxicas. Es importante que el personal sanitario de emergencia y los socorristas recuerden y apliquen las siguientes recomendaciones:

- Conocer las industrias radicadas en el área de influencia y el tratamiento de las posibles exposiciones a tóxicos, o contar con pautas para orientar el tratamiento para cada agente.
- Conocer los desastres naturales con mayor probabilidad de ocurrir en el área de influencia y adquirir la máxima capacidad para actuar en esas circunstancias.
- Saber qué animales venenosos se encuentran en la región y conocer los tratamientos y antídotos para los venenos correspondientes.
- Estar familiarizado con los planes de la comunidad y de su servicio de atención de la salud. Saber qué equipos y medicamentos están disponibles. Dar prioridad a la protección del personal médico.
- Tratar primero al paciente, no al tóxico.

## BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

American Academy of Pediatrics, Committee on Environmental Health and Committee on Infectious Diseases. Chemical-Biological Terrorism and its Impact on Children: A Subject Review. *Pediatrics* 2000;105:662-670.

American Academy of Pediatrics, Committee on Environmental Health. Radiation Disasters and Children. *Pediatrics* 2003;111:1455-1466.

Baker JB, MPhil DM. Critical Care Requirements after Mass Toxic Agent Release. *Crit Care Med* 2005;33:66-74.

Chung S, Shannon M. Hospital Planning for Acts of Terrorism and Other Public Health Emergencies Involving Children. *Arch Dis Child* 2005;90:300-1307.

Committee on Pediatric Emergency Medicine, Committee on Medical Liability and the Task Force on Terrorism. The Pediatrician and Disaster Preparedness. *Pediatrics* 2006;117:560-565.

Goldfrank LR et al. Hazmat Incident Response. Goldfrank's Toxicologic Emergencies, 8<sup>a</sup> ed. Nueva York, NY: McGraw-Hill: 2006.

Han SZ. Bioterrorism and Catastrophe Response: A Quick-reference Guide to Resources. *JADA* 2003;134:745-752.

<http://www.bt.cdc.gov/>

<http://www.fema.gov/>

<http://www.osha.gov/>

<http://www.ncrp.com>

RTI International. Cyanide: understanding the risk, enhancing preparedness. *Clinical Toxicology* 2006;44:47-63.

Waselenko JK et al. Medical Management of the Acute Radiation Syndrome: Recommendations of the Strategic National Stockpile Radiation Working Group. *Ann Intern Med* 2004;140:1037-1051.

## Resolución de los casos

### Caso 1

---

Usted se entera que estas personas se habían refugiado en una escuela que ha sido parcialmente dañada. Alrededor de 30-40 personas se agruparon en una de las aulas y utilizaron dos estufas de gas para calentar el ambiente.

Probablemente los síntomas de los pacientes se deban a intoxicación por monóxido de carbono, generado por la combustión del gas en los calefactores utilizados en el refugio cerrado.

En el examen físico deberá investigar los signos neurológicos, respiratorios y digestivos asociados a esta intoxicación. La coloración rojo intenso de la piel es un signo característico.

Al haberse retirado del sitio de la probable exposición, los pacientes han podido respirar aire limpio, que es la conducta inicial para tratar la intoxicación por monóxido de carbono. Si se detectan signos de intoxicación grave, se debe administrar oxígeno al 100% por máscara facial. La oximetría de pulso no es útil en estos casos, se deben realizar mediciones de gases en sangre arterial para determinar la saturación de oxígeno.

### Caso 2

---

Usted sospecha que el gas liberado es cloro y se comunica con el centro de control de intoxicaciones (CCI) regional y solicita que le brinden recomendaciones sobre la conducta adecuada ante este tipo de exposición. Algunos de sus colegas han tomado la misma decisión. El sistema de control electrónico de la coordinación nacional de CCI se comunica con el director médico del CCI regional y le pregunta por qué han ingresado al sistema numerosos informes sobre exposición a un gas tóxico.

