
Contaminación por agentes químicos

Contamination by chemical agents

I. Santiago

RESUMEN

La contaminación por productos químicos es una situación clínica cuyo manejo precisa de una serie de conocimientos muy concretos por parte de los médicos de emergencias, al tener que conocer los tipos de agentes químicos más frecuentes y su mecanismo de acción. Este tipo de contaminación exige la existencia de unos planes concretos de actuación en el ámbito hospitalario y en coordinación con los mecanismos extrahospitalarios de emergencias. Al riesgo que supone el estar diariamente rodeados de productos químicos a escala industrial, con riesgo de escapes y accidentes durante su transporte e incluso en los domicilios, se une la posibilidad de utilización de diversos agentes químicos como armas de destrucción masiva, tanto en conflictos bélicos, como en actos terroristas.

Palabras clave. Contaminación química. Agentes químicos. Armas químicas.

ABSTRACT

Contamination by chemical products is a clinical situation whose handling requires very specific knowledge by the physicians in the emergency services, since they must know the most frequent types of chemical agents and their mechanism of action. This type of contamination makes it necessary for there to be concrete plans of action in the hospital milieu and coordination with the emergency outpatient mechanisms. To the risk of being surrounded by chemical products on an industrial scale on a daily basis, and the risk of leaks and accidents during transport and even in private homes, there is now added the possible use of different chemical agents as weapons of mass destruction, both in military conflicts and in terrorist acts.

Key words. Chemical contamination. Chemical agents. Chemical weapons.

ANALES Sis San Navarra 2003; 26 (Supl. 1): 181-190.

Servicio de Urgencias. Hospital de Navarra.
Pamplona

Correspondencia:
Iñaki Santiago Aguinaga
Servicio de Urgencias
Hospital de Navarra
Irunlarrea, 3
31008 Pamplona
Tfno. 948422350
E-mail: isantiaa@cfnavarra.es

INTRODUCCIÓN

Desde la eclosión industrial a finales del siglo XIX se vienen empleando múltiples sustancias químicas con diversos fines. Todas estas sustancias, en mayor o menor medida, tienen una potencial capacidad lesiva sobre los organismos vivos y, por consiguiente, sobre el hombre. Sólo durante el siglo XX se han llegado a utilizar 70 diferentes productos químicos como arma en diferentes guerras¹. Durante la Primera Guerra Mundial fueron desarrollados el gas cloro y el fosgeno, siendo utilizados por Alemania y Francia^{1,2}, produciendo múltiples bajas. Las mostazas fueron utilizadas también durante la Primera Guerra Mundial³ y en posteriores guerras más recientes, como en la guerra entre Egipto y Yemen en la década de los 60², durante la guerra entre la extinta URSS y Afganistán² o el conflicto entre Irán e Irak en los años 80³. Irak también empleó mostazas contra el pueblo kurdo en los años 80, produciendo un elevado número de muertos entre la población civil⁴. Durante la Segunda Guerra Mundial se desarrollaron los llamados gases nerviosos, aunque no llegaron a ser utilizados. Estados Unidos utilizó las mostazas y un defoliante llamado "agente naranja" durante la guerra de Vietnam².

Pero los productos químicos no sólo se han utilizado como armas de destrucción masiva durante las guerras, sino que en los últimos años vienen siendo utilizadas en acciones terroristas, como la explosión de una bomba en Nueva York en 1993, que se encontraba cargada de cianuro⁵. Afortunadamente la propia deflagración inactivó el cianuro. Más reciente en el tiempo encontramos los ataques sufridos en diferentes ciudades japonesas⁶, como el ataque con gas sarín en el metro de Tokio en 1995, donde se puso a prueba la capacidad de reacción de los servicios de emergencias ante una catástrofe de semejante magnitud⁷. Actualmente y tras los atentados del 11 de septiembre de 2001 en la ciudad de Nueva York, ha crecido de forma notable la preocupación y el temor a nivel mundial sobre la posibilidad de sufrir ataques terroristas con armas de destrucción masiva, ya sean biológicas, atómicas o, como en el caso que nos ocupa, químicas.

