



Revisión

Actuación sanitaria en atentados terroristas con agentes químicos de guerra: más de diez años después de los atentados con sarín en Japón (2ª parte)

R. Pita¹, S. Ishimatsu², R. Robles³

¹ESCUELA MILITAR DE DEFENSA NBQ. MINISTERIO DE DEFENSA. HOYO DE MANZANARES. MADRID. ²SERVICIO DE URGENCIAS. ST. LUKE'S INTERNATIONAL HOSPITAL. TOKIO. JAPÓN. ³SUMMA 112. MADRID.

RESUMEN

Tras los atentados del 11 de septiembre de 2001 en EE.UU. y, sobre todo, desde los envíos de sobres con esporas de carbunco, existe una alta percepción del riesgo sobre posibles atentados con armas de destrucción masiva por grupos asociados a la red terrorista Al Qaeda. Esto ha llevado a que el personal sanitario extra-hospitalario y hospitalario se interese sobre cómo debería ser su actuación en este tipo de incidentes. En el caso particular de los agentes químicos de guerra la base de la actuación sanitaria son las lecciones aprendidas por el personal sanitario que participó en los atentados terroristas con sarín que tuvieron lugar en Japón en 1994 y 1995. El presente trabajo intenta profundizar en estas lecciones aprendidas hace ya más de diez años, teniendo en cuenta que será cada servicio y organización sanitaria el que deberá adaptarlas a su situación y características particulares.

Palabras clave: Terrorismo químico. Agentes químicos de guerra. Medicina de emergencias. Descontaminación.

INTRODUCCIÓN

En la primera parte de este trabajo se analizaron aspectos básicos de la intervención sanitaria en el caso de atentados terroristas con agentes químicos de guerra, como son la coordinación de los organismos intervinientes en la gestión del incidente, la correcta utilización de los equipos de protección individual (EPI), las características y limitaciones de los equipos de detección e identificación, así como la importancia y dificultad del diagnóstico diferencial y triage. En esta segunda parte se continúan analizando otros aspectos no menos impor-

Correspondencia: René Pita
Escuela Militar de Defensa NBQ.
28240 Hoyo de Manzanares (Madrid)
E-mail: renepita@arrakis.es

ABSTRACT

Medical support in terrorist attacks with chemical warfare agents: over ten years since the sarin terrorist attacks in Japan (Part 2)

After the September 11 (2001) terrorist attacks in the USA and the subsequent mailing of letters contaminated with *B. anthracis* spores, a high perception of risk has become noticeable regarding the possibility of attacks with weapons of mass destruction, particularly by groups associated to the Al Qaeda terror network. For this reason, the medical personnel –both extra- and intrahospitalary– has become concerned about how to act and perform in this type of events. In the case of chemical warfare agents, the guiding principles of medical support are based on the experiences and on the lessons learned by the personnel that dealt with the sarin terrorist attacks in Japan in 1994 and 1995. The present paper aims at delving deeper into these lessons and findings of over ten years ago, bearing in mind that any and every medical service and organisation should adapt them to their particular environment, situation and characteristics.

Key Words: Chemical terrorism. Chemical warfare agents. Emergency medicine. Decontamination.

tantes, tal y como demuestran las lecciones aprendidas en la intervención sanitaria que tuvo lugar en los atentados con sarín en Japón y en otros incidentes con productos químicos.

ANTÍDOTOS Y GESTIÓN DE RECURSOS SANITARIOS

Además de los recursos necesarios para el tratamiento sintomático y de soporte, los grandes desconocidos, y que pueden llegar a ser críticos en atentados con agentes químico-

Fecha de recepción: 12-6-2006
Fecha de aceptación: 6-6-2007

cos, son los antidotos (ver Tabla 1 de la 1ª parte). El tratamiento antidótico de los agentes neurotóxicos incluye atropina, una oxima y una benzodiazepina como anticonvulsivante. Uno de los principales inconvenientes es que aún no se ha desarrollado una oxima de amplio espectro, es decir, que sea totalmente eficaz frente a cualquier agente neurotóxico de guerra o compuesto organofosforado anticolinesterásico¹. El HI-6, la oxima de mejor espectro de acción, únicamente se comercializa en autoinyectores especiales denominados de dos cámaras, todavía no muy perfeccionados. La inexistencia de una oxima de amplio espectro y la incapacitación posterior del tratamiento antidótico disponible ha llevado a la investigación y desarrollo del denominado tratamiento “moderno”, mediante el empleo de barredores^{1,2}. Frente a las lewisitas, el dimercaprol, también conocido como BAL (*British Anti-Lewisite*), ha mostrado cierta eficacia para contrarrestar los efectos sistémicos, sobre todo en la médula ósea³. La hidroxocobalamina o la combinación de nitrito sódico y tiosulfato sódico son los tratamientos antidóticos disponibles en España frente a las intoxicaciones por agentes cianurados^{4,5}. La fisostigmina está también indicada en casos de intoxicación grave por BZ, aunque tiene un estrecho margen de seguridad⁶. Si bien lo ideal es que el tratamiento antidótico lo administrase personal sanitario, en el caso de los primeros intervinientes es necesario que dispongan de autoinyectores para la rápida administración intramuscular de antidotos frente a agentes neurotóxicos de guerra, que pueden llegar a provocar la muerte en pocos minutos. Esta necesidad es fundamental en el caso de intoxicaciones por somán, ya que la acetilcolinesterasa inhibida por este agente sufre rápidamente (2-4 minutos) un proceso de “envejecimiento”, tras el cual las oximas son ineficaces⁷. La experiencia de la guerra Irán-Iraq muestra que una rápida administración del tratamiento antidótico supone una mayor probabilidad de recuperación sin secuelas⁸.

El día del atentado con sarín los hospitales de la ciudad de Tokio disponían de cantidades suficientes de atropina pero no de pralidoxima, almacenada fundamentalmente en hospitales de zonas rurales donde, por las actividades agrícolas, el riesgo de intoxicaciones por insecticidas organofosforados era mayor⁹. Sin embargo, nadie fue capaz de movilizar estas reservas hacia los hospitales de Tokio. El Hospital Internacional St. Luke tuvo la suerte de disponer de un buen aprovisionamiento de pralidoxima (100 ampollas) y de que el servicio de farmacia hospitalaria rápidamente obtuviese más cantidad¹⁰. Surge así la necesidad de crear un sistema que gestione los recursos sanitarios en el caso de atentados con armas de destrucción masiva.

En EE.UU., a raíz de los atentados del 11 de septiembre de 2001 (11S), se creó el 1 de marzo de 2003 la Reserva Nacional Estratégica (*Strategic National Stockpile*, SNS) para el

reabastecimiento local y estatal de antidotos, antibióticos y vacunas, entre otros, en el caso de ataques con armas de destrucción masiva y en otro tipo de emergencias de salud pública^{11,12}. La SNS permite el reabastecimiento local y estatal de estos recursos sanitarios en un plazo no superior a 12 horas, ya que dispone de distintos almacenes situados estratégicamente por todo el país con el fin de poder cumplir el plazo en todo el territorio. La SNS no es ni más ni menos que una potenciación de la Reserva Nacional Farmacéutica (*National Pharmaceutical Stockpile*, NPS) creada en 1999 y que fue capaz de reabastecer de medicamentos y material sanitario a la ciudad de Nueva York el 11S en menos de 7 horas después del ataque¹³. Desde su creación, la SNS se ha utilizado para solucionar problemas de salud pública no relacionados con situaciones de terrorismo¹⁴. Estas operaciones reales y simulacros realizados hasta la fecha han permitido corregir errores en la composición del material almacenado, en las condiciones de almacenamiento, en los protocolos de activación y en el transporte de los medicamentos y el material solicitado¹⁵⁻¹⁹.