Se han recolectado datos sobre la situación en el sitio del desastre y han sido comunicados al comandante del incidente. Se considera que lo más probable es que este desastre sea de origen accidental. Ha llegado personal sanitario de otras unidades de emergencia de la provincia para ayudar al *triage* en el sitio del desastre y la atención en el servicio de urgencias. Ha comenzado la descontaminación de muchas de las víctimas en el sitio del desastre, prestando especial atención a la irrigación de los ojos, así como a la administración de oxígeno con máscaras faciales.

El CCI le envía un documento por fax en el que le brindan las variables que determinan la gravedad de la exposición al gas cloro y la conducta adecuada para tratar esta exposición.

En ese momento, varios vehículos privados llegan al área de recepción de ambulancias. Personal de seguridad y de la policía local controla el acceso al servicio de urgencias. El alcalde ha solicitado al gobernador que envíe tropas de la gendarmería para ayudar a controlar la muchedumbre. Mientras tanto, los pacientes comienzan a reclamar por no haber sido atendidos.

Es necesario contar con un área de descontaminación en el servicio de urgencias y con una provisión suficiente de tubos de oxígeno y de nebulizadores portátiles para administrar suplementos de oxígeno y nebulizaciones con broncodilatadores a los pacientes con cuadros clínicos más graves. Se debe considerar la administración de bicarbonato de sodio en nebulizaciones a esos pacientes.



# REVISIÓN DEL MÓDULO

## SECCIÓN I - VULNERABILIDAD DE LOS NIÑOS

1. ¿Cuáles son los desastres más frecuentes asociados a probable exposición a materiales peligrosos?
2. ¿Qué características particulares vuelven a los niños más vulnerables que los adultos en desastres toxicológicos?
3. Describa la base fisiológica de esta mayor vulnerabilidad.

## SECCIÓN II - RESPUESTA FRENTE A LAS SITUACIONES DE DESASTRE TOXICOLÓGICO

1. ¿Cuáles son los objetivos fundamentales de la preparación para desastres con probable exposición a sustancias tóxicas?
2. ¿Cuál es la prioridad en la respuesta a desastres toxicológicos?
3. ¿Cuáles son los primeros pasos en el manejo de una escena de desastre que involucra sustancias peligrosas?
4. ¿Cómo definiría una sustancia peligrosa?
5. ¿Qué factores deben ser considerados en la planificación y la respuesta ante un desastre toxicológico?

## SECCIÓN III – EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

1. ¿Qué tipos de equipos de protección personal (EPP) están disponibles actualmente?
2. ¿Qué nivel de protección se asocia con cada tipo de EPP?
3. Describa los pasos adecuados a seguir en la respuesta a desastres que involucran material radiactivo.
4. ¿Qué factores climáticos y geográficos deben ser considerados en el manejo de la escena de un desastre toxicológico?

### **SECCIÓN IV - ABORDAJE GENERAL DEL PACIENTE EXPUESTO A TÓXICOS**

1. ¿Cuál es la conducta inicial en el tratamiento de una víctima de un desastre toxicológico?
2. Describa el proceso de descontaminación.

### **SECCIÓN V - DESASTRES NATURALES**

1. ¿Cuáles son los desastres naturales más frecuentes asociados con probable exposición a sustancias peligrosas?
2. Describa los mecanismos involucrados en esta asociación.
3. ¿Cuáles son las principales características de las intoxicaciones con monóxido de carbono y cianuro?
4. ¿Cuál es el tratamiento inmediato de las mordeduras de serpiente?

### **SECCIÓN VI - DESASTRES CAUSADOS POR EL HOMBRE**

1. ¿Por qué es fundamental conocer las industrias en su área de influencia para el manejo de desastres?
2. ¿Cómo puede identificar inicialmente una sustancia tóxica involucrada en un desastre?
3. ¿Qué factores clínicos son importantes para determinar el riesgo de intoxicación y la conducta terapéutica adecuada?
4. ¿Cuáles son las características distintivas de los diferentes tipos de agentes biológicos que pueden ser armas de guerra?
5. ¿Qué factores determinan la gravedad de una exposición a materiales radiactivos?
6. Describa las características clínicas del síndrome de radiación agudo.
7. ¿Qué utilidad tiene el yoduro de potasio para el tratamiento de víctimas expuestas a radiación?