No obstante, la población civil no sólo está expuesta a sufrir agresiones químicas durante conflictos bélicos o a raíz de ataques terroristas, sino que se encuentra expuesta de forma continua a numerosos productos químicos utilizados en diferentes industrias, o que son transportados de un lado a otro, o que, simplemente, se guardan en los domicilios^{5,8,9}. Así, cabe recordar que durante el siglo XX se han producido numerosas intoxicaciones en masa debidas a accidentes industriales, como, por ejemplo, el escape de gas cloro producido en una industria en Rumanía en 1939 que causó 68 muertos² o el accidente en 1984 en una planta química de Bhopal (India), donde un escape de metil isocianato produjo una nube tóxica, con el resultado de 200.000 afectados y alrededor de 5.000 muertos^{10,11}. Además, hoy en día existen numerosos lugares, sobre todo en Estados Unidos, donde están almacenadas armas químicas de destrucción masiva, como agentes nerviosos (tabún, sarín, agente VX) o agentes vesicantes (mostazas, lewisita), muchos de ellos con mucha antigüedad y continuamente se están transportando por carretera o ferrocarril importantes cantidades de productos tipo fosgeno, gas cloro o cianuro⁵. Es decir, que nos encontramos constantemente expuestos a un probable daño producido por productos químicos durante su transporte o manipulación, bien a nivel industrial o doméstico. Pero, además, hoy día parece que también lo estamos ante una hipotética agresión deliberada con productos químicos, muchas veces de naturaleza desconocida. En la tabla 1 se enumeran los diferentes productos con capacidad de ser utilizados como armas químicas.

Además, un producto químico puede afectar a un solo individuo o a un grupo más o menos grande de personas, con lo cual la situación de contaminación química se puede convertir en una situación de desastre o catástrofe que, con toda seguridad, va a afectar a nuestra capacidad de respuesta. Esto nos lleva a plantearnos una pregunta clave: ¿Estamos preparados, tanto a nivel de conocimientos, como de medios, para afrontar de forma adecuada la descontaminación química de una persona o colectivo afectados?

Tabla 1. Productos químicos más frecuentemente utilizados como armas químicas.

<i>Agentes pulmonares</i>
- Gas cloro
- Fosgeno
<i>Agentes o gases nerviosos</i>
- Tabún (agente GA)
- Sarín (agente GB)
- Somán (agente GD)
- Agente VX
<i>Agentes vesicantes</i>
- Mostazas sulfuradas
- Mostazas nitrogenadas
- Lewisita
- Oxima fosgeno
<i>Agentes axfisiantes</i>
- Cianuro
<i>Agentes incapacitantes</i>
- Agente BZ
- Agente 15
<i>Gases lacrimógenos</i>
- Cloropicrina

FISIOPATOLOGÍA DE LA AGRESIÓN QUÍMICA

Con un interés práctico, dentro de los productos químicos distinguimos dos grandes grupos, los ácidos y los álcalis o bases. Tanto unos como otros van a provocar sobre la piel lesiones de diversa índole, similares a las quemaduras térmicas, ya que los productos químicos reaccionan con los tejidos cutáneos provocando la liberación de calor¹². Además, la lesión progresará hasta que no neutralicemos o retiremos de la piel el agente causal.

Dependiendo de su pH, el mecanismo fisiopatológico a nivel celular va a ser diferente¹³:

- Ácidos: los ácidos provocan la coagulación de las proteínas, formando una barrera que limita en cierto modo la capacidad de penetración del producto.

- Bases: las bases provocan una licuefacción de las proteínas, permitiendo su penetración en profundidad, llegando incluso a producir saponificación del tejido graso. Por ello, las lesiones producidas por álcalis suelen ser más graves.

No obstante, existen una serie de factores de los cuales va a depender la gravedad de la lesión producida por un químico, como el tipo de producto (estado físico, concentración y pH) y la cantidad.

Todos los productos químicos tienen unas características que van a conferir a cada uno de ellos una mayor o menor agresividad, así como una diferente forma de actuación⁵. Cuatro de las principales características son: la volatilidad, la persistencia, la toxicidad y la latencia.

Volatilidad

La volatilidad es la tendencia que tiene una sustancia química a evaporarse o a formar gas. Así, cuanto más volátil sea un producto su capacidad de agresión por vía inhalatoria será mayor. Por ejemplo, el fosgeno y el cianuro son muy volátiles, menos volátiles el sarín, el tabún y el somán y muy poco volátiles el agente VX y las mostazas^{1,2}.

Persistencia

La persistencia es la capacidad de un producto químico para permanecer en el lugar donde se ha arrojado o vertido. Esta característica tiene una relación inversa a la volatilidad⁵. Cuanto más persistente es un producto mayor tiempo podrá estar en contacto con la piel. Los agentes químicos militares tienden a ser persistentes para así aumentar su capacidad lesiva. Son muy persistentes las mostazas², así como el agente VX¹⁴, poco persistente el sarín y muy poco el cianuro¹⁵.

Toxicidad

La toxicidad es la capacidad que tiene un producto químico de producir daño en el organismo. El cianuro es uno de los químicos más tóxicos, al igual que el agente VX^{1,2}. Frente a ellos, otros químicos son menos tóxicos, pero más incapacitantes, como las mostazas, que tienen una alta morbilidad con una baja mortalidad³.

Latencia

La latencia se relaciona con el tiempo transcurrido entre la exposición al químico y la aparición de los primeros síntomas.

