

Anexo 4: Principios de protección

1. Introducción

Son diversas las tecnologías y estrategias de protección física contra la contaminación de agentes químicos y biológicos. En efecto, la protección individual es a menudo la medida que primero viene a la mente al considerar los métodos para contrarrestar las amenazas químicas y biológicas. Sin embargo, la protección no se logra sin pagar un precio. El uso de ropa protectora es siempre un canje entre la protección lograda y los problemas causados por el equipo mismo, como se discute en el *Apéndice A4.1* que aparece al final. Por consiguiente, es un error considerar la protección aisladamente. Debe ser vista como parte integral del proceso de manejo del riesgo, después de considerar las estrategias que lo pueden reducir y de descartarla por completo.

Este anexo describe el papel de la protección física en los procesos de manejo del riesgo y resalta las ventajas y desventajas de los mecanismos de control del riesgo. Concluye con un ejemplo práctico que ilustra la aplicación de los principios planteados.

2. Manejo de la reducción del riesgo

El nivel de riesgo presentado por un peligro es una función de la probabilidad de exposición y la extensión del daño que ésta causaría. La aplicación de las medidas de control del riesgo, como parte del proceso de manejo del riesgo, busca reducir o eliminar la probabilidad o la gravedad del daño. Se pueden introducir varios mecanismos de reducción del riesgo para manejar los peligros químicos o biológicos:

1. Controles administrativos.
2. Controles de ingeniería.
3. Protección física.

Éstos deben ser entendidos como partes integrales de un sistema y por ello una estrategia de control del riesgo nunca se debe restringir a un solo método. La estrategia debe preferiblemente empezar a surtir efecto tan cerca al peligro mismo como sea posible. La mejor forma de prevenir víctimas de una liberación intencional de agentes químicos o biológicos es impedir el uso de tales agentes o, por lo menos, reducir la probabilidad de su uso. Si esto falla, el objetivo del control del riesgo es minimizar el sufrimiento humano y reducir la pérdida de activos. Todo método tiene sus propias ventajas y desventajas, que pueden excluir uno u otro método para un fin particular.

2.1 *Controles administrativos*

En su aplicación a los agentes biológicos y químicos, los controles administrativos incluyen la comunicación del riesgo (incluido un sistema de alerta) y la evacuación y aislamiento de las áreas potencialmente contaminadas, lo que simplemente reduce la posibilidad de exposición al evitar el peligro. El peligro mismo no se afecta y no se introduce ninguna protección física. Los controles administrativos son, en general, relativamente fáciles de aplicar y menos costosos que otras medidas de control de riesgos. Puesto que se evita el riesgo (reducción de la probabilidad), la reducción del riesgo a través de otras medidas es menos importante. Sin embargo, la gente puede no seguir las

instrucciones administrativas (por ejemplo, puede abandonar sus casas). Para establecer cordones de seguridad se necesitan recursos que entonces no se pueden usar en ninguna otra parte. Las áreas restringidas o los edificios no se pueden utilizar durante cierto tiempo, pero, de todas maneras, el personal de socorristas, por ejemplo, tendrá que ingresar al área. Esto significa que los controles administrativos usualmente sólo son complementarios, pero no eliminan la necesidad de otros mecanismos de control del riesgo.

2.2 *Controles de ingeniería*

Los controles de ingeniería implican el uso de tecnologías tales como el control de flujo de aire, los filtros y diversas formas de contención, normalmente usadas para limitar la diseminación de un peligro. A diferencia de los controles administrativos, los controles de ingeniería funcionan independientemente de las decisiones humanas. Pueden, por supuesto, ser ignorados, pero usualmente sólo por una acción deliberada, y por razones técnicas se limitan a sitios específicos. Puesto que los controles de ingeniería previenen el contacto con la sustancia peligrosa sin forzar al personal a usar equipos de protección individual (enfocando, por ende, las medidas preventivas al peligro y alejándolas del personal), son el método preferido de control de riesgo. Un ejemplo de control de ingeniería es el uso de cabinas de bioseguridad para la manipulación del correo sospechoso de contener sustancias peligrosas. Este ejemplo se explicará en mayor detalle más adelante. Los edificios con sistemas de filtración de aire también constituyen una forma de control de ingeniería.

2.3 *Protección física*

Cuando se usa la protección física no se contiene el peligro, como es el caso de los controles de ingeniería, ni se mantiene al personal alejado del peligro, como sucede en las medidas administrativas. Como se explica en el *Apéndice A4.1* más adelante, la protección también puede causar peligros por sí misma. Por estas y otras razones, la protección es el método menos deseado para el control de riesgos. Aunque la protección es primordialmente una medida complementaria, puede algunas veces ser el único método practicable. Cuando es necesario depender de la protección física, el objetivo debe ser limitar el número de personas expuestas y exponerlas a la concentración de contaminante más baja posible por el mínimo de tiempo posible. El nivel de protección seleccionado debe ser apropiado para el grado y el tipo de peligro. No siempre es necesario usar protección completa, es decir, el solo respirador puede ser suficiente para protegerse contra una sustancia volátil que no lesiona la piel ni se absorbe a través de ella. La protección se puede lograr por:

1. Protección individual.
2. Protección colectiva.

La protección individual cubre todos los tipos de equipo usados por individuos para reducir la posibilidad de inhalación o exposición cutánea a armas químicas o biológicas (por ejemplo, respiradores y trajes protectores). La protección colectiva es de hecho una forma especial de control de ingeniería, que reduce el riesgo de exposición para un grupo de individuos sin contener el peligro, por ejemplo, en edificios, centros de comando, refugios y vehículos ventilados con filtros. Cuando sea posible, se prefiere la protección colectiva a la protección individual, puesto que no causa los problemas normalmente asociados con la protección individual.

3. Protección individual

Como siempre, se deben tener en cuenta los principios de manejo de riesgos cuando se seleccionen equipos de protección individual. Con la introducción de las barreras de protección entre el individuo y la sustancia peligrosa, se puede lograr una reducción temporal de la exposición. Sin embargo, se debe recordar que, tarde o temprano, todos los agentes químicos y algunos biológicos atraviesan o permean las barreras protectoras. Según el tipo de material utilizado, el tiempo de protección puede oscilar de segundos a días, pero ningún equipo de protección protege al usuario indefinidamente. Además, el factor de protección¹ depende en gran parte del sellamiento o ajuste que pueda lograr todo el sistema. Un respirador que no se ajuste apropiada y perfectamente tendrá un factor de protección bajo. En higiene y seguridad industrial, se usan a menudo dos factores de protección, a saber, el factor teórico de protección, el cual está completamente relacionado con los materiales, y el práctico o factor de protección aplicado que es el que en realidad se logra en el campo (el cual depende de factores tales como el sellamiento y ajuste del equipo de protección individual). Normalmente, la protección obtenida realmente con cualquier equipo de protección es mucho menor de lo que la teoría sugiere. El equipo de protección individual se debe seleccionar a la luz del tipo y concentración del agente, otros peligros esperados (como la deficiencia de oxígeno en espacios confinados) y la actividad que el usuario debe realizar. Dependiendo de la naturaleza del agente de la amenaza, hay dos componentes principales de la protección individual, que se pueden usar solos o en combinación, a saber, protección respiratoria y protección de la piel.