## GLOSARIO DE AGENTES QUÍMICOS

### Ácido clorhídrico

Fuentes: Refinación de metales, fabricación de cloruro de vinilo, goma y cloro

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- Dermatológico: Dermatitis, irritación de piel y mucosas

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina.

### Ácido fluorhídrico

Fuentes: Grabado de cristales, removedores de herrumbre, producción de semiconductores, emisiones volcánicas

Comienzo: Rápido o tardío (según la concentración)

Cuadro clínico:

- Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- Cardíaco: Arritmias
- Metabólico: Hipocalcemia, hipomagnesemia, hipercalemia, acidosis metabólica
- Dermatológico: Corrosivo, penetración y destrucción tisular

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Colocar monitor cardíaco. Para la hipocalcemia: cloruro de calcio (solución al 10%) 2-4 mg/kg IV, repetir según necesidad. Para la hipomagnesemia: Adulto: sulfato de magnesio 2-4 g IV, administrado en 10 minutos. Niño: 25-50 mg/kg IV. Para exposiciones tóxicas: gluconato de calcio tópico en gel vs. gluconato de calcio subcutáneo. Exposición por inhalación: solución al 2,5% de gluconato de calcio en nebulización. Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina. Tratar las quemaduras químicas como las térmicas.

### Ácido nítrico

Fuentes: Fertilizante, fabricación de pólvora y explosivos, grabado y limpieza de metales, síntesis orgánica

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- Respiratorio: Efectos respiratorios tardíos. Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- Dermatológico: Corrosivo, penetración y destrucción tisular, quemaduras graves

Tratamiento: Descontaminación húmeda inmediata. Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina. Tratar las quemaduras químicas como las térmicas.

### Ácido selenhídrico

Fuentes: Vidrio, fabricación de pigmentos y glaseados, producción de plásticos, producción y fabricación de acero

Comienzo: Rápido o tardío

Cuadro clínico:

- Respiratorio: Sabor amargo, dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- Cardíaco: Insuficiencia cardíaca
- Sistema nervioso central (SNC): Cefaleas, escalofríos
- Gastrointestinal: Náuseas, vómitos

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Colocar monitor cardíaco.

### Ácido sulfhídrico

Fuentes: Fabricación de productos químicos y de agua pesada, desinfectante para la agricultura, metalurgia, emisiones volcánicas

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- SNC: Cefaleas, depresión del SNC
- Metabólico: Hipoxia celular, acidosis metabólica
- Dermatológico: Dermatitis, irritación de piel y mucosas

**Tratamiento:** Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. El nitrato de sodio puede ser útil para algunos pacientes graves (ver cianuro para la dosis). Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina.

### Acrilonitrilo

**Fuentes:** Plásticos, adhesivos, tinturas, fármacos, fumigación

**Comienzo:** Rápido y tardío

**Cuadro clínico:**

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- b. SNC: Depresión del SNC, posible coma, convulsiones, confusión, mareos. **Estar atento a depresión respiratoria**
- c. Dermatológico: Dermatitis; irritación de piel y mucosas

**Tratamiento:** Controlar la función respiratoria. Anticonvulsivantes para las convulsiones (benzodiazepinas, fenobarbital). Intubación y asistencia respiratoria para las alteraciones del estado de conciencia y/o coma.

**Se metaboliza a cianuro en el hígado; considerar equipo de antídoto o cianocobalamina.** Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina

**Recursos:** [http://www.oehha.ca.gov/air/chronic\\_rels/pdf/acrylonitrile.pdf](http://www.oehha.ca.gov/air/chronic_rels/pdf/acrylonitrile.pdf)

Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Ambiental (*National Institute of Environmental Health Sciences*). Buena fuente: <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s004acry.pdf>

### Acroleína

**Fuentes:** Fabricación de biocidas, fármacos, textiles, combustibles y goma sintética

**Comienzo:** Rápido

**Cuadro clínico:**

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón (inmediato o tardío), neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- b. Dermatológico: Dermatitis; irritación de piel y mucosas