Las mostazas tienen una latencia prolongada, entre 6-8 horas de media⁵, con un rango de 2-48 horas^{1-3,5}. Por el contrario, el cianuro y los agentes nerviosos tienen un tiempo de latencia corto².

CLÍNICA DE LA AGRESIÓN QUÍMICA

Dependiendo de las características vistas anteriormente, la clínica que van a presentar los pacientes expuestos a un agente químico va a ser muy variada. Además, dependiendo de la vía de entrada podremos encontrarnos con diferente sintomatología. Así, si la exposición se ha producido principalmente por vía inhalatoria, los síntomas serán respiratorios, bien con sintomatología por irritación de las vías respiratorias o secundaria a una situación de hipoxia tisular, como en el caso de la inhalación de cianuro¹⁵. Si la vía de contacto ha sido digestiva podemos encontrarnos con una clínica de disfagia y pirosis, por ingesta de cáusticos. Si la vía de exposición ha sido la piel y mucosas podremos encontrar lesiones similares a las producidas en las agresiones térmicas¹³. A veces, la clínica puede presentarse independientemente de la vía de entrada, como en el caso de los agentes nerviosos o de los insecticidas organofosforados, que van a provocar un síndrome colinérgico, derivado de la inhibición de la acetilcolinesterasa⁶.

Por tanto, deberemos sospechar una probable contaminación química ante pacientes con síndromes colinérgicos, irritación de mucosas, quemaduras cutáneas, ante el olor a productos químicos o ante la presencia de ropas manchadas de líquidos o polvos desconocidos¹⁶.

A continuación presentamos las características fisiopatológicas y clínicas de algunos de los productos químicos más frecuentes.

Gases irritantes respiratorios

Los principales gases irritantes respiratorios son el gas cloro y el fosgeno.

El gas cloro fue desarrollado y utilizado por Alemania durante la Primera Guerra Mundial¹. Actualmente se emplea en la industria del papel, textil, metal y en la industria farmacéutica⁵. Es un gas irritante

respiratorio, con una alta mortalidad. Aunque su vía de entrada es la inhalatoria, puede impregnar las ropas y la piel de las personas expuestas², pudiendo volatilizarse durante la asistencia sanitaria, provocando la contaminación secundaria del personal asistente.

El fosgeno es un producto irritante respiratorio, veinte veces más potente que el gas cloro¹⁴. Fue utilizado por Francia durante la Primera Guerra Mundial² y actualmente se utiliza en la fabricación de tintes y en la elaboración de decapantes para pinturas³. Puede absorberse por inhalación o a través de las mucosas oculares, por contacto directo con los ojos¹. Al igual que el gas cloro, puede impregnar ropas y piel, pudiendo volatilizarse, particularidad que habrá que tener en cuenta a la hora de manejar a estos pacientes.

Agentes nerviosos

Los denominados agentes nerviosos fueron desarrollados durante la Segunda Guerra Mundial por Alemania y Estados Unidos, aunque, al parecer, nunca llegaron a utilizarse durante aquel conflicto. Sí se han utilizado posteriormente en acciones terroristas en Japón^{6,7}. La característica común de todos ellos es su capacidad para inhibir la enzima acetilcolinesterasa una vez absorbidos⁶, produciendo un síndrome colinérgico similar al producido por los productos organofosforados. De hecho, estos insecticidas fueron desarrollados a partir de los agentes nerviosos. Los principales productos dentro de los agentes nerviosos son el gas tabún (agente GA), el sarín (agente GB), el somán (agente GD) y el agente VX, siendo este último el más potente, por ser el más persistente y el menos volátil. El tiempo de latencia de todos ellos es corto¹. Se absorben por vía inhalatoria, digestiva y cutánea^{1,2}. Las formas líquidas pueden absorberse fácilmente a través de la piel intacta¹. Como ya hemos comentado, la clínica se caracteriza por un síndrome colinérgico, más o menos intenso, dependiendo de la cantidad absorbida, con miosis, lagrimeo, disminución de la agudeza visual, como síntomas más precoces, seguido de rinorrea, sialorrea, broncorrea, hiperhidrosis, vómitos y

diarreas, con incontinencia fecal. La bradicardia y la hipotensión suelen estar presentes en este cuadro, así como bloqueos cardíacos. Pueden aparecer temblores y fasciculaciones y a veces acompañarse de cuadros convulsivos^{1,2}.

Agentes vesicantes

Los agentes vesicantes son productos químicos cuya característica fundamental es su capacidad de producir lesiones ampollas en la piel. Los principales compuestos de este grupo son las mostazas, la lewisita y la oxima fosgeno.