3.1 *Protección respiratoria*

La mayoría de los agentes biológicos y químicos pueden entrar al cuerpo a través del sistema respiratorio, mientras que algunos, no todos, pueden penetrar la piel intacta. De los dos, el sistema respiratorio es el más vulnerable. Desde la perspectiva del manejo de riesgos, por tanto, tiene prioridad la protección del sistema respiratorio. Existen dos tipos principales de equipo de protección respiratoria:

1. Los mecanismos o instrumentos para la purificación del aire (como las máscaras militares para gases).
2. Los mecanismos o instrumentos para el suministro de aire (como los aparatos de respiración autocontenidos) (*self-contained breathing apparatus*, (SCBA)).

3.1.1 *Instrumentos o mecanismos para la purificación del aire*

Los instrumentos o mecanismos para la purificación del aire (como las máscaras para filtración) remueven los gases, vapores o aerosoles del aire inhalado. Claramente, no pueden proteger contra la deficiencia de oxígeno y su capacidad protectora depende de la capacidad del filtro² y de su selectividad³ para diversos contaminantes. En el caso de armas biológicas, cualquier filtro de

¹ La concentración de una sustancia por fuera del equipo de protección individual dividida por la concentración dentro del mismo.

² La cantidad de contaminación que un filtro puede contener sin un escape.

³ La capacidad de un filtro para proteger contra uno o más productos químicos diferentes.

aerosoles retiene físicamente los contaminantes (aunque no siempre lo suficiente), pero los filtros para los agentes químicos pueden requerir materiales de adsorción específicamente diseñados para cierto producto químico o grupo de productos químicos⁴. Los cartuchos⁵ producidos según las especificaciones militares generalmente remueven agentes biológicos y químicos conocidos, pero los cartuchos industriales puede que no se ajusten para todos los tipos de agentes químicos. En los cartuchos modernos, se combina un filtro de aerosoles con un filtro de carbón activado para así remover polvos, nieblas y vapores o gases. Se pueden presentar dos problemas importantes con los respiradores con filtro:

1. La capacidad de filtración puede no ser la adecuada para el tipo y la cantidad del contaminante.
2. El cierre facial puede que no sea lo suficientemente ajustado.

El problema de la selectividad se puede resolver con el uso de cartuchos de especificaciones militares, las cuales son aptas para la mayoría de los agentes potenciales químicos y biológicos. Sin embargo, aun los mejores cartuchos pueden ser sobrepasados por concentraciones muy altas de gases y vapores o, incluso, por taponamientos mecánicos por polvo inofensivo, lo cual aumenta a niveles insoportables la resistencia a la respiración. Un problema más serio es la eficacia del sellamiento del respirador contra la cara del usuario. Aun el mejor filtro no protege a la persona cuando el aire sin filtrar atraviesa el cartucho debido a un sellamiento facial inadecuado. En la práctica de la higiene y seguridad industrial, por tanto, el factor de protección es a menudo varias veces inferior que el factor de protección teórico (o aun el comprobado) del cartucho. No sólo el tipo de respirador (pieza de boca, media máscara, máscara completa de cara o capucha), sino también la competencia del usuario, el vello facial y otros factores prácticos pueden reducir significativamente el nivel de protección.

Aun cuando el usuario esté bien entrenado, no tenga vello facial y el respirador quede bien ajustado, el aumento de la respiración causa una baja presión dentro de la máscara durante la inspiración, disminuyendo potencialmente la protección. El uso de respiradores asistidos de corriente, en los cuales un ventilador con corriente eléctrica (unidad sopladora) se usa para producir una presión ligeramente aumentada dentro del respirador, puede resolver parcialmente este problema. Los respiradores de pila también se pueden diseñar como capuchas, que cubran completamente la cabeza del usuario y que no necesiten un sellamiento que ajuste firmemente en la cara, así se asegura «una talla única». Sin embargo, las inhalaciones extremadamente profundas pueden causar una baja presión y el paso del aire a través del cartucho se puede aumentar solamente hasta cierto punto sin disminuir el efecto de filtración. Además, los problemas de logística (pilas, mantenimiento, etc.) y el costo relativamente alto de los respiradores de pilas los hace más apropiados para grupos específicos de personal, como el personal médico que se encuentre tratando pacientes potencialmente contaminados. Se debe recordar también que el ruido del ventilador, en algunos diseños, puede dificultar la comunicación y plantear una dificultad adicional al usuario.

3.1.2 Instrumentos o mecanismos para suministro de aire

Como su nombre lo indica, los instrumentos o mecanismos para suministrar aire actúan independientemente del ambiente atmosférico y le suministran aire sin contaminar al usuario. El suminis-

⁴ Los problemas con la adsorción de ciertos productos químicos tóxicos, como el cianuro de hidrógeno o el perfluoroisobutano (PFIB), son bien conocidos.

⁵ El cartucho del filtro unido a una máscara o respirador.

tro de aire se puede obtener de un sistema estacionario (por ejemplo, de una manguera de aire conectada a una pared) o por sistemas transportables como el SCBA o el *rebreather*⁶. Aunque los dos tipos comparten las ventajas de la disminución de la resistencia de la respiración y factores de protección muy altos, también tienen ciertas limitaciones. Los factores de mayor protección resultan del aumento de la presión dentro de la pieza de cara y del hecho de que el aire se está inhalando de una fuente contenida y sin contaminación. En los así llamados instrumentos o mecanismos de demanda positiva, la presión de aire dentro de la careta siempre es mayor que la presión del aire externo. Los sistemas estacionarios están algunas veces equipados con una capucha o casco (flujo constante) y pueden servir en personas que no soportan una máscara. Los sistemas estacionarios pueden suministrar aire limpio casi que indefinidamente, pero limitan la movilidad del usuario, la cual dependerá de la longitud de la manguera de aire. En algunas situaciones, por ejemplo, en estructuras inestables o en la lucha contra incendios, las mangueras de aire no se pueden usar en absoluto. Los SCBA son, entonces, más útiles, pero suministran aire solamente por tiempo limitado. Los *rebreathers* solucionan este problema hasta cierto punto al prolongar el suministro de aire (por un factor de hasta cuatro, según el modelo), pero no completamente. Puesto que los sistemas de suministro de aire son pesados, aun cuando estén hechos de materiales modernos como fibras de carbono, aumentan significativamente el peso que debe soportar el usuario.