Si bien la gestión de recursos a nivel nacional es importante, inicialmente se deben gestionar los recursos a nivel local^{13,15}. En EE.UU. el servicio de farmacia del Centro Médico Maimonides, que jugó un papel fundamental en el 11S y en los incidentes de sobres con esporas de carbunco, ha diseñado un Equipo de Farmacia para Respuesta a Emergencias (EFRE) que estaría preparado para gestionar los recursos sanitarios necesarios en caso de incidentes con armas químicas²⁰. A nivel hospitalario incluso se han desarrollado sistemas de almacenamiento de atropina en forma liofilizada que permitirían la rápida preparación de jeringas prellenadas por parte del servicio de farmacia²¹.

EFFECTOS Y ASISTENCIA PSICOLÓGICA

Tanto los atentados terroristas con armas convencionales como los atentados con armas químicas se caracterizan por un elevado número de afectados con efectos psicológicos que incluyen: víctimas directas del arma, personas que están en la zona del atentado pero que no han sido afectadas directamente por el arma, familiares de las víctimas y el propio personal interviniente²²⁻²⁵. Los efectos psicológicos pueden persistir incluso años después del atentado. El objetivo de utilizar armas químicas no es solamente el provocar intoxicados sino causar miedo y pánico en la población, de la misma manera que en un escenario militar se busca mermar la moral de las tropas. Distintos trabajos en publicaciones biomédicas muestran que en incidentes con sustancias peligrosas también se ha observado que las víctimas sufren más estrés y efectos psicológicos²⁶⁻³⁰. En un estudio reciente se realizó una encuesta a víctimas que 8-



40 días antes habían estado expuestas a sustancias peligrosas, observándose que el trastorno de somatización era significativamente más elevado, con respecto al grupo control³¹. Uno de los primeros casos publicados en los que se vio la importancia de los efectos psicológicos en incidentes con agentes químicos se produjo en 1973 cuando un barco atracado en un puerto de Nueva Zelanda descargaba barriles de un compuesto organofosforado y un trabajador del muelle notó un olor extraño y observó la palabra “veneno” en uno de los barriles³². El boca a boca llevó a que 643 personas buscasen asistencia sanitaria, si bien se calcula que sólo unos 241 trabajadores del muelle podrían haber estado en contacto directo con los barriles.

En el atentado de Tokio en 1995 más de 5.000 personas acudieron a los hospitales y centros de salud pero menos del 20% presentaban signos clínicos de intoxicación por sarín, mientras que el resto habían sufrido exposiciones subclínicas o presentaban síntomas de origen psicogénico³³. Los efectos psicológicos persistían aún 5 años después del atentado³⁴. También en la guerra Irán-Iraq las “bajas” psicológicas complicaron el diagnóstico diferencial por el personal sanitario militar debido a los denominados “sanos preocupados”, combatientes sin síntomas ni signos clínicos de intoxicación pero con un alto grado de ansiedad, y por los denominados “enfermos preocupados”, combatientes que sin haber estado expuestos al agente padecían síntomas de la intoxicación de origen psicogénico⁸.

Durante la guerra del Golfo de 1991 el gobierno israelí dotó a la población civil de máscaras de defensa nuclear, biológica y química (NBQ) y autoinyectores con antídotos frente a agentes neurotóxicos, dándose casos de asfixia por un mal uso de la máscara en situaciones de estrés³⁵ y casos de intoxicación por atropina cuando, al saltar las alarmas de ataques con misiles Scud iraquíes, algunas personas creían sufrir intoxicaciones por agentes neurotóxicos³⁶. También durante esta guerra el personal militar americano sufrió cuadros de pánico, hiperventilación e incluso eran incapaces de ponerse las máscaras NBQ, cuando en las sesiones de instrucción no habían tenido problemas, al saltar las alarmas por falsos positivos de los equipos de detección³⁷.

La competencia entre medios de comunicación puede potenciar la diseminación de una información sensacionalista, favoreciendo el miedo a lo desconocido e infundiendo pánico en la población³⁸⁻⁴¹, lo cual puede incluso agravar la situación de los centros sanitarios⁴². La forma de comunicar la información por parte de las autoridades públicas puede tener el mismo efecto. Por ejemplo, en junio de 2005, tras producirse un incendio en una fábrica de productos lácteos en Nueva Zelanda, el portavoz de los bomberos declaraba ante los medios de comunicación su preocupación porque la combinación de sosa cáustica y ácido sulfúrico almacenados en la fábrica produjese iperita, algo totalmente erróneo, pero que creó alarma social en la

población próxima a la zona del incendio⁴³. Es importante que tanto los primeros intervinientes como el personal sanitario que actúen como portavoces ante los medios de comunicación tengan en cuenta que la percepción del riesgo por parte del público va a verse afectada en gran medida por la información que transmitan. De hecho, algunos autores indican que el público considera más creíble la información que proporciona el personal sanitario que la que proviene de otros portavoces⁴⁴⁻⁴⁶. El denominado “modelo Giuliani” de conferencia de prensa que dio buenos resultados en los incidentes de sobres con esporas de carbunco tras el 11S se basaba, en parte, en que el alcalde de Nueva York cedía el micrófono en directo a su asesor sanitario para transmitir una sensación de confianza a la población⁴⁷.

DESCONTAMINACIÓN DE VÍCTIMAS

Una de las lecciones aprendidas más citadas de los atentados terroristas de Japón es la necesidad de descontaminar no solamente al personal interviniente a la salida de la zona en la que se ha producido el incidente, sino también a las víctimas. El objetivo es finalizar o reducir el contacto entre la víctima y el agente químico y evitar la contaminación secundaria⁴⁸.

En Matsumoto y Tokio funcionarios del metro, bomberos, policías y personal sanitario sufrieron contaminación secundaria al entrar en contacto con las víctimas no descontaminadas^{10,49-53}. Okumura et al⁵⁴ indican que el 9,9% de los primeros intervinientes sufrió contaminación secundaria en el atentado de Tokio. De la misma manera, las víctimas trasladadas a los hospitales de Tokio y Matsumoto provocaron contaminación secundaria del personal hospitalario⁵⁵⁻⁵⁷. En el hospital St. Luke aproximadamente el 23% del hospital manifestó padecer síntomas relacionados con la contaminación secundaria: el 39,3% de los auxiliares de enfermería, el 26,5% de los enfermeros, el 25,5% de los voluntarios, el 21,8% de los médicos y el 18,2% del personal administrativo¹⁰. Las zonas más afectadas fueron la capilla, utilizada como área de expansión, y la Unidad de Cuidados Intensivos, la primera por su mala ventilación y la segunda quizás porque era donde las víctimas más graves y que presumiblemente habían estado expuestas a mayores concentraciones de sarín eran trasladadas¹⁰. Por el contrario, la zona menos afectada fue el servicio de urgencias, quizás por su buena ventilación y por tener una entrada directa a la calle que estuvo funcionando con mucha frecuencia. Tanto en los primeros intervinientes como en el personal hospitalario de Tokio los efectos fueron locales y en algunas casos se llevó a cabo tratamiento antidótico⁵⁵. Únicamente un funcionario del metro murió a los pocos minutos de coger una de las bolsas que contenía unos 600 gramos de sarín al 35%⁵⁸.

De hecho, la baja pureza del sarín utilizado en Tokio podría haber sido la causa de que la contaminación secundaria no hubiese tenido repercusiones más graves⁵⁸.

Es necesario tener en cuenta la rápida absorción en la piel de agentes como el VX^{59,60} o la iperita, que no se detecta transcurridos 30 minutos⁶¹, lo que requeriría llevar a cabo la descontaminación lo más rápidamente posible.