Las mostazas se desarrollaron durante la Primera Guerra Mundial y han sido utilizadas en múltiples ocasiones como arma química⁴. Existen dos grupos de mostazas, las sulfuradas y las nitrogenadas, siendo las primeras las únicas que se han llegado a emplear como arma química. Las mostazas son productos lipofílicos², con una alta persistencia y una alta latencia, pudiendo transcurrir desde la exposición a la aparición de los síntomas una media de 6-8 horas⁵, con un rango de 2 a 48 horas^{1,3}. Una vez absorbidas por la piel, las mostazas actúan sobre las células con mayor poder de división, como los epitelios y las células precursoras sanguíneas², formando un ión sulfuro que produce daño celular irreversible³. Todo esto se traduce en la aparición de ampollas a nivel de la piel y de cuadros de pancitopenia². Las mostazas tienen una alta morbilidad, con una baja mortalidad que ronda el 2-3%^{1,3}.

La lewisita es un agente vesicante de acción inmediata, que produce daño multiorgánico, sobre todo a nivel cutáneo, ocular y de vías respiratorias aunque, al contrario que las mostazas, respeta la médula ósea².

La oxima fosgeno, o agente CX, es un producto cuya acción es más irritante y urticariante que vesicante².

Agentes axfixiantes

Dentro de estos agentes encontramos el cianuro, producto ya empleado por los alemanes en las cámaras de gas durante la Segunda Guerra Mundial², implicado en uno de los accidentes químicos más

importantes ocurridos hasta la fecha en la década de los 80 en Bhopal (India), al producirse un escape de metil isocianato, con 5.000 muertos y 200.000 afectados^{10,11}. El cianuro se emplea principalmente en la industria del metal y los plásticos⁵. Su toxicidad es elevada y su mecanismo de acción se basa fundamentalmente en la alta afinidad por la enzima mitocondrial citocromooxidasa a₃, lo cual produce un bloqueo de la respiración celular¹⁵.

Otros productos utilizados como armas químicas

Entre otras sustancias que se utilizan como armas químicas encontramos los agentes incapacitantes (agente BZ y agente 15) y los gases lacrimógenos.

Los agentes incapacitantes son productos poco tóxicos, que se absorben por vía inhalatoria y cutánea. Son inhibidores competitivos de la acetilcolina, produciendo, además de un cuadro atropínico, alteraciones mentales².

Los gases lacrimógenos son productos químicos cuyo órgano diana son la mucosa ocular y las mucosas de las vías respiratorias altas. Se utilizan principalmente como arma antidisturbios y su principal representante es la cloropicrina². A nivel de la piel pueden producir irritación.

Productos químicos industriales más habituales

Existen multitud de productos químicos que se emplean diariamente en la industria química o que son transportados en diferentes vehículos, con el consiguiente riesgo para la población. Además, hoy día hay almacenados en todos los domicilios muchos productos químicos, como detergentes, insecticidas, disolventes, etc. que aumentan el riesgo de un probable accidente con dichos productos. A continuación vamos a describir someramente algunos de los más habituales.

Fenol

El fenol, también conocido como hidroxibenceno, benzofenol o ácido carbólico, es un producto utilizado en la industria química como disolvente o para la fabrica-

ción de resinas y herbicidas. Es un potente corrosivo cutáneo, absorbiéndose con facilidad y dando lugar a un cuadro general caracterizado por fallo hepático y renal, así como por edema pulmonar y cerebral.

Ácido clorhídrico

También llamado ácido muriático, es utilizado como reactivo químico o en procesos de limpieza y de elaboración de algunos alimentos. Es un importante irritante cutáneo y a nivel corneal puede llegar a producir necrosis.

Ácido sulfúrico

También llamado aceite de vitriolo, ácido de baño, ácido electrolítico o ácido de decapado, es utilizado en industria para la fabricación de fertilizantes, explosivos y en el refinado del petróleo. Es fuertemente caústico para la piel y sus vapores pueden producir necrosis dental.

Amoniaco

También llamado hidróxido amónico o agua amoniacal, es un álcali empleado en la fabricación de fertilizantes y como producto de limpieza. Produce quemaduras cutáneas leves y, a veces, lesiones corneales permanentes.

Ácido fluorhídrico

Es un ácido débil, fuertemente corrosivo a nivel de la piel, comportándose, fisiopatológicamente hablando, como un álcali, ya que, a nivel tisular, produce licuefacción de las proteínas. Se utiliza principalmente en la industria del vidrio y en la limpieza industrial de cobre y bronce.

Fósforo blanco

También se le denomina fósforo amarillo. Se emplea principalmente en la industria pirotécnica y en la fabricación de cerillas y de venenos (raticidas). Es sólido e insoluble en agua, pegándose literalmente a la piel.