Los sistemas de suministro de aire requieren un usuario muy bien entrenado si se quiere obtener máxima protección. En efecto, una persona sin entrenamiento podría morir por el uso incorrecto de un instrumento o mecanismo que de otra forma es totalmente funcional. La ley exige entrenamiento especializado y certificación de los usuarios de instrumentos o mecanismos para el suministro de aire en varios países. Cualquier instrumento para el suministro de aire debe estar bajo mantenimiento e inspección constantes y regulares.

De lo dicho, debe quedar claro que se requiere la correcta selección del equipo, el mantenimiento apropiado y el entrenamiento adecuado si se quiere que la protección sea eficaz. Muchas organizaciones han encontrado que un enfoque exitoso para la protección respiratoria requiere un Manual de Protección Respiratoria formal y por escrito, que sirva de guía a los usuarios y llame la atención sobre los muchos factores involucrados.

3.2 *Protección de la piel*

Aunque el sistema respiratorio es el punto primario de vulnerabilidad a los agentes químicos y biológicos, la piel puede también necesitar protección. Según la naturaleza de la amenaza y de las actividades que se requieran, tal protección la pueden brindar los overoles o los ponchos, las sobretotas y los guantes, o los trajes completamente encapsulados que combinan la protección de todo el cuerpo, cabeza, manos y pies. Según el diseño y el material utilizado, es posible tener un uso único o múltiple. El factor de protección que se obtiene con la protección corporal depende de:

1. La permeabilidad del material a los agentes químicos y biológicos.
2. El cierre hermético del equipo.

⁶ Un sistema en el cual el aire exhalado recircula, con la remoción del dióxido de carbono y el enriquecimiento de oxígeno.

Como se explicó anteriormente, ningún material es impermeable a todos los contaminantes por un tiempo indefinido. Tanto la resistencia específica del material a ciertos productos químicos, como las abrasiones, los microhuecos y las cortadas pueden reducir la eficacia de la protección de la piel. Aun los materiales «impermeables» no brindan protección ilimitada. Algunos de los materiales ampliamente utilizados no protegen en absoluto contra ciertos agentes químicos: al caucho natural lo penetra el gas mostaza de azufre en minutos. Por otro lado, casi todos los materiales brindan suficiente protección contra los agentes biológicos. La mayoría del equipo militar moderno está diseñado para suministrar protección contra los agentes químicos y biológicos. Se pueden confeccionar trajes de materiales permeables al aire con el fin de reducir el exceso de calor para el usuario y permitir su uso por periodos más prolongados. Puesto que estos materiales permeables al aire son esencialmente un filtro de carbón en tela (que actúa como un respirador purificador de aire), purifican o limpian el aire del ambiente hasta cierto punto y así le suministran al usuario una ventilación limitada. Esto no se debe confundir con la ventilación indeseada del «factor fuelle» que se describe a continuación.

El movimiento del usuario hace que el aire sea bombeado a través de la capucha, las mangas y las aberturas de la chaqueta — el así llamado «efecto fuelle». Éste brinda enfriamiento y ventilación al usuario, lo que puede ser deseable para la persona, pero también reduce significativamente el factor de protección. Con un cierre relativamente hermético alrededor de la careta de la máscara, las mangas y las aberturas de las piernas, y un diseño de una sola pieza tipo overol, se puede reducir el «efecto fuelle», pero no se puede eliminar completamente. Para las concentraciones extremadamente altas de agentes químicos y biológicos es, por tanto, necesario usar un traje sellado con aumento de presión. Además, al seleccionar el equipo de protección individual, se debe recordar que las máscaras y los trajes son a menudo diseñados como un conjunto. El uso de una máscara diferente o el ponerse el conjunto de forma diferente puede reducir significativamente el factor de protección. Como sucede con todo equipo de protección individual, el uso de trajes de protección requiere personal entrenado y en buen estado físico. Esto es especialmente importante en ambientes templados o calientes, en donde el esfuerzo fisiológico de usar ropa de protección puede ser considerable, como se discute más ampliamente en el *Apéndice A4.1*.

3.3 *Casos especiales*

Ciertos grupos de personas no pueden usar el equipo estándar de protección individual en absoluto. Los niños pequeños (menores de 7 años) y las personas con alteraciones pulmonares normalmente no pueden sobreponerse a la resistencia de la respiración de un respirador de purificación de aire. Es posible que las víctimas con lesiones de cabeza o cara no puedan usar una máscara y a un cierto porcentaje de personas no se les pueda suministrar máscaras con el ajuste apropiado por sus dimensiones o estructura facial inusual⁷. Entonces, se necesita equipo especial, como bolsas para heridos con respiradores de pilas, chaquetas con filtros para niños o capuchas sobrepresurizadas para coches de niños. Los problemas psicológicos asociados con el uso del equipo de protección individual pueden imposibilitar el uso apropiado para algunos individuos, particularmente niños.

⁷ Los respiradores están diseñados generalmente para que se ajusten al 95% de la población adulta del país implicado.

4. Protección colectiva

Con la protección colectiva, a un grupo de personas se les suministra aire que no esté contaminado y se les protege la piel del contacto con los agentes químicos o biológicos sin tener que lidiar con las dificultades asociadas con el equipo de protección individual. La protección colectiva no se ve afectada de ninguna forma por la condición física o mental de los usuarios. También depende menos del nivel de entrenamiento. La protección colectiva puede, por tanto, verse como una forma especial de ingeniería de control y, cuando la situación lo permite, es preferible a la protección individual. Se puede alcanzar por medio de:

1. Refugios o vehículos que no estén específicamente diseñados para la protección contra armas químicas o biológicas.
2. Unidades especialmente diseñadas.