Productos de descontaminación

Uno de los principales problemas que se establecen a la hora de descontaminar al personal es el tipo de producto descontaminante a utilizar⁶². Estos descontaminantes pueden actuar por detoxificación, absorción, dilución o arrastre.

Algunos agentes químicos de guerra son sustancias lipófilas (p. ej. la iperita) y la descontaminación inicial con agua puede extender la contaminación por una mayor superficie corporal, aumentando los efectos locales, y favoreciendo la absorción y, por tanto, los efectos sistémicos. En estos casos se deben emplear primero productos absorbentes (p. ej. tierra de Fuller) que absorben la contaminación líquida de la superficie corporal^{63,64}. De hecho, dentro del material complementario de un combatiente con EPI NBQ militar se incluye una manopla con material absorbente para realizar la descontaminación de urgencia por el propio individuo. En un escenario civil esto se podría traducir en la descontaminación de urgencia con productos absorbentes por el personal de rescate o por el personal de la estación de descontaminación, a la entrada de la misma.

En el caso de agentes químicos en forma de gas a temperatura ambiente, la retirada de la ropa y una ducha con agua (o agua y jabón) deberían ser suficientes, mientras que en el caso de sólidos y líquidos, el agua puede actuar diluyendo y arrastrando el agente de la superficie corporal^{48,65}. En la descontaminación se debe tener cuidado con sustancias que reaccionan de forma violenta con el agua (p. ej. cesio, litio, potasio, sodio y rubidio, entre otros)⁶⁶. Para algunos autores la retirada de la ropa puede suponer la eliminación del 75-90% de la contaminación^{48,67-70}. Sin embargo, el Instituto Nacional de Normas y Tecnología de EE.UU. (*National Institute of Standards and Technology*, NIST) indica que también hay que tener en cuenta el tipo de ropa y calcula que en algunos casos puede suponer únicamente un 50%⁷¹. Otro problema añadido de la ropa es que puede favorecer la absorción del agente a través de la piel⁴⁸. La ropa se debe retirar cortándola, evitando así la extensión de la contaminación^{66,72}. El fosgeno y la lewisita se descomponen rápidamente en presencia de agua o en ambientes con alta humedad^{65,73}. En el caso de víctimas por ingestión se debe valorar el riesgo de contaminación secundaria a través del vómito.

El hipoclorito sódico al 0,5% está indicado en la desconta-

minación de víctimas por agentes vesicantes y neurotóxicos, ya que favorece tanto la hidrólisis como la oxidación de los agentes⁷⁴. Concentraciones del 1% han sido eficaces detoxificando la iperita en tiempos de contacto incluso inferiores a 5 minutos, superando la eficacia de algunos descontaminantes comerciales específicamente fabricados para la descontaminación frente a agentes químicos de guerra⁷⁵. El hipoclorito seguirá actuando en el agua recogida del proceso de la descontaminación. La ventaja del hipoclorito sódico es que es un producto de fácil y rápida adquisición, por ejemplo, a través de los servicios de farmacia. Existen productos comerciales de probada eficacia en la descontaminación de agentes químicos de guerra pero su caducidad y coste económico son inconvenientes a tener en cuenta. El tiempo de ducha o lavado dependerá de cada caso particular (tipo de agente, extensión de la contaminación, características de la estación de descontaminación y descontaminante utilizado, entre otros)^{66,76} pero por motivos prácticos algunos autores recomiendan 5-6 minutos por víctima^{66,72}.

Se comercializan equipos de descontaminación basados en la aplicación del descontaminante y su rápida aspiración. Estos equipos fueron diseñados para la descontaminación en caso de incidentes nucleares o radiológicos, ya que pulverizarían una sustancia quelante, normalmente la solución de Schubert, para a continuación absorber los complejos quelatos formados con las partículas radiactivas. Su eficacia en el caso de contaminación química no ha sido probada. Su coste y mantenimiento son factores a tener también en cuenta.

En heridas abiertas y ojos no se debe utilizar hipoclorito sino suero fisiológico. Actualmente se están desarrollando productos de descontaminación a base de enzimas de naturaleza endógena (p. ej. butirilcolinesterasas mutantes) con gran capacidad de detoxificación y que podrían aplicarse en heridas abiertas⁷⁷.

Hay que tener en cuenta que las propiedades físico-químicas de los agentes químicos se pueden modificar para dificultar el proceso de descontaminación. Es el caso del "espesado", que consiste en la adición de un acrilato para aumentar la persistencia del agente, pero que también favorece su adhesión a las superficies, haciendo más difícil el proceso de descontaminación⁷⁸. Lo mismo ocurre con los "agentes sucios" ("dusty agents"), partículas que actúan como un sistema de liberación continuada del agente, aumentando su persistencia y dificultando la descontaminación.

Estaciones de descontaminación

Si bien no entraremos en detalles sobre los pasos de la descontaminación de las víctimas, que dependerán de las características intrínsecas de cada modelo comercial, la línea de descontaminación de las víctimas ambulatorias debe estar se-



parada de la línea para las víctimas no ambulatorias que necesitan ser trasladadas en camillas⁷⁹. Este último caso supondrá una carga de trabajo adicional para el personal de la estación. Actualmente distintas casas comerciales disponen de estaciones de descontaminación con rieles o rodillos para movilizar a las víctimas en camillas dentro de la estación (Figura 1). Al principio, este proceso se hacía de forma manual por el personal de la estación, lo que suponía un mínimo de 30 minutos por víctima no ambulatoria y un importante esfuerzo físico para el personal de la estación. Con las estaciones modernas este tiempo se ha reducido a unos 10 minutos, aproximadamente, y el esfuerzo del personal de la estación es mucho menor. Las estaciones deben disponer de tiendas para respetar la privacidad de las víctimas, sobre todo en presencia de los medios de comunicación. Además, se debe evitar la hipotermia por lo que en función de la temperatura ambiental se debe ajustar la temperatura del agua de las duchas.

Un problema añadido en las estaciones de descontaminación es que en el agua utilizada pueden quedar restos de agente activo o de metabolitos tóxicos. Algunas estaciones cuentan con sistemas de recogida de agua e incluso el aire del interior, por diferencia de presiones, se le fuerza a pasar por filtros. Lógicamente el sistema de recogida de agua se puede ver saturado y, en cualquier caso, se debe tener en cuenta que una vez finalizado el proceso de descontaminación, durante la fase de recuperación, el terreno donde ha desplegado la estación puede requerir una descontaminación más agresiva y un control de la contaminación.

Control de la contaminación

Algunas unidades de intervinientes realizan un control de la contaminación a la entrada y/o a la salida de la estación de descontaminación. Además de los problemas ya tratados en la primera parte de este trabajo sobre los falsos positivos y los falsos negativos de los equipos de detección, el hacer un control de toda la superficie corporal de una víctima puede suponer un tiempo considerable, lo cual desde el punto de vista operativo no resulta eficaz y puede ser mucho más sencillo y práctico descontaminar a todos los que provengan de la zona afectada.