TRATAMIENTO

Además de las lógicas medidas de soporte vital, la descontaminación cutánea es la parte fundamental del tratamien-

to tras la exposición a un producto químico. Debido a que el tiempo de exposición es el factor de riesgo principal en este tipo de agresiones, la neutralización del químico va a ser la primera medida a tomar¹. De todas formas hay que tener presente que la descontaminación química no se reduce a la simple eliminación o neutralización del producto en la piel, sino que debe centrarse simultáneamente en la disminución o retirada total del producto químico de las ropas, así como en el control del material contaminado y en la evitación de la contaminación secundaria del personal que atiende al paciente². Todo esto se traduce en una serie de medidas fundamentales que deberían tener a punto todos los servicios de emergencias, comenzando por el entrenamiento del personal de emergencias¹⁷, siguiendo por la existencia de planes de actuación, para evitar contaminaciones secundarias de personal y del propio servicio de urgencias¹⁶ y teniendo medios adecuados de protección personal y de los materiales contaminados^{1,18,19}.

Medidas generales

¿Quién debe manejar a estos pacientes?

Lo ideal es que el personal que atiende este tipo de sucesos tuviera un entrenamiento adecuado y que en los servicios de urgencia existiera un plan concreto de actuación ante situaciones de riesgo o catástrofe química²⁰. No obstante, diferentes estudios demuestran que el personal no está entrenado para este tipo de eventos^{5,9,21}. Además, los hospitales, en general, no tienen planes para hacer frente a estas situaciones^{17, 22-25}. Hoy día, en nuestro país, ni el personal de urgencias tiene posibilidad de recibir entrenamiento en este campo, ni los servicios cuentan con un plan concreto de emergencias para situaciones de contaminación química.

¿Cómo debe manejarse a estos pacientes?

La primera actuación, como en toda emergencia médica, deberá ir encaminada a evitar la contaminación secundaria del personal sanitario que presta la asisten-

cia^{3,16,19,26}, por lo que dicho personal debería estar correctamente protegido con un buen equipamiento de protección personal^{2,20}, compuesto de gafas, guantes, botas y ropa adecuados, impermeables a los productos químicos y mascarilla, ya que algunos productos químicos pueden aerosolizarse o evaporarse y provocar lesiones por inhalación en el personal, o ponerse en contacto con la piel^{2,5}. El entrenamiento va a ser fundamental, ya que este tipo de equipamiento presenta una serie de inconvenientes, como la limitación de la movilidad, el riesgo de deshidratación, la aparición de síntomas de hipertermia y la claustrofobia^{2,5,20}. Actualmente, en Estados Unidos existen cuatro niveles de protección individual ante un evento químico (A,B,C y D). Parece que el nivel superior (A) estaría reservado al personal que entraría en la zona donde se hubiera producido la mayor exposición química. El personal de los servicios de urgencia, en la mayoría de las ocasiones, precisaría de una protección de nivel C, que comprendería la protección mediante ropa impermeable, botas, mascarilla, guantes y gafas^{2,27}.

¿Dónde debe manejarse a estos pacientes?

En los servicios de urgencias debería existir un lugar idóneo para la descontaminación química^{17-19,21,23}, una habitación que aisle al paciente y el material que se utilice en su descontaminación del resto del espacio físico del servicio, evitando así la posibilidad de que la contaminación pueda afectar al resto de personal y pacientes¹⁶. Además, esta zona debería ser un lugar bien ventilado, para evitar la perpetuación en el ambiente del producto químico aerosolizado o evaporizado. La falta de previsión en unos casos y el desconocimiento de la potencial gravedad de estas situaciones hacen que no existan este tipo de salas o que estén mal diseñadas.

¿Qué se debe hacer en primer lugar?

Independientemente de todo esto, y en cuanto a la asistencia en concreto se refiere, ante una persona o grupo de personas

que han sufrido exposición a un producto químico, aplicaremos en primer lugar medidas de soporte vital, si así lo precisa (aislamiento de la vía aérea, oxigenoterapia y estabilización hemodinámica). No debemos olvidar que la mayoría de los productos químicos, además de provocar lesión cutánea, pueden provocar daño por vía inhalatoria.

Aplicadas estas primeras medidas, será fundamental retirar todas las ropas y accesorios (reloj, cadenas, etc.) que porte el paciente, ya que suelen estar impregnadas del producto químico. Una buena medida preventiva consistirá en colocarlo todo en una bolsa de plástico o contenedor que tengan cierre hermético, para su aislamiento, evitando así contaminaciones secundarias^{2,14,16}.

Posteriormente se deberá realizar la descontaminación, propiamente dicha.