Generalmente, cualquier edificio o vehículo puede ser utilizado hasta cierto punto para proteger contra las armas químicas o biológicas al hacerlo hermético y así prevenir la entrada de dichos agentes. Esto se puede lograr al aplicarle hojas químicamente resistentes y cinta adhesiva a todas las aberturas como ventanas, puertas y conductos de ventilación. Infortunadamente, esto no sólo mantiene alejados los agentes químicos y biológicos, sino también el oxígeno que se necesita para reemplazar el que se está respirando y también atrapa el dióxido de carbono en su interior. Sin embargo, una solución provisional puede por lo menos brindar algún nivel de protección temporal. Dos factores limitan el factor de protección de las adaptaciones provisionales de los edificios o refugios convencionales para contrarrestar las amenazas de armas químicas y biológicas:

1. La resistencia y lo hermético del cierre.
2. El volumen de aire por persona.

Como se mencionó anteriormente, es extremadamente difícil, si no imposible, producir un sistema absolutamente hermético. Los agentes contaminantes penetran el sitio tarde o temprano. Se puede presentar una situación paradójica en la que después de cierto tiempo, la concentración del agente por fuera del refugio haya disminuido naturalmente a un nivel seguro, mientras que quienes todavía están en el interior del refugio siguen expuestos a bajas concentraciones. Esto puede originar un periodo prolongado de baja exposición dentro del refugio comparado con una exposición externa corta de alto nivel para la misma dosis⁸. Es importante para los que se encuentran dentro del refugio saber cuándo es seguro romper el sellamiento del refugio. En refugios herméticamente sellados, la vigilancia o el control de la dosis tanto dentro como fuera del refugio será, entonces, necesaria. Con el material de sellado equivocado (uno que no sea resistente a los agentes químicos y biológicos) o cierres inadecuados, el nivel de exposición dentro del refugio puede en realidad ser mayor que afuera.

Otro problema con los refugios herméticos provisionales es la acumulación de dióxido de carbono y el uso del oxígeno disponible. Como mínimo, un refugio hermético debería tener un

⁸ La dosis para los vapores y aerosoles es la cantidad de una sustancia por unidad de volumen por unidad de tiempo, por ejemplo, mg/min/m³. Dependiendo de la toxicología de la sustancia, 100 mg/m³ en 1 min puede ser lo mismo que 1 mg/m³ for 100 min.

volumen de 10 m³ por persona y por hora (asumiendo que los ocupantes estén descansando, o máxime, que emprendan tan sólo ocasionalmente actividades ligeras). Un periodo más prolongado de ocupación se podría lograr colocando bandejas con cal viva en el suelo (para absorber el dióxido de carbono), pero esto, por supuesto, no suministra ningún oxígeno adicional.

Las unidades o refugios específicamente diseñados normalmente vienen equipados con sellos herméticos o sobrepresurizados con aire no contaminado. El desempeño del sistema de purificación de aire debe ser el apropiado para el volumen del cuarto y la capacidad planeada y una ligera sobrepresurización se debe mantener, preferiblemente para hacer innecesarios los sellos herméticos. El sistema completo necesita inspección y mantenimiento regulares y constantes. Los edificios modernos a menudo se construyen con sistemas de aire acondicionado. Dependiendo de la capacidad de estos sistemas, puede ser posible equiparlos con aire en partículas de alta eficacia (*high-efficiency particle air*, HEPA) y filtros de carbón, y así proveer un refugio (sobrepresurizado). Se encuentran disponibles excelentes guías sobre la protección de los ambientes de los edificios⁹.

Aunque varios factores hacen preferible el uso de la protección colectiva, existen las siguientes desventajas:

1. Costo.
2. Disponibilidad en caso de necesidad.
3. Restricción de la movilidad.

Solamente algunos países en el mundo pueden tener medios para proporcionar a toda – o casi a toda – la población refugios adecuados contra los agentes químicos y biológicos. Suecia y Suiza son dos ejemplos de países que lo han hecho. La inversión se determina no sólo por los costos de construcción y mantenimiento, sino también por la pérdida de espacio para otros fines o propósitos. En Suecia, por tanto, los refugios se deben construir de tal forma que puedan ser utilizados para otros fines en tiempos de paz (por ejemplo, como salas de música en las escuelas o salones de juego en las guarderías infantiles). La gente debe poder llegar al refugio en un tiempo razonable después de que se haya impartido la señal de alarma. Si los coge a campo abierto, los procedimientos de entrada al refugio que impidan la contaminación pueden ser muy complicados y requerir tiempo y recursos (por ejemplo, esclusas de aire, facilidades de descontaminación, cambio de ropa, etc.). También es claro que el personal no podrá entrar y salir libremente del refugio para realizar tareas a campo abierto a no ser que el refugio cuente con las facilidades necesarias. En consecuencia, los refugios protegidos, generalmente son adecuados únicamente para personal que no tiene que llevar a cabo tareas a campo abierto. Otra forma de protección colectiva es suministrada por los vehículos protegidos contra las armas químicas y biológicas. Estos vehículos tienen sus propios sistemas de ventilación con filtro. Sin embargo, los usuarios necesitan entrenamientos prolongados en los procedimientos de entrada y salida con el fin de prevenir la diseminación de la contaminación en su interior.

⁹ Véase, por ejemplo, Guidance for protecting building environments from airborne chemical, biological, or radiological attacks, publicado por los Centers for Disease Control and Prevention en los Estados Unidos, disponible en línea en <http://www.cdc.gov/niosh/bldvent/2002-139E.html>.

4.1 *Un ejemplo de la aplicación de los principios de manejo del riesgo: el problema del correo potencialmente contaminado*

Después del episodio de las «cartas con ántrax» en los Estados Unidos en 2001¹⁰, varias organizaciones y compañías en todo el mundo han estimado que el riesgo de tal incidente en sus instalaciones es suficiente para emprender alguna acción. A continuación se describe una forma de solucionar dicha situación en el caso de una organización pequeña. Se presenta como una ilustración del papel que juega la protección en el abordaje del manejo administrativo del riesgo y no se debe considerar como un método que se ajusta a todas las organizaciones y circunstancias.

Después de una exhaustiva evaluación del riesgo, una compañía que produce equipo de seguridad industrial (con cerca de 500 empleados) concluyó que podrían ser blanco de falsas alarmas por ántrax o de un ataque real. Estaban concientes de que aun una falsa alarma cerraría la producción, por lo menos, durante dos días (antes de expedir un aviso de normalidad) y reduciría también la productividad de los empleados en un tiempo prolongado por razones psicológicas. La compañía recibe aproximadamente 150 cartas y paquetes pequeños cada día, más un número de cartas dirigidas a los empleados, las cuales eran abiertas normalmente en la oficina de correspondencia por un funcionario, antes de su registro y distribución.

Para reducir el riesgo para el personal y posible pérdida de los activos de la compañía a un nivel aceptable, la compañía introdujo un sistema de medidas que incluían controles administrativos y de ingeniería, y el uso limitado de equipo de protección individual.