**Tratamiento:** Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina.

**Recursos:** Sistema de registro de sustancias de la Agencia de Protección Ambiental (*EPA Substance Registry System*). Buen recurso con nexos con otros sitios:

[http://iaspub.epa.gov/srs/srs\\_proc\\_qry.navigate?P\\_SUB\\_ID=24075](http://iaspub.epa.gov/srs/srs_proc_qry.navigate?P_SUB_ID=24075)

Oficina de Evaluación de Riesgo Sanitario Ambiental (*Environmental Health Hazard Assessment*):

[http://www.oehha.ca.gov/air/chronic\\_rels/pdf/107028.pdf](http://www.oehha.ca.gov/air/chronic_rels/pdf/107028.pdf)

### Agentes nerviosos (fention, tabun, soman, sarin, VX)

**Fuentes:** Agentes de uso militar

**Comienzo:** Rápido

**Cuadro clínico:**

- a. SNC: Depresión del SNC, posible coma, convulsiones, confusión, mareos. **Estar atento a depresión respiratoria**
- b. Sistema nervioso periférico:
  - Efectos muscarínicos: Diarrea, miosis puntiformes, bradicardia, broncoespasmo, vómitos, broncorrea, sudoración, sialorrea, epifora
  - Efectos nicotínicos: Midriasis, taquicardia, debilidad, hipertensión, hiperglucemia, temblores

**Tratamiento:** Atropina (solo actúa sobre los efectos muscarínicos); dosis: 2-5 mg IV/IM lento. Repetir cada 5-10 minutos hasta que desaparezcan las secreciones bronquiales. Pralidoxima (actúa sobre los efectos muscarínicos y los nicotínicos); dosis: IV 1-2 g administrados en 30 minutos, cada 6-12 horas. Se puede repetir a la hora si persisten los síntomas nicotínicos. Pralidoxima por goteo: 1-2 g IV, administrados en 30 minutos, seguidos de goteo a 500 mg/h. IM: 1-2 gm cada 6-12 horas. Se puede repetir si persisten los efectos nicotínicos. Anticonvulsivantes para las convulsiones (benzodiazepinas, fenobarbital).

### Alcohol alílico

**Fuentes:** Pesticidas, plásticos, resinas, fabricación de perfumes

**Comienzo:** Rápido

**Cuadro clínico:**

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- b. Dermatológico: Dermatitis; irritación de piel y mucosas

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina.

Recursos: HazMap (servicio de la Biblioteca Nacional de Medicina; excelente recurso para obtener con rapidez datos sobre tóxicos en emergencias):

[http://hazmap.nlm.nih.gov/cgi-bin/hazmap\\_generic?tbl=TblAgents&id=242](http://hazmap.nlm.nih.gov/cgi-bin/hazmap_generic?tbl=TblAgents&id=242)

### Amoniaco

Fuentes: Fabricación de explosivos; pesticidas, detergentes, fertilizantes

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, tos, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- b. Gastrointestinal: La contaminación del esófago puede generar estenosis
- c. Dermatológico: Irritación y aun quemaduras de piel y mucosas

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con agua. Si hay compromiso de la boca asegurarse que el paciente haga buches y escupa para evitar la contaminación del esófago. Las quemaduras químicas de espesor completo pueden no hacerse evidentes hasta 24 horas después. Tratar las quemaduras químicas como las térmicas.

Recursos: Sitio de la Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas e Intoxicaciones (ATSDR):

<http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg126.html#bookmark04>

El Instituto Nacional de Seguridad Sanitaria Laboral (*National Institute Occupational Safety Health*, NIOSH) tiene una conexión con el Programa Internacional de Seguridad Química (*International Program on Chemical Safety*, IPCS) y las Tarjetas Internacionales de Seguridad Química (*International Chemical Safety Cards*, ICSC) donde se puede obtener información sobre miles de sustancias químicas en numerosos idiomas, desde el chino o el inglés al ruso o el castellano (incluso swahili y urdú). URL general para este sitio y luego buscar sustancias químicas:

<http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/icstart.html>

URL específico para amoniaco (anhidro) en inglés:

[http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/\\_icsc04/icsc0414.htm](http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/_icsc04/icsc0414.htm)

URL específico para amoniaco (anhidro) en castellano para ecuatorianos, hacer clic en “AMONIACO ANHIDRO” en la siguiente página:

<http://www.mtas.es/insh/ipsnspn/nspnsyna.htm>

### Arsénico

Fuentes: Suelo, agua y alimentos contaminados. Liberado por diferentes tipos de minerales

Comienzo: Rápido (10 minuto a varias horas) y tardío (de días a 3 semanas)

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, tos, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- b. Cardíaco: Taquicardia sinusal, arritmias, hipotensión ortostática y shock cardiovascular
- c. SNC: Depresión del SNC, posible coma, convulsiones, confusión, mareos. **Estar atento a depresión respiratoria.** Las convulsiones son secundarias a microhemorragias y edema cerebral. Habitualmente aparecen días después de la exposición
- d. Sistema nervioso periférico: Neuropatía periférica
- e. Hematológico: Leucopenia
- f. Renal: Insuficiencia renal aguda, rabdomiolisis
- g. Gastrointestinal: Náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal, hepatitis
- h. Dermatológico: Dermatitis; irritación de piel y mucosas, alopecia parietal. Alrededor del 5% desarrolla líneas de Mees en el lecho ungueal (representan la alteración de la queratinización de la matriz de la uña)

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Anticonvulsivantes para las convulsiones (benzodiazepinas, fenobarbital). Para la intoxicación aguda con arsénico están indicados el dimercaprol o la quelación con BAL.

Recursos: <http://www.cdc.gov/niosh/topics/arsenic/>

<http://www.emedicine.com/emerg/topic42.htm>

### Arsina (también conocida como estibina)

Fuentes: Manufactura de semiconductores y electrónicos

Comienzo: Tardío 2-24 horas

Cuadro clínico:

- a. Hematológico: Hemólisis

Tratamiento: **Estar atento a la hemólisis que puede generar insuficiencia renal.** Considerar alcalinización de la orina. Las transfusiones de sangre según necesidad o aun la exanguineotransfusión puede ser el tratamiento de elección en casos graves. La administración de BAL es discutida y ningún ensayo controlado ha mostrado mejor evolución o eficacia. La prioridad es extraer el pigmento heme y no necesariamente el arsénico metálico

Recursos: La ATSDR y los CDC brindan excelentes recursos, incluidas pautas para el tratamiento médico:

<http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg169.html>

<http://www.emedicine.com/emerg/topic920.htm>

**Cianuro**

Fuentes: Fumigaciones, galvanoplastia, síntesis de metales, extracción de minerales, fotografía, fabricación de textiles, papel y plásticos

Comienzo: Rápido (muerte rápida o recuperación rápida)

Cuadro clínico:

- a. SNC: Depresión del SNC, posible coma, convulsiones, confusión, mareos. **Estar atento a depresión respiratoria**
- b. Metabólico: Acidosis metabólica, hipoxia celular

Tratamiento: Controlar la función respiratoria. Anticonvulsivantes para las convulsiones (benzodiazepinas, fenobarbital). Intubación y asistencia respiratoria para las alteraciones del estado de conciencia y/o coma. Corregir la acidosis metabólica.

**Antídoto:** 1) Romper una ampolla de nitrito de amilo e inhalar durante 30 seg. Repetir con una nueva ampolla cada 3 minutos hasta que se pueda administrar nitrito de sodio por vía IV

2) Nitrito de sodio al 3%: Adulto: 10 ml IV, administrar en 5 minutos o menos. Niños: 0,15-0,33 ml/kg (máx. 10 ml) IV, administrar en 5 minutos o menos

3) Tiosulfato de sodio en solución al 25%: Adultos: 12,5 gm IV. Niño: 412,5 mg/kg o 1,65 ml/kg de solución al 25% IV.