Descontaminación química

La descontaminación cutánea es la principal medida a realizar y la deberemos aplicar en el menor tiempo posible desde el contacto con el agente químico^{1,3}, ya que el tiempo de exposición es el principal factor de gravedad de las lesiones en estas situaciones. Esta descontaminación cutánea precoz está particularmente indicada en el caso de exposición a productos líquidos o en forma aerosolizada⁵, para evitar la absorción del producto y evitar las contaminaciones secundarias debidas a su volatilización.

La descontaminación debe llevarse a cabo mediante el lavado de la piel y, en caso de que el producto químico en cuestión tenga un antídoto específico, mediante la neutralización del mismo con dicho antídoto. Sin embargo, pocos son los productos químicos que cuentan con un tratamiento específico.

Descontaminación cutánea mediante lavado

El lavado exhaustivo de la piel de la forma lo más precoz posible, con agua y jabón es el método universal de descontaminación a aplicar a una persona que ha sufrido una agresión química, indepen-

dientemente del tipo de agente químico^{2,3,5}. El lavado deberá ser de arrastre con abundante agua, a poder ser mezclada con jabón.

La ducha es un buen método. Este lavado deberá durar entre 5 y 10 minutos. Además, es deseable contar con recipientes donde recoger el agua sobrante contaminada, para evitar contaminaciones secundarias. En el caso de las mostazas, el lavado está indicado aun en ausencia de síntomas², teniendo en cuenta su elevada latencia.

En algunas situaciones concretas se recomiendan lavados específicos. Así, en el caso de las mostazas, los militares norteamericanos recomiendan el lavado de la piel mediante hipoclorito sódico (lejía) al 5%⁵. En algunos departamentos de emergencias de Estados Unidos lo emplean a concentraciones del 1-2%, incluso mediante el cepillado vigoroso de la piel, ya que ello podría disminuir la absorción de las mostazas³. También se ha propugnado el lavado de estos pacientes mediante el empleo de hidrocarburos, que disolverían las mostazas, ayudando a un arrastre más eficaz de las mismas durante el lavado². Las lesiones ampollas por mostazas deben tratarse igual que las lesiones por quemadura térmica¹.

En el caso de contacto con lewisita se recomienda el lavado temprano con hipoclorito sódico² y la administración tópica de dimercaprol o BAL (*Brithis Anti-Lewisite*) directamente sobre las lesiones⁵.

Si existe afectación ocular, el lavado deberá realizarse durante 10-15 minutos en el caso de contacto con ácidos, debiendo ser más generosos en la duración del lavado cuando la quemadura sea por álcalis (30-60 minutos)^{1,3}. Posteriormente habrá que solicitar valoración por parte del oftalmólogo.

En el caso concreto de los gases lacrimógenos se han descrito cuadros de irritación cutánea por su contacto directo con la piel. El manejo será el lavado con agua y jabón. No obstante, si continúa la irritación puede realizarse lavados con agua de Burow, que es una solución de acetotartrato de aluminio².

En el caso del fenol, el lavado se realizará frotando la piel abundantemente con una solución de polietilenglicol (PEG) al 70% y etanol al 30% (Macrogel 400[®]). En su defecto podremos utilizar glicerina o aceite de parafina. Posteriormente deberemos lavar con abundante agua hasta que desaparezca el olor a fenol.

En caso de contacto con ácido clorhídrico deberemos realizar un lavado de arrastre con agua y jabón y posteriormente aplicar sobre la piel una solución de trietanolamina al 5% o bien espolvorear las lesiones con bicarbonato sódico.

En la contaminación por ácido sulfúrico lavaremos la piel con abundante agua para, posteriormente, neutralizar el producto, espolvoreando las zonas afectadas con bicarbonato sódico al 2-3% o carbonato sódico al 5%. Posteriormente se deberá volver a lavar con abundante agua.

Para el ácido fluorhídrico deberemos lavar las zonas afectadas con una solución de amonio cuaternario, pudiendo posteriormente aplicar un gel de gluconato cálcico sobre las lesiones o incluso infiltrarlas con gluconato cálcico al 10%.

En el caso del fósforo blanco deberemos lavar las zonas cutáneas afectadas con una solución de sulfato de cobre al 2% y luego cubrirlas con aceite. Una alternativa consiste en espolvorear las lesiones con bicarbonato sódico o utilizar soluciones tópicas de hidroxietilcelulosa.

Por la capacidad que tiene el sodio metálico de explosionar en contacto con el agua, para su eliminación de la piel se recomienda la utilización de aceites.

Antídotos

Aunque la mayoría de agentes químicos no tienen un antídoto eficaz, algunos cuentan con medidas más o menos eficaces.