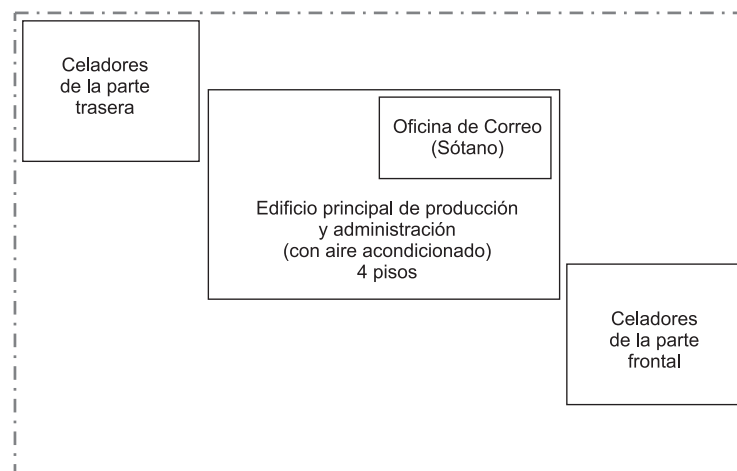


Figura 1. Plano esquemático de las instalaciones

Antes del incidente de las “cartas con ántrax”, el correo se entregaba y se revisaba visualmente en la celaduría del frente, luego la recibía el funcionario de correspondencia, se abría en la oficina de correspondencia y se distribuía a las diferentes partes de la compañía. Bajo este sistema, la apertura de una “carta con ántrax” expondría al funcionario de correspondencia a una concentración de esporas de ántrax potencialmente letal y el sistema de aire acondicionado diseminaría las esporas dentro del edificio y, por tanto, forzaría la evacuación y el cierre de la producción. La compañía introdujo una serie de cambios para reducir este riesgo (*figura 1*):

¹⁰ Véase Apéndice 4.3 del Capítulo 4.

1. A todos los empleados se les solicitó que no recibieran correo personal en la dirección de la empresa y así se redujo la cantidad de correo que debía ser revisada por el funcionario de correspondencia (control administrativo).
2. El sitio destinado para abrir los sobres se trasladó del edificio principal a la celaduría de la parte de atrás, la cual tiene un sistema independiente de aire acondicionado. Ante una alarma real o falsa por ántrax, el área potencialmente contaminada se restringiría a esta celaduría. El edificio de producción no se vería afectado (control administrativo).
3. Todo el correo se transporta en una bolsa plástica herméticamente sellada a la celaduría de la parte de atrás para prevenir cualquier posible contaminación cruzada (control de ingeniería).
4. Todo el correo se revisa visualmente, pero ahora en la celaduría de la parte de atrás (control administrativo).
5. Dado que la compañía trabaja con productos químicos tóxicos para pruebas de respiradores, se encontraban disponibles varias campanas portátiles para vapores tóxicos. Después de la evaluación de las especificaciones técnicas de estas campanas de vapores, el departamento de seguridad de la compañía recomendó que debían usar cabinas de bioseguridad¹¹ (control de ingeniería).
6. Una campana de vapores se trasladó a la celaduría de la parte de atrás para que se usara como una cabina de bioseguridad (control de ingeniería).
7. El funcionario de correspondencia y el personal de seguridad fueron instruidos y entrenados para abrir el correo en la cabina de bioseguridad antes de que se estableciera un procedimiento operativo estándar que exigía que todo el correo se debía abrir y examinar en la cabina (control administrativo).
8. Se le entregaron al funcionario de correspondencia guantes de protección y soluciones para descontaminación y limpieza de los guantes en la cabina de bioseguridad (protección individual).
9. Como medida para incrementar la confianza y la comunicación del riesgo, a todo el personal se le informaron las decisiones y el proceso.

Posteriormente, la compañía experimentó dos falsas alarmas, las cuales fueron diligentemente manejadas sin alteración de las actividades cotidianas ni pérdida de producción.

Este es, por supuesto, un ejemplo simplificado de una aproximación lógicamente ordenada para enfrentar una forma especial de bioterrorismo. Ilustra cómo el uso de equipo de protección

¹¹ Una cabina de bioseguridad es un recinto con presión baja interna (que asegura que no haya fugas de aire al exterior), equipada con un filtro HEPA a través del cual se dirige una corriente bombeada del aire de salida. Tales cabinas se usan corrientemente en los laboratorios donde se realizan trabajos con organismos potencialmente peligrosos

individual se puede restringir al absolutamente mínimo necesario, dándosele preferencia a los controles administrativos y de ingeniería. El resultado no sólo es más seguro que el que se obtiene con las acciones más obvias tomadas por muchas otras organizaciones (la provisión de máscaras y guantes para el personal que manipula la correspondencia, es decir, la sola protección), sino que también resulta en una alteración mínima de las actividades normales, aún si se materializa una falsa alarma, una broma o una amenaza real.

Lecturas recomendadas

Forsberg K, Mansford SZ. *Quick selection guide to chemical protective clothing*, 3rd ed. New York, Van Nostrand Reinhold, 1997.

The selection, use and maintenance of respiratory protective equipment — a practical guide, 2nd ed. Suffolk, Health and Safety Executive, 1998.

Ridley J. *Safety at work*, 3rd ed. Oxford, Butterworth-Heinemann, 1990.

Apéndice A 4.1: Problemas relacionados con la protección

El equipo moderno de protección para agentes biológicos y químicos ha hecho posible la supervivencia en muchos tipos de ambientes tóxicos. Tal protección, sin embargo, puede traducirse en la reducción de la capacidad operativa de una persona. En la selección de equipos de protección para la preparación biológica y química, se debe llegar a un equilibrio entre el grado de protección necesario para el peligro potencial en cuestión y la dificultad resultante para llevar a cabo las funciones por parte de los usuarios. Pueden existir, por supuesto, considerables diferencias entre los requisitos de protección necesarios para los equipos que deben enfrentar incidentes civiles y los de personal militar que tendría que operar por periodos prolongados en un ambiente tóxico biológico o químico.

La clave para el uso exitoso del equipo de protección, ya sea por parte de equipos de respuesta a incidentes civiles o por parte de los militares, es la familiaridad que adquieran en su uso. En las operaciones extensas, se deben considerar cuidadosamente los siguientes problemas.

Estrés por calor

Cuando se usa ropa protectora, se aumenta el aislamiento, se reduce la evaporación del sudor de la superficie corporal y el cuerpo, en consecuencia, sufre una disminución significativa de su capacidad natural para perder calor. Esta disminución puede ser tan grande, especialmente si se está usando ropa de protección impermeable, que existe la posibilidad de una insolación potencialmente fatal en menos de una hora. Los supervisores de los socorristas o los servicios de urgencia deben estar concientes de la necesidad de vigilar cuidadosamente a quienes estén usando vestidos de protección y de los métodos para evitar este problema, por ejemplo, ciclos planeados de trabajo y descanso o el uso de equipo especializado de enfriamiento. Otro problema posterior asociado con el uso de un respirador es el esfuerzo que hay que realizar para respirar contra la resistencia del cartucho del filtro. Esto puede limitar severamente la tasa de trabajo posible y también incrementar significativamente el estrés psicológico experimentado (véase a continuación).