Cyanokit® (hidroxicobalamina) autorizada por la FDA para su administración en los Estados Unidos, ha sido administrada en Gran Bretaña para tratar víctimas de incendios y de otras intoxicaciones por cianuro. Dosis: 5 g IV.

**Cloro**

Fuentes: Limpiadores/desinfectantes, productos para el saneamiento del agua (piscinas, jacuzzi, etc.)

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- b. Dermatológico: Irritación de mucosas

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina

Recursos: ATSDR

<http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg172.html>

<http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg172.html>

**Diborano**

Fuentes: Fabricación de sustancias químicas, producción de semiconductores, propulsores de cohetes

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Irritante respiratorio (tos, dolor torácico, opresión torácica, disnea)
- b. SNC: Cefaleas, mareos, temblores
- c. Gastrointestinal: Náuseas, vómitos

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar.

**Diisocianato de tolueno:**

Fuentes: Tóner, arcilla y productos de vidrio, fabricación de diversos productos plásticos, y refinación de petróleo

Comienzo: Tardío (24 horas)

Cuadro clínico:

- a. Cardíaco: Arritmias

Tratamiento: Colocar un monitor cardíaco.

### Dióxido de nitrógeno

Fuentes: Síntesis química; producción de ácido nítrico; explosivos

Comienzo: Tardío

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Altas concentraciones pueden causar irritación de la vía aérea superior. Efectos respiratorios tardíos. Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar

Tratamiento: Hacer descansar al paciente. Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar.

### Flúor

Fuentes: Fabricación de fluoruros y fluorocarbonos, componente de combustible para cohetes

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- b. Dermatológico: Corrosivo; quemaduras térmicas/congelación, escalofríos

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina. Tratar las quemaduras químicas como las térmicas.

### Formaldehído

Fuentes: Germicidas, fungicidas, espuma aislante, preservativos; fabricación de papel

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón (inmediato o demorado), neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- b. Dermatológico: Dermatitis, irritación de piel y mucosas

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina.

### Fosfina

Fuentes: Fabricación de semiconductores; fumigaciones

Comienzo: 1-2 horas o tardío

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón tardío, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- b. Cardíaco: Shock cardiogénico, hipotensión
- c. SNC: Depresión del SNC, posible coma, convulsiones, confusión, mareos. **Estar atento a depresión respiratoria**
- d. Metabólico: Asfixia celular; disminuye la producción de trifosfato de adenosina, acidosis metabólica

Tratamiento: suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Prever la necesidad de apoyo circulatorio. Anticonvulsivantes para las convulsiones (benzodiazepinas, fenobarbital).

### Fosgeno oxima

Fuentes: Agente de uso militar

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Efectos respiratorios tardíos. Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- b. Dermatológico: Corrosivo, penetración y destrucción tisular; quemaduras graves inmediatas. Urticante

Tratamiento: Descontaminación inmediata. Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina. Tratamiento sintomático de las heridas. Tratar las quemaduras químicas como las térmicas.

### Fosgeno/Difosgeno

Fuentes: Síntesis de compuestos orgánicos, combustión de espuma; agente de uso militar

Comienzo: Tardío (24-48 horas)

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Las concentraciones altas pueden causar irritación de la vía aérea superior. Forma ácido clorhídrico en los pulmones. Efectos respiratorios tardíos. Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar. Puede ser fatal aún con pequeñas exposiciones.

Tratamiento: Hacer descansar al paciente. Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar.

### Hidracinas

Fuentes: Combustible de cohetes, solventes, anticorrosivos

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar  
 b. SNC: Depresión del SNC, posible coma, convulsiones, confusión, mareos. **Estar atento a depresión respiratoria**  
 c. Hematológico: Hemólisis, metahemoglobinemia  
 d. Gastrointestinal: náuseas, vómitos, hepatotoxicidad

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Para síntomas del SNC: piridoxina 25 mg/kg IV. Anticonvulsivantes para las convulsiones (benzodiazepinas, fenobarbital). Para la metahemoglobinemia sintomática: azul de metileno 1-2 mg/kg IV, administrados en 5 minutos.