Descontaminación prehospitalaria

En EE.UU. la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (*Environmental Protection Agency*, EPA), el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (*National Institute for Occupational Safety and Health*, NIOSH) y la Administración para la Seguridad y Salud Ocupacional (*Occupational Safety and Health Administration*, OSHA) recomien-



Figura 1. Línea de descontaminación de víctimas no ambulatorias. El personal de la estación utiliza un nivel B de protección según la clasificación de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de EE.UU. (Environmental Protection Agency, EPA).

dan dividir el área afectada en tres zonas: caliente, templada y limpia (también denominada zona fría)⁸⁰ (Figura 2). La zona caliente es la zona directamente afectada por el agente químico. La zona templada se denomina así porque, a pesar de que inicialmente se encuentra en zona limpia, es donde se van a realizar las labores de descontaminación, lo que supone una concentración de personal y/o material que podría estar contaminado. La denominación de zona templada no debe llevar a error y, a efectos de protección, se debe considerar como zona caliente. Programas informáticos como ALOHA[®] o PEAC-WMD[®], entre otros, son útiles para establecer rápidamente la extensión del peligro en área y tiempo y determinar así el límite de la zona caliente en función de la información disponible sobre el agente, tipo de incidente y condiciones meteorológicas. La salida de la estación de descontaminación marcará el principio de la zona limpia. Dentro de la zona limpia se debe establecer otro límite que marque la denominada zona de apoyo, donde desplegarán todos los recursos de material y personal de los intervinientes. Normalmente el límite de esta zona dependerá del volumen de los medios desplegados.

En la zona caliente sólo deberán entrar las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, bomberos y personal de los servicios de rescate. Estos, en función de sus protocolos de actuación, pueden actuar o no acompañados de personal sanitario.

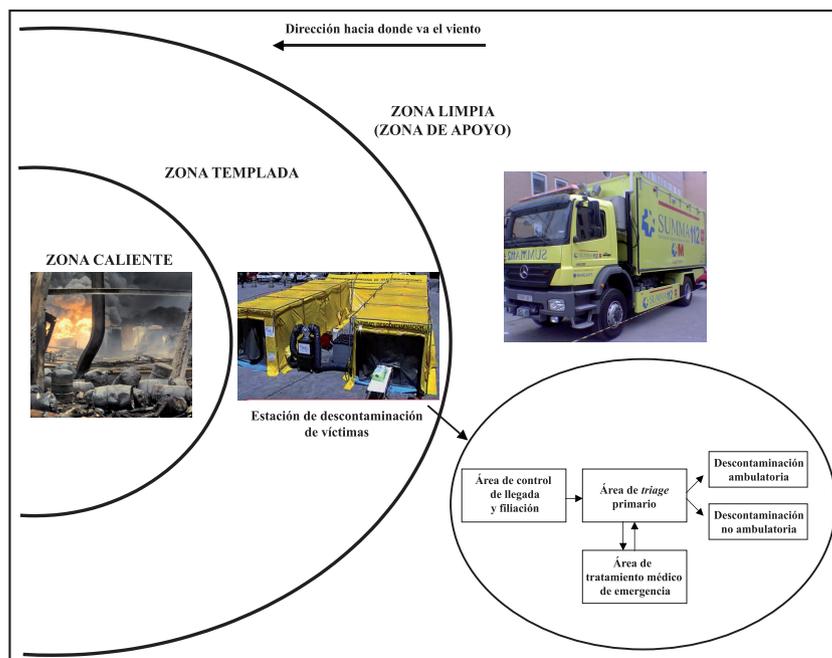


Figura 2. Zonas en las que se divide el área de intervención en caso de un accidente o atentado con agentes químicos. Se muestra una ampliación con las áreas de la estación de descontaminación de víctimas.

Detrás de las estaciones de descontaminación, es decir, después de la zona templada estarán los Puestos Médicos Avanzados y los Centros Médicos de Evacuación. Por lo tanto, la mayoría del personal sanitario se encontrará al final de la estación de descontaminación para tratar a las víctimas sin necesidad de EPI. Sin embargo, antes de que las víctimas entren en el área de descontaminación propiamente dicha se debe establecer un área de triaje primario y, en paralelo, una estación de tratamiento médico de emergencia, cuya función es la de estabilizar al paciente antes de entrar en la zona de descontaminación. En ambas áreas deberá haber personal sanitario utilizando EPI, limitando así su capacidad de intervención a este nivel.

Descontaminación hospitalaria

Si bien lo ideal sería que todo el que abandonase la zona caliente fuese descontaminado, la realidad es que para cuando se establezcan y controlen la zona caliente y la zona templada presumiblemente ya habrán llegado o estarán llegando víctimas a los hospitales, de ahí que los centros de coordinación deban informar y alertar a los centros sanitarios próximos, con el fin de que se controlen las entradas y se puedan desplegar o, en el peor de los casos si no están disponibles, improvisar sistemas de descontaminación^{45,81}. En el atentado de Tokio el 35% de las víctimas tratadas en el Hospital St. Luke llegaron por su propio pie y en vez de acceder por el servicio de urgencias lo hicieron indistintamente por las tres entradas del hospital^{10,82}. El control y acordonamiento de las estaciones de metro afectadas llevó unos 30 minutos y para entonces mu-

chas víctimas ya habían abandonado la zona caliente por sus propios medios o ayudadas por vehículos particulares o taxis^{54,82,83}. En estos casos es necesario que el personal de seguridad controle y dirija el acceso de personas y ambulancias al hospital. Los centros de coordinación deben también coordinar los traslados a los hospitales de manera que las ambulancias accedan por los lugares adecuados para la recepción de las víctimas. Por su parte, los hospitales deben disponer, dentro de sus planes de actuación ante catástrofes externas, de protocolos de actuación específicos para incidentes con agentes químicos en los que se detallen todos los aspectos previamente indicados^{62,67,84-90}.

En los hospitales la estructura de la estación de descontaminación de víctimas debe ser similar a la de la zona templada, con una línea para víctimas ambulatorias y otra para víctimas en camillas. Algunos hospitales tienen una zona permanente con duchas para realizar la descontaminación, pero lo normal y más práctico es que se realice fuera del servicio de urgencias con equipos desplegables^{45,68}.

Uso de EPI en las estaciones de descontaminación hospitalarias

El personal hospitalario que entra en contacto con las víctimas que provienen del área afectada debería seguir los mismos criterios de elección de EPI previamente explicados en la primera parte de este trabajo. Sin embargo, la OSHA establece la posibilidad de reducir los niveles de protección debido a que la posible contaminación trasladada al hospital en el cuerpo, ropa y objetos personales será mucho menor que la trasladada a la zona



templada que está justo a continuación de la zona caliente. Esto se deberá, sobre todo, a un menor número de víctimas que en la zona templada y a la volatilización y disipación del agente durante el traslado al hospital. De hecho, una revisión de publicaciones biomédicas sobre incidentes con sustancias químicas indica que la incidencia de contaminación secundaria del personal hospitalario por las víctimas es baja^{85,57,89,91-105}. Si bien en algunos casos la información aportada por los autores es incompleta, la contaminación secundaria suele deberse a que las víctimas no fueron descontaminadas tras salir de la zona caliente, ni antes de entrar en contacto con el personal del servicio de urgencias del hospital. Aún así, en algún caso fue también necesario cerrar el servicio de urgencias temporalmente para su descontaminación, lo que en un incidente con múltiples víctimas o una catástrofe supondría una complicación para la gestión del incidente. Se han dado casos de contaminación secundaria incluso por contacto o exposición al contenido gástrico de intoxicados por sales de cianuro o compuestos de arsénico^{83,100}. Basándose en esta información y en dos modelos de exposición para predecir el nivel de protección que el personal de descontaminación de un hospital necesitaría en caso de incidentes con agentes químicos^{106,107}, la OSHA recomienda la utilización de un nivel C con máscara filtrante de ventilación asistida que tenga un factor de protección asignado (FPA) de 1.000, es decir, la concentración en el interior de la máscara será 1.000 veces menor (0,1%) que la concentración del agente en el exterior⁷². El filtro debe ser combinado con un filtro HEPA (*High Efficiency Particulate Air*) para evitar el paso de partículas sólidas. Por otro lado, la OSHA indica que, una vez evaluada la amenaza, el hospital deberá valorar la necesidad de incrementar el nivel de protección individual. De hecho, se han dado casos de contaminación secundaria de personal sanitario por sustancias muy volátiles o gases a temperatura ambiente que aparentemente no deberían suponer un riesgo al disiparse pasados unos pocos minutos⁹⁸. Por este motivo, al menos el personal encargado de recibir a las víctimas y de dirigir las por la estación de descontaminación debería disponer de la mayor protección posible. Distintos autores al igual que la OSHA, recomiendan el nivel C porque el B supone un mayor peso para el personal, es decir, menor operatividad, y un mayor gasto económico en adquisición y en mantenimiento para el hospital^{66,79,83,97,108}. Sin embargo, todos ellos indican que en algunas situaciones se puede necesitar un nivel de protección superior. Para Baker¹⁰⁹ un nivel C con filtros NBQ militares supone una buena protección porque piensa que hay pocas posibilidades de que los terroristas desarrollen nuevos agentes químicos de guerra que no sean adsorbidos por el carbón activado, lo cual es un error puesto que la información disponible sobre los agentes químicos que han sido objeto de interés por grupos terroristas relacionados o asociados a la red terrorista Al Qaeda son funda-