Estrés psicológico

Aparte del estrés fisiológico antes mencionado, los individuos que usan vestidos protectores pueden experimentar un gran estrés psicológico, el cual puede limitar el desempeño más que los problemas fisiológicos. Surge estrés por el temor a los ambientes contaminados química o biológicamente, los efectos claustrofóbicos de los vestidos protectores (especialmente el respirador), la limitación potencial de la habilidad para comunicarse con los colegas, la incomodidad general de trajes a menudo abultados, las percepciones del aumento del estrés fisiológico (estrés por el calor y por la respiración) y la capacidad disminuida para funcionar y llevar a cabo tareas necesarias para la supervivencia. Como resultado de todo lo anterior, se puede ver comprometida la capacidad de tomar decisiones.

Dificultades ergonómicas

La naturaleza de la ropa de protección contra químicos crea muchos problemas ergonómicos, que pueden interferir con el desempeño aun en tareas simples. Los guantes gruesos de caucho causan problemas en cualquier tarea que requiera tacto fino (operación de computadores, exámenes médicos, etc.), y los vestidos abultados dificultan el movimiento en espacios reducidos (por ejemplo, en ambulancias). Las lentes de las máscaras pueden ser incompatibles con el equipo óptico y el personal médico puede experimentar extrema dificultad para llevar a cabo aun procedimientos básicos del manejo de pacientes (reanimación cardiopulmonar, manejo de vías aéreas, etc.).

Efectos colaterales de los medicamentos

Ciertos medicamentos comúnmente utilizados para contrarrestar los efectos de los agentes biológicos y químicos pueden crear problemas por sí mismos. La piridostigmina se usa frecuentemente como un medicamento antes del tratamiento para la intoxicación por gas nervioso. La intención es que se tome antes de la exposición para mejorar las posibilidades de supervivencia en caso de que se materialice un ataque. La piridostigmina puede, sin embargo, tener efectos colaterales por sí misma, como diarrea, cólicos intestinales y problemas visuales. El autoinyector es el artículo más común del equipo médico utilizado para la defensa química en todo el mundo. Aunque los contenidos de los diferentes tipos pueden variar, el medicamento generalmente utilizado es la atropina, la cual es un antídoto requerido después de la exposición al gas nervioso. Sin embargo, si se inyecta la atropina en ausencia de una intoxicación por gas nervioso, puede tener efectos colaterales significativos, como taquicardia, alteraciones del ritmo cardiaco, sequedad de boca, disminución de la sudoración (lo cual causa un estrés por calor aun más grave) y visión borrosa.

Problemas logísticos

La logística asociada con la asignación del equipo de protección al personal que lo necesita también puede ser un problema. Algunos equipos, una vez removidos de su empaque sellado, o cuando ya se han contaminado, no pueden ser fácilmente decontaminados y consecuentemente no es apropiado reutilizarlos. Si un número grande de personal requiere equipo de protección, la medida puede resultar extremadamente costosa.

Conclusiones

Los equipos de respuesta ante incidentes civiles se pueden ver menos afectados por los problemas mencionados anteriormente puesto que generalmente se operan durante periodos más cortos de tiempo y pueden descansar por fuera del área contaminada sin pérdida de eficacia. Si están involucrados los militares, sin embargo, algunos de los problemas asociados con el uso de equipo de protección por periodos prolongados se pueden presentar aun cuando los agentes biológicos o químicos no se hayan liberado; por ejemplo, cuando los preparativos para un ataque se están llevando a cabo con anticipación. Tales preparativos pueden por sí mismos ser una desventaja significativa para la parte defensiva y pueden ser la razón misma de la amenaza. Sin embargo, un estado que opta por no defenderse ni protegerse de las armas biológicas y químicas es vulnerable a todos los efectos de tales armas y a las víctimas masivas que producen. Es pertinente anotar que ningún ataque militar con armas biológicas o químicas se ha llevado a cabo todavía en países con fuerzas bien equipadas y entrenadas para la guerra biológica o química.

La preparación exitosa, incluida la evaluación de la amenaza biológica y química, los planes de contingencia y la preparación para incidentes biológicos o químicos, exige una estrategia que se justifique y sea relevante a la amenaza potencial. La reacción exagerada a una amenaza puede ser el efecto buscado por el agresor.

Anexo 5: Precauciones contra el sabotaje de agua potable, alimentos y otros productos

1. Introducción

El agua potable y los suministros de alimentos para la población civil han sido objeto de sabotaje a lo largo de toda la historia, generalmente durante las campañas militares. Más recientemente, sin embargo, en situaciones que no están asociadas con guerra abierta, tal sabotaje se ha utilizado para aterrorizar o si no para intimidar de alguna manera a la población civil (1). Los terroristas pueden tener una variedad de motivos, desde sembrar discordias o resentimientos hasta la desestabilización política. No es necesario producir víctimas masivamente para causar pánico y desestabilización generalizados, particularmente en la economía. Aunque la contaminación deliberada del agua potable puede causar enfermedades en los seres humanos, la interrupción a largo plazo del suministro de agua tiene consecuencias catastróficas para la salud y la confianza públicas. A pesar de que la contaminación deliberada de todos los suministros de alimentos en un área dada es poco probable, la escasez existente de alimentos podría empeorarse considerablemente con tal contaminación. Todas las poblaciones son vulnerables a tales ataques.

Los gobiernos, así como las empresas comerciales y otras del sector privado deben estar concientes de la necesidad de prevenir y responder a la contaminación deliberada. Aunque las amenazas con fines de extorsión económica, particularmente de las entidades del sector comercial, usualmente no se consideran como terrorismo, son mucho más comunes de lo que generalmente se cree. Su impacto económico y social puede ser el mismo que el de los actos claramente terroristas. Por tanto, se deben evaluar las precauciones de seguridad para asegurarse de que pueden responder a las amenazas de contaminación deliberada. Las empresas proveedoras de agua, los fabricantes y otras empresas del sector privado deben, por tanto, estar involucradas en el desarrollo e implementación de los planes de seguridad diseñados para prevenir, detectar y responder a la contaminación deliberada, los cuales deben incluir la educación del consumidor y los conductos activos de comunicación con la prensa y el público. Un mejor clima de vigilancia reducirá la vulnerabilidad tanto a la contaminación deliberada como a la accidental. La amenaza de terrorismo no debe, sin embargo, opacar otros elementos críticos de seguridad, como la prevención de la contaminación no intencional del agua potable y los alimentos, ni desembocar en pánico.