Los agentes nerviosos y los compuestos organofosforados, por su mecanismo fisiopatológico de bloqueo de la acetilcolinesterasa, responden a la administración de atropina y oximas. La atropina es un antagonista competitivo de los receptores muscarínicos y se administra por vía endovenosa hasta conseguir la atropinización

del paciente^{1,7}, teniendo que precisar a veces dosis muy altas (20-30 mg)^{5,7} y administrándola a dosis de 2 mg cada 3-5 minutos¹. Por otro lado, las oximas antagonizan los efectos nicotínicos de los agentes nerviosos y de los organofosforados¹, soliendo precisar, al igual que con la atropina, dosis elevadas, a veces por encima de los 8 mg, en el caso de la pralidoxima^{5,7}. El problema de las oximas es que hay que administrarlas precozmente, ya que si se hace pasadas más de 12 horas desde la intoxicación no son capaces de romper la unión con el organofosforado con la colinesterasa².

En el caso de la lewisita, el BAL (dimer-caprol) ha demostrado ser eficaz experimentalmente, administrado por vía parenteral². No obstante, parenteralmente no tiene efecto sobre las lesiones cutáneas⁵.

CONCLUSIONES

Para afrontar correctamente una situación en la que debamos realizar una descontaminación química, bien sea a una persona o a varias, se deberían cumplir una serie de requisitos esenciales, comenzando por el entrenamiento del personal sanitario que vaya a intervenir, así como la planificación precisa de los centros asistenciales y en concreto los servicios de urgencias ante una posible situación de accidente o agresión química^{18,20}, intentando evitar la situación de falta de preparación que se observa en la mayoría de hospitales de diferentes países^{9,21,23,28}, mediante la creación de protocolos¹⁴.

Además, en los servicios de urgencias se debería contar con el material de protección necesario para el personal que deba realizar la descontaminación, estando este personal entrenado en las incomodidades que supone la realización de las maniobras de descontaminación con estos equipos. Igualmente debería existir un lugar bien aireado y que pueda aislarse del resto del servicio para realizar la descontaminación sin peligro de contaminaciones secundarias del resto de personal y pacientes que se encuentren en ese momento en el servicio, con el consiguiente riesgo de tener que clausurar el servicio de urgencias^{1,16,18}.

Por último, no hay que olvidar que el riesgo de contaminación química no es sólo un problema del hospital, sino que afecta también a la capacidad de intervención de los servicios de emergencias. Por tanto, además de que todo servicio de urgencias debería conocer con exactitud a qué tipos de peligros químicos está expuesta la población a la que atiende (industrias locales, transporte de productos químicos, etc.)⁸, debería contar con planes de actuación en coordinación con el resto de niveles implicados en este tipo de sucesos, bien a nivel hospitalario, como extrahospitalario²⁹, al igual que como ocurre en otros lugares^{30,31}, para evitar en la medida de lo posible actuaciones defectuosas³², debería contar en su arsenal terapéutico con todos los antídotos posibles necesarios para hacer frente a un accidente químico, bien individual o colectivo.

BIBLIOGRAFÍA

1. EVISON D, HINSLEY D, RICE P. Chemical weapons. *Br Med J* 2002; 324: 332-335.
2. DUEÑAS A, NOGUÉ S, PRADOS F. Accidentes o atentados con armas químicas: bases para la atención sanitaria. *Med Clin (Barc)* 2001;117: 541-554.
3. DAVIS KG, ASPERA G. Exposure to liquid sulfur mustard. *Ann Emerg Med* 2001; 37: 653-656.
4. HU H, COOK-DEEGAN R, SHUKURI A. The use of chemical weapons: Conducting an investigation using survey epidemiology. *JAMA* 1989; 262: 640-643.
5. BRENNAN RJ, WAECKERLE JF, SHARP TW, LILLIBRIDGE SR. Chemical warfare agents: emergency medical and emergency public health issues. *Ann Emerg Med* 1999; 34: 191-204.
6. MORITA H, YANAGISAWA N, NAKAJIMA T, SHIMIZU M, HIRABAYASHI A, OKUDERA H et al. Sarin poisoning in Matsumoto. *Japan. Lancet* 1995; 2: 290-293.
7. OKUMURA T, TAKASU N, ISHIMATSU S, MIYANOKI S, MITSUHASHI A, KUMADA K et al. Report on 640 victims of the Tokyo subway sarin attack. *Ann Emerg Med* 1996; 28: 129-135.
8. TOTENHOFER RI, KIERCE M. It's a disaster: emergency departments' preparation for a chemical incident or disaster. *Accid Emerg Nurs* 1999; 7: 141-147.
9. HENRETIG F. Biological and chemical terrorism defense: A view from the "front lines" of public health. *Am J Pub Health* 2001; 91: 718-720.