### Lewisita

Fuentes: Agente de uso militar

Comienzo: Rápido (IMPORTANTE: la mostaza azufrada produce dolor tardío, la lewisita genera en las víctimas dolor inmediato en la piel)

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar  
 b. Cardíaco: Insuficiencia cardiovascular  
 c. Dermatológico: Agente vesicante, dolor inmediato e irritación de la piel y las mucosas (incluidos los ojos). Las vesículas pueden generar necrosis. Ulceración y necrosis de córnea

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Ungüento oftálmico según necesidad. Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina. Si está disponible, aplicar ungüento de BAL al 5% sobre la piel afectada dentro de los 15 minutos de la exposición. Considerar BAL IM o ácido dimercaptosuccínico (DMSA) oral para tratar las exposiciones graves (tos con disnea, esputo espumoso, quemadura de piel que no fue sometida a descontaminación dentro de los 15 minutos, >5% de la superficie corporal con signos de compromiso cutáneo inmediato). BAL: 3mg/kg IM profunda, repetir cada 4 horas durante 2 días, luego cada 6 horas en el tercer día, luego cada 12 horas durante hasta 10 días. DMSA: 10 mg/kg, vía oral cada 8 horas durante 5 días luego 10 mg/kg cada 12 horas durante los siguientes 14 días.

### Metilhidracina

Fuentes: Combustible de cohetes, solventes, anticorrosivos

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar  
 b. SNC: Depresión del SNC, posible coma, convulsiones, confusión, mareos. **Estar atento a depresión respiratoria**  
 c. Hematológico: Hemólisis, metahemoglobinemia  
 d. Gastrointestinal: Náuseas, vómitos, hepatotoxicidad

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Para síntomas del SNC: piridoxina 25 mg/kg IV. Anticonvulsivantes para las convulsiones (benzodiazepinas, fenobarbital). Para la metahemoglobinemia sintomática: azul de metileno 1-2 mg/kg IV, administrados en 5 minutos.

### Metilisocianato

Fuentes: Producción del pesticida carbamato

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar  
 b. Dermatológico: Irritación de mucosas



Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina.

### Metilmercaptano

Fuentes: Gas odorizador, producción de pesticidas, fungicidas y combustibles de aviones a reacción

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- b. Cardíaco: Hipertensión
- c. SNC: Depresión del SNC, posible coma, convulsiones, confusión, mareos. **Estar atento a depresión respiratoria**
- d. Hematológico: Hemólisis, metahemoglobinemia
- e. Gastrointestinal: Náuseas, vómitos, diarrea

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Anticonvulsivantes para las convulsiones (benzodiazepinas, fenobarbital). Para la metahemoglobinemia sintomática: azul de metileno 1-2 mg/kg IV, administrados en 5 minutos. Considerar la alcalinización de la orina. Transfusiones de sangre según necesidad.

### Monóxido de carbono

Fuentes: Motores, cocinas, linternas, carbón o madera encendidos, hornillos o sistemas de calefacción a gas

Comienzo: De rápido a tardío

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea
- b. SNC: Cefaleas, mareos, debilidad, confusión
- c. Gastrointestinal: Náuseas
- d. Dermatológico: Piel de color rojo intenso

Tratamiento: Retirar al paciente de la fuente de exposición y asegurar que respire aire fresco. Administrar suplemento de oxígeno según necesidad.

### Mostazas

Fuentes: Agente de uso militar

Comienzo: 1-2 horas (IMPORTANTE: la mostaza azufrada produce dolor tardío, la lewisita genera en las víctimas dolor inmediato en la piel)

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar. Infección
- b. Hematológico: Inhibición de la médula ósea
- c. Gastrointestinal: Náuseas y vómitos
- d. Dermatológico: Agente vesicante, dolor tardío e irritación de piel y mucosas (incluidos los ojos). Las vesículas pueden generar necrosis. Ulceración y necrosis de la córnea

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Ungüento oftálmico según necesidad. **Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina aún si el paciente no presenta síntomas.** Sólo destechar las ampollas más grandes. No aplicar ungüento antibiótico tópico a menos que haya infección comprobada.