Puesto que el agua potable, los alimentos y los medicamentos son de consumo directo de la población, probablemente constituyen la vía más fácil para distribuir cantidades letales o debilitantes de productos químicos tóxicos o agentes biológicos. Los sistemas de agua potable y los usados para la manufactura y distribución de alimentos y otros productos de consumo presentan muchas oportunidades para la contaminación deliberada. Aunque la globalización y los complejos sistemas de producción y distribución de muchos alimentos y medicinas han incrementado la vulnerabilidad, esta diversidad de fuentes también reduce la probabilidad de que todas las existencias de alimentos y medicamentos sean contaminadas. En el caso del agua, la ausencia de fuentes alternas en la mayoría de las áreas crea un problema más serio y aumenta el potencial de pánico e histeria.

Las enfermedades humanas de amplia distribución se han asociado con una gran variedad de microorganismos provenientes del agua y de los alimentos, así como con agua potable y alimentos contaminados con productos químicos tóxicos. También se han presentado interrupciones a gran escala de los suministros de alimentos causados por enfermedades de animales de granja. Tales brotes han excedido los servicios públicos y han dado lugar a un intenso cubrimiento de los medios de comunicación, con consecuentes efectos adversos económicos, sociales y políticos, así como a la pérdida de la confianza del público. Lo mismo cabe esperar en el caso de acciones terroristas de contaminación o interrupción de los servicios.

Los programas diseñados para prevenir el sabotaje del agua potable, los alimentos y otros productos de consumo, como los cosméticos y los medicamentos, se basan en:

1. Prevención
2. Detección
3. Respuesta

En todos ellos, la **preparación** juega un papel esencial.

No hay forma de prevenir toda contaminación, ya sea accidental o resultado de la introducción deliberada de agentes químicos, biológicos o radioactivos. Un terrorista determinado con acceso a los recursos requeridos puede penetrar virtualmente cualquier sistema. Sin embargo, el riesgo de la exposición de los seres humanos se puede reducir al aumentar la seguridad y la capacidad para detectar la contaminación o la interrupción. La detección de la contaminación o de los intentos de contaminación prevendría o reduciría significativamente la magnitud de cualquier brote de enfermedad concomitante. Aunque los sistemas de detección y respuesta rápida y eficaz a los brotes de enfermedad por contaminación y otras causas son esenciales, a menudo los disponibles no son lo suficientemente rápidos para prevenir la exposición de la población.

Dado el gran número de agentes potenciales, es imposible vigilarlos a todos todo el tiempo. Sin embargo, la adopción de precauciones es un abordaje eficaz para salvaguardar la salud pública, ya sea en áreas con sistemas complejos y modernos de producción y distribución para el agua y los alimentos o en aquéllas donde el agua potable se obtiene de una fuente natural y la mayor parte de los alimentos se produce, almacena y consume localmente. El análisis proactivo del riesgo puede reducir la vulnerabilidad de la misma forma que en casos de contaminación accidental. Los recursos disponibles se deben asignar con base en la evaluación de la amenaza y la vulnerabilidad y deben corresponder a la naturaleza y la probabilidad de las amenazas.

El propósito de este anexo es aumentar la conciencia pública de la amenaza de sabotaje deliberado del agua potable, los alimentos y otros productos y servicios de consumo, y brindar una guía general para las acciones que se pueden tomar para prevenir, detectar y responder a esta amenaza. La mayoría de los organismos multinacionales y comerciales grandes y los proveedores de servicios tienen los recursos para desarrollar sistemas apropiados de seguridad y detección. Por tanto, se debe hacer énfasis en el apoyo a empresas o instalaciones pequeñas y medianas para que desarrollen e implementen sistemas de prevención y detección de la contaminación deliberada.

La seguridad del trabajador es importante en todas las actividades. Aunque no se cubre directamente en estos anexos, la salud física y mental de los trabajadores debe ser una de las principales consideraciones en el desarrollo de los planes de seguridad y sanidad.

2. Prevención

2.1 *Seguridad*

Las organizaciones involucradas en el suministro de agua potable y en la producción, el procesamiento y la distribución de alimentos, así como en la manufactura y distribución de otros productos de consumo deben:

- desarrollar planes de seguridad y de respuesta que incluyan el establecimiento y el mantenimiento de puntos actualizados de contacto, interna y externamente, con las autoridades de salud pública y de policía, en caso de que se sospeche o detecte un incidente;
- salvaguardar las fuentes de materias primas, inclusive las instalaciones de almacenamiento y los sistemas de transporte;
- restringir y documentar el acceso a todas las áreas críticas, tales como las de procesamiento, almacenamiento y transporte;
- seleccionar a los empleados para asegurarse de que sus calificaciones y antecedentes sean los apropiados para su trabajo y responsabilidades;
- seleccionar cualquier otro personal (incluso el personal de aseo, mantenimiento e inspección) con acceso a las áreas críticas;
- minimizar las oportunidades de contaminar el producto final en la cadena de suministros;
- para los alimentos y otros productos de consumo, incrementar la capacidad de rastrear el sitio donde se encuentre cualquier producto y su lugar en la cadena de suministro y removerlo si se cree o se demuestra que está contaminado; y
- reportar las amenazas y las actividades o comportamientos sospechosos a las autoridades competentes, tomando las acciones apropiadas para mantener la seguridad.

Las acciones preventivas no requieren necesariamente alta tecnología. El aumento de la conciencia sobre los problemas potenciales y la mayor vigilancia están entre las medidas más eficientes que se pueden tomar. El sello de parafina es un mecanismo de garantía que se ha utilizado durante varios miles de años. Una gran variedad de tales mecanismos se puede usar para brindar evidencia del acceso no autorizado a las áreas y a los materiales críticos. Aunque estas precauciones tienen que ver primordialmente con seguridad y no directamente con sanidad, pueden incrementar la protección contra la contaminación deliberada. El aumento de las medidas de seguridad, sin embargo, no garantiza estar a salvo. Las amenazas, tanto inadvertidas como deliberadas, cambiarán. No obstante, una cultura de seguridad en las operaciones y de control de calidad puede detener la contaminación al crear sistemas proactivos sólidos que son más difíciles de penetrar y que aumentan la probabilidad de detección.