mentalmente productos químicos industriales y no agentes químicos de guerra “clásicos”¹¹⁰. Koenig¹¹¹ publicó en 2003 un excelente artículo titulado “desnúdate y dúchate” en el que reflejaba la dificultad para llegar a un consenso en la elección entre un nivel B y un nivel C. Reconoce la dificultad que supone para los hospitales la adquisición y mantenimiento de equipos de nivel B, así como la instrucción del personal y la dificultad de uso de este nivel de protección, pero también reconoce que, si en algunos casos el 80% de las víctimas van a llegar a los hospitales por sus propios medios sin ser previamente descontaminados, un nivel C de protección puede no ser suficiente para la protección del personal. Además, la experiencia de Tokio muestra que hasta varias horas después del atentado puede que no se sepa la identidad del agente y no exista opción para elegir el filtro adecuado¹¹². Kirk et al⁴⁵ proponen que los hospitales deberían tener un grupo de personas especialmente instruidas para la utilización del EPI y para llevar a cabo la descontaminación, que estaría disponible las 24 horas del día. En este caso este personal sí podría estar preparado para trabajar con un nivel B de protección.

Instrucción

Antes de la fase de respuesta (durante el incidente) debe haber una fase de preparación en la que se deben establecer los planes de emergencias extrahospitalarios y hospitalarios y se debe instruir al personal, poniéndolos a prueba mediante ejercicios y simulacros que permitirán detectar problemas intrínsecos de cada unidad de intervinientes o de cada hospital^{79,113}. Además, se ha demostrado que una adecuada instrucción en defensa química del personal modifica su percepción del riesgo e inculca un mayor sentido del deber¹¹⁴. Tras los atentados del 11S el Servicio Nacional de Salud del Reino Unido (*National Health Service*, NHS) distribuyó 2.500 equipos dotados de EPI y una tienda de descontaminación hinchable a los centros de salud y hospitales del país. Se llevaron a cabo distintos simulacros en los que se observaron problemas con los EPI, sobre todo de tipo ergonómicos, y se comprobó la necesidad de que el personal sea instruido previamente con el fin de hacer un uso adecuado del equipo¹¹⁵.

EFFECTOS CRÓNICOS Y A LARGO PLAZO

Tras un incidente con agentes químicos es necesario hacer un seguimiento de las víctimas y estudios epidemiológicos en las zonas afectadas con el fin de identificar efectos crónicos y posibles efectos a largo plazo. Incluso años después de la exposición, las víctimas de los atentados de Matsumoto y Tokio presentan secuelas fisiológicas y psicológicas^{34,52,56,57,83,116-123}. Existe

también cierta controversia sobre si la exposición subclínica a agentes neurotóxicos de guerra (bajas concentraciones que ni siquiera son suficientes para dar lugar a síntomas o signos clínicos de intoxicación) puede inducir neuropatía retardada inducida por organofosforados, semejante a la que inducen algunos insecticidas organofosforados⁷. Gracias a la experiencia de los médicos iraníes durante la guerra Irán-Iraq hoy sabemos que las intoxicaciones por iperita tienen importantes efectos a largo plazo que pueden aparecer incluso años después de la exposición y que afectan sobre todo el sistema respiratorio, piel y ojos³.

CONCLUSIONES

Si bien desde el IIS existe una alta percepción del riesgo sobre la posible utilización de agentes químicos de guerra por parte de grupos relacionados o asociados con la red terrorista Al Qaeda, a fecha de hoy no se ha producido ningún ataque. Sin embargo, sí han habido distintos intentos y, lo peor de todo, es que está claro que estos grupos están trabajando activamente para conseguir sustancias químicas y utilizarlas en atentados terroristas. La dificultad de conseguir agentes quí-

micos de guerra "clásicos" les ha llevado a interesarse por productos químicos industriales de más fácil obtención y que, utilizados en un atentado terrorista, podrían tener consecuencias catastróficas semejantes a las producidas por la dispersión de isocianato de metilo en Bhopal (India) en 1984. Por este motivo, son muchos los analistas que indican que el que se produzca un atentado terrorista con agentes químicos es simplemente una cuestión de tiempo.