### Organofosforados

Fuentes: Pesticidas

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- a. Sistema nervioso periférico:
  - Efectos muscarínicos: Diarrea, miosis puntiforme, bradicardia, broncoespasmo, vómitos, broncorrea, sudoración, sialorrea, epifora
  - Efectos nicotínicos: Midriasis, taquicardia, debilidad, hipertensión, hiperglucemia, temblores

Tratamiento: Atropina (solo actúa sobre los efectos muscarínicos); dosis: 2-5 mg IV/IM lento. Repetir cada 5-10 minutos hasta que desaparezcan las secreciones bronquiales. Pralidoxima (actúa sobre los efectos muscarínicos y los nicotínicos); dosis: IV 1-2 g, administrados en 30 minutos, cada 6-12 horas. Se puede repetir a la hora si persisten los síntomas nicotínicos. Pralidoxima por goteo: 1-2 g IV, administrados en 30 minutos, seguidos de goteo a 500 mg/h. IM: 1-2 g cada 6-12 horas. Se puede repetir en 1 h si persisten los efectos nicotínicos.

**Óxido de azufre/Bióxido de azufre**

Fuentes: Desinfectante, preservativo, lejía

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, broncoespasmo, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar.

**Óxido de etileno**

Fuentes: Propulsores de cohetes, síntesis de etilenglicol, fumigaciones, esterilización de instrumental médico

Comienzo: Rápido

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar
- b. SNC: Depresión del SNC, posible coma, convulsiones, confusión, mareos. **Estar atento a depresión respiratoria**
- c. Dermatológico: Dermatitis, irritación de piel y mucosas

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Anticonvulsivantes para las convulsiones (benzodiazepinas, fenobarbital). Enjuagar la piel y las mucosas afectadas con abundante agua o solución salina.

**Ricino**

Fuentes: Agente de uso militar, generado por procesamiento de las vainas de ricino

Comienzo: Tardío (horas)

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar. Insuficiencia respiratoria
- b. SNC: Cefaleas, astenia
- c. Gastrointestinales: Con la ingestión se puede producir hemorragia gastrointestinal, shock y necrosis hepática, esplénica y renal

Tratamiento: Para las intoxicaciones por inhalación, suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar. Para las intoxicaciones por vía oral, realizar descontaminación gastrointestinal, transfusiones de sangre según necesidad y medidas de apoyo.

**Tolueno**

Fuentes: Combustible, productos domésticos y cigarrillo

Comienzo: Tardío (24 horas)

Cuadro clínico:

- a. Respiratorio: Dolor torácico, disnea, edema de pulmón, broncoespasmo, neumonitis, lesión pulmonar aguda con necrosis pulmonar

Tratamiento: Suplemento de oxígeno, broncodilatadores, intubación y asistencia respiratoria según necesidad. Considerar diuréticos para el edema pulmonar.

**Toxina botulínica**

Fuentes: Producida por la bacteria *Clostridium botulinum*. La toxina puede contaminar alimentos (especialmente miel y alimentos caseros enlatados) y heridas. **También puede ser utilizada como arma biológica liberada en aerosol.**

Comienzo: Tardío, horas a días

Cuadro clínico:

- a. Sistema nervioso periférico: Ambliopía, dificultad para el habla, boca seca, párpados caídos, parálisis motora descendente. ¡**Estar atento a la parálisis respiratoria!** En lactantes, el síntoma de presentación puede ser estreñimiento

Tratamiento: Asistencia respiratoria según necesidad. No tener dudas en intubar a estos pacientes. La antitoxina trivalente (A,B,E) está disponible en los CDC. Si se cuenta con ella, administrarla cuando se sospeche botulismo.

Recursos: Detección: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol11no10/04-1279.htm>

Información general/Tratamiento: CDC

Prevención: [http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/botulism\\_g.htm](http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/botulism_g.htm)

Como recurso de información sobre bioterrorismo dirigirse a este excelente sitio: <http://www.bt.cdc.gov/>