10. LORIN HG, KULLING PE. The Bhopal tragedy: what has the Swedish medicine planning learned from it? *J Emerg Med* 1986; 4: 311-316.
11. MEHTA PS, MEHTA AS, MEHTA SJ, MAKHLJANI AB. Bhopal tragedy's health effects: A review of methyl isocyanate toxicity. *JAMA* 1990; 264: 2781-2787.
12. BENDLIN A, LINARES HA, BENAÏM F. Tratado de Quemaduras. México: Ed. Interamericana, 1993.
13. MARTIN ML, HACHELROAD FP. Chemical burns. En: Tintinalli JE (ed.). *Emergency Medicine* 4th ed. New York. McGraw-Hill Companies, Inc., 1996: 899-905.
14. HERNANDO AE, FERRÁNDIZ S. Principios de asistencia sanitaria en situaciones de víctimas en masa y catástrofes. Atentados terroristas por bomba y desastres químicos. En: Perales N, editor. *Avances en emergencias y resucitación (I)*. Barcelona: Editorial EdikaMed 1996: 137-159.
15. BEASLEY DMG, GLASS WI. Cyanide poisoning: pathophysiology and treatment recommendations. *Occup Med* 1998; 48: 427-431.
16. BURGESS JL, KIRK M, BORRON SW, CISEK J. Emergency department hazardous materials protocol for contaminated patients. *Ann Emerg Med* 1999; 34: 205-212.
17. HORBY P, MURRAY V, CUMMINS A, MACKWAY-JONES K, EURIPIDOU R. The capability of accident and emergency departments to safely decontaminate victims of chemical incidents. *J Accid Emerg Med* 2000; 17: 344-347.
18. TUR-KASPA I, LEV EI, HENDLER I, SIEBNER R, SHAPIRA Y, SHEMER J. Preparing hospitals for toxicological mass casualties events. *Crit Care Med* 1999; 27: 1004-1008.
19. BURGESS JL. Hospital evacuations due to hazardous materials incidents. *Am J Emerg Med* 1999; 17: 50-52.
20. COATES MJ, JUNDI AS, JAMES MR. Chemical protective clothing; a study into the ability of staff to perform lifesaving procedures. *J Accid Emerg Med* 2000; 17: 115-118.
21. GREENBERG MI, JURGENS SM, GRACELY EJ. Emergency department preparedness for the evaluation and treatment of victims of biological or chemical terrorist attack. *J Emerg Med* 2002; 22: 273-278.
22. TREAT KN, WILLIAMS JM, FURBEE PM, MANLEY WG, RUSSELL FK, STAMPER CD. Hospital preparedness for weapons of mass destruction incidents: an initial assessment. *Ann Emerg Med* 2001; 38: 562-565.
23. OKUMURA T, SUZUKI K, FUKUDA A, KOHAMA A, TAKASU N, ISHIMATSU S et al. The Tokyo subway sarin attack: disaster management, Part 2: hospital response. *Acad Emerg Med* 1998; 5: 618-624.
24. RODGERS JC. Chemical incident planning: a review of the literature. *Accid Emerg Nurs* 1998; 6: 155-159.
25. ÁLVAREZ-LEIVA C, CARRASCO MS. Respuesta hospitalaria a las catástrofes. En: Carrasco MS, de Paz JA, editores. *Tratado de emergencias médicas*. Madrid: Ed. Arán 2000: 1971-1988.
26. NOZAKI H, HORI S, SHINOZAWA Y, FULISHIMA S, TAKUMA K, SAGOH M et al. Secondary exposure of medical staff to sarin vapor in the emergency room. *Intensive Care Med* 1995; 21: 1032-1035.
27. COX RD. Decontamination and management of hazardous materials exposure victims in the emergency department. *Ann Emerg Med* 1994; 23: 761-770.
28. BETTS-SYMONDS G. Major disaster management in chemical warfare. *Acc Emerg Nurs* 1994; 2: 122-129.
29. BURGESS JL, KOVALCHICK DF, HARTER L, KYES KB, LYMP JF, BRODKIN CA. Hazardous materials events: evaluation of transport to health care facility and evacuation decisions. *Am J Emerg Med* 2001; 19: 99-105.
30. LAURENT JF, RICHTER F, MICHEL A. Management of victims of urban chemical attack: the French approach. *Resuscitation* 1999; 42: 141-149.
31. BARTHELL EN, CORDELL WH, MOORHEAD JC, NANDLER J, FEIED C, SMITH MS et al. The frontlines of medicine project: A proposal for standardized communication of emergency department data for public health uses including syndromic surveillance for biological and chemical terrorism. *Ann Emerg Med* 2002; 39: 422-429.
32. OKUMURA T, SUZUKI K, FUKUDA A, KOHAMA A, TAKASU N, ISHIMATSU S et al. The Tokyo subway sarin attack: disaster management, Part 1: Community emergency response. *Acad Emerg Med* 1998; 5: 613-617.