A pesar de que los atentados terroristas con sarín en Japón tuvieron lugar hace más de diez años las lecciones aprendidas por el personal sanitario siguen vigentes y, en muchos casos, están todavía por implantar. Es necesario que cada servicio y organización sanitaria las adapte a su situación particular. Su incorporación a los protocolos y planes de actuación tanto del personal sanitario extrahospitalario como hospitalario permitirán minimizar las consecuencias de un posible atentado con estos agentes. Un nuevo incidente deberá aportar nuevas lecciones aprendidas que permitan mejorar la actuación sanitaria y recordarnos que existe una gran diferencia entre la teoría y la práctica. Lo triste sería que las nuevas lecciones aprendidas fuesen las mismas que las de hace más de diez años en Japón.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Pita R, Anadón A, Martínez-Larrañaga MR. Actualización de las intoxicaciones por agentes neurotóxicos de guerra: tratamiento farmacológico (2). *Aten Farm* 2002;4:178-88.
- 2- Sogorb MA, Vilanova E, Carrera V. Nuevas perspectivas en los tratamientos de intoxicaciones por insecticidas organofosforados y agentes nerviosos de guerra. *Rev Neurol* 2004;39:739-47.
- 3- Pita R. Armas químicas: agentes vesicantes de guerra. En: Ministerio de Justicia, editor. Curso de armas químicas y biológicas. Madrid: Centro de Estudios Jurídicos. En prensa 2006.
- 4- Dueñas A, Nogué S. Intoxicación por el humo de los incendios: tratamiento antidótico a base de vitaminas. *Med Clin (Barc)* 2000;114:658-60.
- 5- Sauer SW, Keim ME. Hydroxocobalamin: improved public health readiness for cyanide disasters. *Ann Emerg Med* 2001;37:635-41.
- 6- Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN). Incapacitants. En: NATO handbook on the medical aspects of NBC defensive operations (Chemical) - AMedP-6(C) Volume III. STANAG 2463. 1ª ed. Brussels: NATO Standardization Agency (NSA); 2005. p. 7.1-7.7.
- 7- Pita R, Anadón A, Martínez-Larrañaga MR. Actualización de las intoxicaciones por agentes neurotóxicos de guerra: efectos fisiopatológicos (1). *Aten Farm* 2002;4:98-116.
- 8- Newmark J. The birth of nerve agent warfare: lessons from Syed Abbas Foroutan. *Neurology* 2004;62:1590-6.
- 9- Tu AT. Chemical terrorism: horrors in Tokyo subway and Matsumoto city. Fort Collins, Colorado: Alaken Inc.; 2002.
- 10- 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;5:618-24.
- 11- Esbitt D. The Strategic National Stockpile: roles and responsibilities of health care professionals for receiving the stockpile assets. *Disaster Manag Response* 2003;1:68-70.
- 12- Nolan R, Hamilton M. Establishing a stockpile of essential medical supplies: actions and issues. *The ASA Newsletter* 2004;(101):20-4.
- 13- Bhanot KK. What defines a public health emergency? An analysis of the strategic national stockpile and the national childhood vaccine injury act: the need for prevention of nonterror national medical emergencies. *J Contemp Health Law Policy* 2004;21:137-67.
- 14- Rendin RW, Welch NM, Kaplowitz LG. Leveraging bioterrorism preparedness for nonbioterrorism events: a public health example. *Biosecur Bioterror* 2005;3:309-15.
- 15- Banner G. The Rhode Island Medical Emergency Distribution System (MEDS). *Disaster Manag Response* 2004;2:53-7.
- 16- Giovachino M, Calhoun T, Carey N, Coleman B, Gonzalez G, Harde-man B, et al. Optimizing a district of Columbia Strategic National Stockpile Dispensing Center. *J Public Health Manag Pract* 2005;11:282-90.
- 17- Olson D, Leitheiser A, Atchison C, Larson S, Homzik C. Public health and terrorism preparedness: cross-border issues. *Public Health Rep* 2005; 120(Suppl 1):76-83.
- 18- Young D. Iowa pharmacists dispense from Strategic National Stockpile during drill. *Am J Health Syst Pharm* 2003;60:1304-6.
- 19- Young D. States, hospitals learn emergency-preparedness lessons in TO-POFF 3. *Am J Health Syst Pharm* 2005;62:1000-9.
- 20- Cohen V. Organization of a health-system pharmacy team to respond to episodes of terrorism. *Am J Health Syst Pharm* 2003;60:1257-63.
- 21- Kozak RJ, Siegel S, Kuzma J. Rapid atropine synthesis for the treatment of massive nerve agent exposure. *Ann Emerg Med* 2003;41:685-8.
- 22- Baca E, Cabanas ML, Pérez-Rodríguez MM, Baca-García E. Trastornos mentales en las víctimas de atentados terroristas y sus familiares. *Med Clin (Barc)* 2004;122:681-5.
- 23- Lemyre L, Clément M, Corneil W, Craig L, Boutette P, Tyshenko M, et al. A psychosocial risk assessment and management framework to enhance response to CBRN terrorism threats and attacks. *Biosecur Bioterror* 2005;3:316-30.
- 24- Rodríguez J. Análisis de la intervención psicológica realizada con los familiares de los afectados por el atentado de Madrid 11-M: errores que se repiten. Puesta al Día en Urgencias, Emergencias y Catástrofes 2004;5:127-31.
- 25- Smith DW, Christiansen EH, Vincent R, Hann NE. Population effects of the bombing of Oklahoma City. *J Okla State Med Assoc* 1999;92:193-8.
- 26- Baum A, Fleming I. Implications of the psychological research on stress and technological accidents. *Am Psychol* 1993;48:665-72.
- 27- Bowler RM, Mergler D, Huel G, Cone JE. Psychological, psychosocial, and psychophysiological sequelae in a community affected by a railroad chemical disaster. *J Trauma Stress* 1994;7:601-24.



- 28- Dayal HH, Baranowski T, Li Y, Morris R. Hazardous chemicals: psychological dimensions of the health sequelae of a community exposure in Texas. *J Epidemiol Community Health* 1994;48:560-8.
- 29- Markowitz JS. Long-term psychological distress among chemically exposed firefighters. *Behav Med* 1989;15:75-83.
- 30- Yehuda R. Post-traumatic stress disorder. *N Engl J Med* 2002;346:108-14.
- 31- Kovalchick DF, Burgess JL, Kyes KB, Lymp JF, Russo JE, Roy-Byrne PP, et al. Psychological effects of hazardous materials exposures. *Psychosom Med* 2002;64:841-6.
- 32- McLeod WR. Merphos poisoning or mass panic? *Aust N Z J Psychiatry* 1975;9:225-9.
- 33- Woodall JW. Tokyo subway gas attack. *Lancet* 1997;350:296.
- 34- Kawana N, Ishimatsu S, Kanda K. Psycho-physiological effects of the terrorist sarin attack on the Tokyo subway system. *Mil Med* 2001;166 (Suppl 2):23-6.
- 35- Hiss J, Arensburg B. Suffocation from misuse of gas masks during the Gulf War. En: Danon YL, Shemer J, editores. *Chemical warfare medicine: aspects and perspectives from the Persian Gulf War*. Jerusalem: Gefen Publishing House Ltd.; 1994. p. 106-12.
- 36- Karsenty E, Shemer J, Alshech I, Cojocar B, Moscovitz M, Shapiro Y, et al. Medical aspects of the Iraqi missile attacks on Israel. En: Danon YL, Shemer J, editores. *Chemical warfare medicine: aspects and perspectives from the Persian Gulf War*. Jerusalem: Gefen Publishing House Ltd.; 1994. p. 38-44.
- 37- Claborn DM. Environmental mimics of chemical warfare agents. *Mil Med* 2004;12:958-61.
- 38- Ahern J, Galea S, Resnick HS, Kilpatrick DG, Bucuvalas M, Gold J, et al. Television images and psychological symptoms after the September 11 terrorist attacks. *Psychiatry* 2002;65:289-300.
- 39- Cragin CL. The role of the Department of Defense in domestic weapons of mass destruction consequence management. *Mil Med* 2001; 166(Suppl 2):1-3.
- 40- Nacos LB. Mediated terror: teaching terrorism through publicity and propaganda. En: Forest JF, editor. *The making of a terrorist: recruitment, training, and root causes. Volume two: Training*. Westport (CT): Praeger Security International; 2006. p. 98-115.
- 41- Norwood AE, Holloway HC, Ursano RJ. Psychological effects of biological warfare. *Mil Med* 2001;166(Suppl 2):27-8.
- 42- Henderson JN, Henderson LC, Raskob GE, Boatright DT. Chemical (VX) terrorist threat: public knowledge, attitudes, and responses. *Biosecure Bioterror* 2004;2:224-8.
- 43- "New Zealand fire sparks mustard gas scare". *Global Security Newswire*, 22 de junio de 2005. Disponible en http://www.nti.org/d_newswire/issues/2005/6/22/6c05fff1-6907-42dd-b164-509da53b5442.html (consultado el 26 de mayo de 2006).
- 44- Blendon RJ, Benson JM, Desroches CM, Weldon KJ. Using opinion surveys to track the public's response to a bioterrorist attack. *J Health Commun* 2003;8:83-92.
- 45- Kirk MA, Cisek J, Rose SR. Emergency department response to hazardous materials incidents. *Emerg Med Clin North Am* 1994;12:461-8.
- 46- Pollard WE. Public perceptions of information sources concerning bioterrorism before and after anthrax attacks: an analysis of national survey data. *J Health Commun* 2003;8:93-103.
- 47- Mullin S. The anthrax attacks in New York City: the "Giuliani press conference model" and other communication strategies that helped. *J Health Commun* 2003;8:15-6.
- 48- Levitin HW, Siegelson HJ, Dickinson S, Halpern P, Haraguchi Y, Nocera A, et al. Decontamination of mass casualties - re-evaluating existing dogma. *Prehospital Disaster Med* 2003;18:200-7.
- 49- Masuda N, Takatsu M, Morinari H, Ozawa T. Sarin poisoning in Tokyo subway. *Lancet* 1995;345:1446.
- 50- Morita H, Yanagisawa N, Nakajima T, Shimizu M, Hirabayashi H, Okudera H, et al. Sarin poisoning in Matsumoto, Japan. *Lancet* 1995;346:290-3.
- 51- Nakajima T, Sato S, Morita H, Yanagisawa N. Sarin poisoning of a rescue team in the Matsumoto sarin incident in Japan. *Occup Environ Med* 1997;54:697-701.
- 52- Nishiwaki Y, Maekawa K, Ogawa Y, Asukai N, Minami M, Omae K, et al. Effects of sarin on the nervous system in rescue team staff members and police officers 3 years after the Tokyo subway sarin attack. *Environ Health Perspect* 2001;109:1169-73.
- 53- Okudera H, Morita H, Iwashita T, Shibata T, Otagiri T, Kobayashi S, et al. Unexpected nerve gas exposure in the city of Matsumoto: report of rescue activity in the first sarin gas terrorism. *Am J Emerg Med* 1997;15:527-8.
- 54- 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;5:613-7.
- 55- Nozaki H, Hori S, Shinozawa Y, Fujishima S, Takuma K, Sagoh M, et al. Secondary exposure of medical staff to sarin vapor in the emergency room. *Intensive Care Med* 1995;21:1032-5.
- 56- Ohbu S, Yamashina A, Takasu N, Yamaguchi T, Murai T, Nakano K, et al. Sarin poisoning on Tokyo subway. *South Med J* 1997;90:587-93.
- 57- Okumura T, Takasu N, Ishimatsu S, Miyano S, Mitsuhashi A, Kumada K, et al. Report on 640 victims of the Tokyo subway sarin attack. *Ann Emerg Med* 1996;28:129-35.
- 58- Ando H. Analyses of sarin and related compounds used in the Tokyo subway incident. *International Symposium on NBC Terrorism Defense in Commemoration of the 10th Anniversary of the Tokyo Subway Attack; 2005 June 16-19; Chiba Institute of Science, Choshi City, Chiba, Japan*.
- 59- Nozaki H, Aikawa N, Fujishima S, Suzuki M, Shinozawa Y, Hori S, et al. A case of VX poisoning and the difference from sarin. *Lancet* 1995; 346:698-9.
- 60- Törngren S, Persson S-Å, Ljungquist Å, Berglund T, Nordstrand M, Hägglund L, et al. Personal decontamination after exposure to simulated liquid phase contaminants: functional assessment of a new unit. *J Toxicol Clin Toxicol* 1998;36:567-73.
- 61- Somani SM. Toxicokinetics and toxicodynamics of mustard. En: Somani SM, editor. *Chemical warfare agents*. San Diego (CA): Academic Press, Inc.; 1992. p. 13-50.
- 62- Laurent JF, Richter F, Michel A. Management of victims of urban chemical attack: the French approach. *Resuscitation* 1999;42:141-9.
- 63- Newmark J. Nerve agents: pathophysiology and treatment of poisoning. *Semin Neurol* 2004;24:185-96.
- 64- Van Hooidonk C, Ceulen BI, Bock J, van Generen J. Chemical warfare agents and the skin: penetration and decontamination. En: *Proceedings of the International Symposium on Protection Against Chemical Warfare Agents; 1983 June 6-9; Stockholm, Sweden; 1983. p. 153-60*.
- 65- Raber E, Jin A, Noonan K, McGuire R, Kirvel RD. Decontamination issues for chemical and biological warfare agents: how clean is clean enough? *Int J Environ Health Res* 2001;11:128-48.
- 66- Houston M, Hendrickson RG. Decontamination. *Crit Care Clin* 2005; 21:653-72.
- 67- Cox R. Decontamination and management of hazardous materials exposure victims in the emergency department. *Ann Emerg Med* 1994;23:761-70.
- 68- Levitin HW, Siegelson HJ. Hazardous materials: disaster medical planning and response. *Emerg Med Clin North Am* 1996;14:327-48.
- 69- Macintyre AG, Christopher GW, Eitzen E, Gum R, Weir S, DeAtley C, et al. Weapons of mass destruction events with contaminated casualties: effective planning for health care facilities. *JAMA* 2000;283:242-9.
- 70- Sullivan F, Wang R, Jenouri I. Principles and protocols for prevention, evaluation, and management of exposure to hazardous materials. *Emerg Med Rep* 1998;19:21-32.
- 71- Lawson JR, Jarboe TL. NIST Special Publication 981: Aid for decontamination of fire and rescue service protective clothing and equipment after chemical, biological and radiological exposures. Gaithersburg (MD): National Institute of Standards and Technology (NIST); 2002.
- 72- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). OSHA best practices for hospital-based first receivers of victims from mass casualty incidents involving the release of hazardous substances. Washington, D.C.: OSHA; 2005.
- 73- Goldman M, Dacre JC. Lewisite: its chemistry, toxicology, and biological effects. *Rev Environ Contam Toxicol* 1989;110:75-115.
- 74- Munro NB, Talmage SS, Griffin GD, Waters LC, Watson AP, King JF, et al. The source, fate, and toxicity of chemical warfare agent degradation products. *Environ Health Perspect* 1999;107:933-74.
- 75- Pedersen B, Røen BT, Fullu L. Detoxification of sulphur mustard using commercially available decontaminants. En: *Proceedings of the Seventh International Symposium on Protection Against Chemical and Biological Warfare Agents; 2001 June 15-19; Stockholm, Sweden; 2001. p. 44*.
- 76- Lavoie FE, Coomes T, Cisek JE, Fulkerson L. Emergency department

- external decontamination for hazardous chemical exposure. *Vet Hum Toxicol* 1992;34:61-4.
- 77- Gordon RK, Feaster SR, Russell AJ, LeJeune KE, Maxwell DM, Lenz DE, et al. Organophosphate skin decontamination using immobilized enzymes. *Chem Biol Interact* 1999;119-120:463-70.
- 78- Cooper GJ, Ryan JM, Galbraith KA. The surgical management in war of penetrating wounds contaminated with chemical warfare agents. *J R Army Med Corps* 1994;140:113-8.
- 79- Bradley RN. All-hazards approach to decontamination. En: Burstein JL, Schwartz RB, Swienton RE, editores. *Medical response to terrorism: preparedness and clinical practice*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. p. 293-300.
- 80- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). *Managing hazardous materials incidents. Vol. I. Emergency medical services: a planning guide for the management of contaminated patients*. Atlanta (GA): U.S. Department of Health and Human Services; 2000.
- 81- Keim ME, Pesik N, Twum-Danso NAY. Lack of hospital preparedness for chemical terrorism in a major US city: 1996-2000. *Prehospital Disaster Med* 2003;18:193-9.
- 82- Tokuda Y, Kikuchi M, Takahashi O, Stein GH. Prehospital management of sarin nerve gas terrorism in urban settings: 10 years of progress after the Tokyo subway sarin attack. *Resuscitation* 2006;68:193-202.
- 83- Okumura T, Hisaoka T, Naito T, Isonuma H, Okumura S, Miura K, et al. Acute and chronic effects of sarin exposure from the Tokyo subway incident. *Environ Toxicol Pharmacol* 2005;19:447-50.
- 84- Abraham RB, Weinbroum AA. Resuscitative challenges in nerve agent poisoning. *Eur J Emerg Med* 2003;10:169-75.
- 85- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). *Managing hazardous materials incidents. Vol. II. Hospital emergency departments: a planning guide for the management of contaminated patients*. Atlanta (GA): U.S. Department of Health and Human Services; 2000.
- 86- Cone DC, Davidson SJ. Hazardous materials preparedness in the emergency department. *Prehosp Emerg Care* 1997;1:85-90.
- 87- Moles TM. Emergency medical services systems and HAZMAT major incidents. *Resuscitation* 1999;42:103-16.
- 88- Rodríguez P, Serra JA. Coordinación general de las actuaciones en el hospital. *Med Clin (Barc)* 2005;124(Suppl 1):3-7.
- 89- Tan GA, Fitzgerald MCB. Chemical-biological-radiological (CBR) response: a template for hospital emergency departments. *Med J Aust* 2002; 177:196-9.
- 90- Tur-Kaspa I, Lev EI, Hendlar I, Siebner R, Shapira Y, Shemer J. Preparing hospitals for toxicological mass casualties events. *Crit Care Med* 1999; 27:1004-8.
- 91- Burgess JL. Hospital evacuations due to hazardous materials incidents. *Am J Emerg Med* 1999;17:50-2.
- 92- Burgess JL, Blackmon GM, Brodtkin A, Robertson WO. Hospital preparedness for hazardous materials incidents and treatment of contaminated patients. *West J Med* 1997;167:387-91.
- 93- Cooper D, Souther L, Hanlon D, Fischer P, Leiker R, Tsongas T, et al. Public health consequences among first responders to emergency events associated with illicit methamphetamine laboratories-selected states, 1996-1999. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2000;49:1021-4.
- 94- Cooper D, Souther L, Hanlon D, Fischer P, Leiker R, Tsongas T, et al. Public health consequences among first responders to emergency events associated with illicit methamphetamine laboratories-selected states, 1996-1999. *JAMA* 2000;284:2715-6.
- 95- Geller RJ, Singleton KL, Tarantino ML, Drenzek CL, Toomey KE. Nosocomial poisoning associated with emergency department treatment of organophosphate toxicity-Georgia, 2000. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2001;49:1156-8.
- 96- Geller RJ, Singleton KL, Tarantino ML, Drenzek CL, Toomey KE. Nosocomial poisoning associated with emergency department treatment of organophosphate toxicity-Georgia, 2000. *J Toxicol Clin Toxicol* 2001;39:109-11.
- 97- Hick JL, Hanfling D, Burstein JL, Markham J, Macintyre AG, Barbera JA. Protective equipment for health care facility decontamination personnel: regulations, risks, and recommendations. *Ann Emerg Med* 2003;42:370-80.
- 98- Horton DK, Berkowitz Z, Kaye WE. Secondary contamination of ED personnel from hazardous materials events, 1995-2001. *Am J Emerg Med* 2003;21:199-204.
- 99- Horton DK, Burgess P, Rossiter S, Kaye WE. Secondary contamination of emergency department personnel from o-chlorobenzylidene malonitrile exposure, 2002. *Ann Emerg Med* 2005;45:655-8.
- 100- Kinoshita H, Hirose Y, Tanaka T, Yamazaki Y. Oral arsenic trioxide poisoning and secondary hazard from gastric content. *Ann Emerg Med* 2004;44:625-7.
- 101- Merrit N. Malathion overdose: when one patient creates a departmental hazard. *J Emerg Nurs* 1989;15:463-5.
- 102- Nocera A, Levitin HW, Hilton JMN. Dangerous bodies: a case of fatal aluminium phosphide poisoning. *Med J Aust* 2000;173:133-5.
- 103- Roberts D, Senarathna L. Secondary contamination in organophosphate poisoning. *Q J Med* 2004;97:697-8.
- 104- Stacey R, Morfey D, Payne S. Secondary contamination in organophosphate poisoning. *Q J Med* 2004;97:75-80.
- 105- Thanabalasingham T, Beckett MW, Murray V. Hospital response to a chemical incident: report on casualties of an ethyldichlorosilane spill. *BMJ* 1991;302:101-2.
- 106- Georgopoulos PG, Fedele P, Shade P, Lioy PJ, Hodgson M, Longmire A, et al. Hospital response to chemical terrorism: personal protective equipment, training, and operations planning. *Am J Ind Med* 2004;46:432-45.
- 107- Schultz M, Cisek J, Wabeke R. Simulated exposure of hospital emergency personnel to solvent vapors and respirable dust during decontamination of chemically exposed patients. *Ann Emerg Med* 1995;26:324-9.
- 108- Schier JG, Hoffman RS. Personal protective equipment. En: Burstein JL, Schwartz RB, Swienton RE, editores. *Medical response to terrorism: preparedness and clinical practice*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. p. 284-9.
- 109- Baker D. The problem of secondary contamination following chemical agent release. *Critical Care* 2005;9:323-4.
- 110- Pita R. Al-Qa'ida and the chemical threat. *The ASA Newsletter* 2005; (108):19-23.
- 111- Koenig KL. Strip and shower: the duck and cover for the 21st century. *Ann Emerg Med* 2003;42:391-4.
- 112- Okumura T, Hisaoka T, Yamada A, Naito T, Isonuma H, Okumura S, et al. The Tokyo subway sarin attack - lessons learned. *Toxicol Appl Pharmacol* 2005;207:S471-6.
- 113- Hick JL, Penn P, Hanfling D, Lappe MA, O'Laughlin D, Burstein JL. Establishing and training health care facility decontamination teams. *Ann Emerg Med* 2003;42:381-90.
- 114- DiMaggio C, Markenson D, Loo GT, Redlener I. The willingness of U.S. Emergency Medical Technicians to respond to terrorist incidents. *Bio-secur Bioterror* 2005;3:331-7.
- 115- Al-Damouk M, Bleetman A. Impact of the Department of Health initiative to equip and train acute trusts to manage chemically contaminated casualties. *Emerg Med J* 2005;22:347-50.
- 116- Murata K, Araki S, Yokoyama K, Okumura T, Ishimatsu S, Takasu N, et al. Asymptomatic sequelae to acute sarin poisoning in the central and autonomic nervous system 6 months after the Tokyo subway attack. *J Neurol* 1997;244:601-6.
- 117- Nakajima T, Ohta S, Fukushima Y, Yanagisawa N. Sequelae of sarin toxicity at one and three years after exposure in Matsumoto, Japan. *J Epidemiol* 1999;9:337-43.
- 118- Nakajima T, Ohta S, Morita H, Midorikawa Y, Mimura S, Yanagisawa N. Epidemiological study of sarin poisoning in Matsumoto City, Japan. *J Epidemiol* 1998;8:33-41.
- 119- Okudera H. Clinical features on nerve gas terrorism in Matsumoto. *J Clin Neurosci* 2002;9:17-21.
- 120- Sekijima Y, Morita H, Yanagisawa N. Follow-up of sarin poisoning in Matsumoto. *Ann Intern Med* 1997;127:1042.
- 121- Yokoyama K, Araki S, Murata K, Nishikitani M, Okumura T, Ishimatsu S, et al. Chronic neurobehavioral effects of Tokyo subway sarin poisoning in relation to posttraumatic stress disorder. *Arch Environ Health* 1998; 53:249-56.
- 122- Yokoyama K, Araki S, Murata K, Nishikitani M, Okumura T, Ishimatsu S, et al. A preliminary study on delayed vestibulo-cerebellar effects of Tokyo subway sarin poisoning in relation to gender difference: frequency analysis of postural sway. *J Occup Environ Med* 1998;40:17-21.
- 123- Yokoyama K, Araki S, Murata K, Nishikitani M, Okumura T, Ishimatsu S, et al. Chronic neurobehavioral and central and autonomic nervous system effects of Tokyo subway sarin poisoning. *J Physiol Paris* 1998;92:317-23.