2.2 *Reducción de la disponibilidad de agentes de amenaza potencial*

Se deben apoyar decididamente los esfuerzos internacionales para eliminar las armas químicas y biológicas. Aunque algunos de los agentes desarrollados como armas por las fuerzas armadas

se pueden usar para contaminar los alimentos y el agua, también representan amenazas significativas los plaguicidas tóxicos y los productos químicos industriales, así como los patógenos microbiológicos y los contaminantes inadvertidos de los alimentos y el agua. Además, ciertos productos farmacéuticos altamente tóxicos se pueden desviar para fines terroristas. Aunque la mayoría de los materiales radioactivos que se utilizan en el campo médico no causarían lesiones serias si se utilizaran para contaminar alimentos o agua, su presencia causaría considerable alarma pública. Para los fines de este anexo, los materiales radiactivos no fisionables se consideran como contaminantes químicos. Los plaguicidas y productos químicos industriales altamente tóxicos, incluso los desperdicios químicos, son de fácil acceso. La información sobre la preparación y el uso de productos químicos con fines terroristas está disponible, especialmente en Internet. Los agentes patógenos están presentes en laboratorios clínicos y en otros laboratorios, incluso en aquellos dedicados al control del agua y de los alimentos. Es suficiente el conocimiento de química o microbiología que se imparte en la universidad para producir muchos agentes. Los gobiernos y las organizaciones comerciales deben, por consiguiente, incrementar la seguridad de las bodegas de medicamentos tóxicos, plaguicidas, materiales radioactivos y de otros productos químicos y reportar inmediatamente a las autoridades competentes cualquier robo o uso no autorizado. También se deben aumentar los esfuerzos para prevenir el uso de patógenos microbiológicos en actividades terroristas. Es de vital importancia que los laboratorios clínicos, de salud pública, de investigación, de agua y de alimentos estén concientes de este potencial y tomen medidas de seguridad adecuadas para minimizar el riesgo de que estos materiales peligrosos se desvíen hacia otros fines.

2.3 *Selección de empleados*

Las oportunidades para la contaminación deliberada o para el sabotaje del suministro del agua potable existen en muchos puntos de los sistemas de suministro de agua, especialmente para quienes tengan experiencia con ellos. Las oportunidades para la contaminación deliberada de los alimentos existe desde antes de la cosecha hasta que se sirven en la mesa y de otros productos de consumo desde antes de la producción hasta que llegan al consumidor. Los empleadores deben seleccionar el personal y asegurarse de que sus calificaciones y antecedentes sean los apropiados para el trabajo que realizan y para sus responsabilidades. A todo el personal se le debe estimular decididamente para que informe cualquier actividad o comportamiento sospechoso a las autoridades competentes, pero se deben prevenir los informes falsos o no confiables como medio de hostigamiento.

3. Detección

La posibilidad de contaminación e interrupción del suministro de agua y de alimentos se debe tener en cuenta en la evaluación de los sistemas de garantía de la seguridad, como los planes de seguridad del agua potable, las buenas prácticas de manufactura (BPM) y el sistema de Análisis de Peligros y Punto de Control Crítico (*Hazard Analysis and Critical Control Point*, HACCP). Ésta es una forma científica y sistemática para aumentar la seguridad desde la producción primaria hasta el consumo final por medio de la identificación, la evaluación y el control de los peligros que son significativos para la seguridad (2). Sin embargo, los sistemas de HACCP están diseñados para controlar específicamente los peligros identificados. Algunos de los requisitos del HACCP, como el libro de registros, puede que no sean necesarios ni apropiados cuando el objetivo sea detectar la contaminación deliberada. Los sistemas de garantía de la seguridad se deben diseñar para la opera-

ción específica en cuestión. El análisis proactivo de riesgos es necesario para reducir la vulnerabilidad, así como los riesgos de la contaminación inadvertida. Los recursos asignados para este fin deben ser proporcionales a la probabilidad de la amenaza, la magnitud y la gravedad de las consecuencias y la vulnerabilidad del sistema. La posibilidad de contaminación deliberada debe ser una parte integral de la planificación de la seguridad y los esfuerzos para prevenir el sabotaje deben complementar, no reemplazar, otras actividades esenciales de seguridad.

La detección precoz de la contaminación o de los intentos de contaminación es esencial para reducir la probabilidad o la magnitud de la exposición. Los efectos de los patógenos son a menudo tardíos, de tal manera que la exposición a los productos contaminados continuará hasta que la contaminación o el brote se hayan detectado. La falla o el fracaso de los sistemas de vigilancia de enfermedades, aun en los países más avanzados, para detectar brotes a gran escala de enfermedades transmitidas por el agua subraya la importancia de la prevención o la detección temprana de la contaminación. La vigilancia de todos los sistemas de agua potable y de la producción de alimentos y de otros productos de consumo debe ser parte integral del control de calidad de rutina. Los programas de control pueden incluir diversas actividades que van desde el examen visual cuidadoso hasta los sistemas de detección en línea de alta tecnología. Como sucede con la contaminación inadvertida, es imposible tanto técnica como económicamente, hacer pruebas permanentes para todos los agentes posibles. Pueden existir a menudo indicadores de variaciones inespecíficas en la calidad del producto, tales como apariencia, olor o sabor. La asignación de recursos disponibles para la vigilancia de rutina debe, por tanto, ser la apropiada para el producto, el proceso y la situación de distribución específicos. El seguimiento rápido es esencial cuando las variaciones en la calidad del producto o en el servicio del agua indican la posibilidad de contaminación. Las autoridades de salud pública deben trabajar estrechamente con las empresas de servicios públicos, las comerciales y otras del sector privado y, cuando sea posible, ayudar al desarrollo de los programas de supervisión apropiados.

Los consumidores juegan un papel muy significativo en la detección tanto de la contaminación deliberada como de la accidental, pues a menudo son los primeros en detectar las diferencias en la calidad del agua, por ejemplo, en sabor, olor o color, y de percatarse de los problemas de salud que resultan. Si el empaque de un alimento o de otro producto de consumo no está intacto, es decir, cuando los sellos de garantía se encuentran rotos, o si el producto tiene una apariencia, olor o sabor anormales, no se debe consumir. Si se sospechan alteraciones, el vendedor minorista o el proveedor y las autoridades competentes de salud pública y de policía deben ser notificados.

4. Respuesta

4.1 *Vigilancia del agua, los alimentos y otros productos de consumo*

Las actividades que se llevan a cabo en respuesta a brotes de enfermedad asociados con enfermedades infecciosas o con patógenos transmitidos por los alimentos o por el agua también son las apropiadas para la identificación de los brotes asociados con la contaminación deliberada por productos químicos y biológicos. En general, no se deben desarrollar sistemas específicos contra el terrorismo u otras amenazas, por ejemplo contra la seguridad de los alimentos. La vigilancia en salud pública se debe fortalecer para responder a los brotes de enfermedad y a otros eventos adversos de salud pública, sea cual sea su causa. Los cuestionarios que se utilizan para la vigilancia de

brotos de enfermedades deben incluir preguntas diseñadas para identificar la vía de transmisión (por ejemplo, aire, agua o alimentos), los niveles y la fuente de la contaminación. Las autoridades de salud pública deben coordinar sus actividades con las empresas que suministran el agua potable y los fabricantes y proveedores de alimentos y de otros productos de consumo para garantizar que las medidas apropiadas, como el rastreo y retiro de los alimentos y de otros productos de consumo, se tomen tan rápidamente como sea posible. Si se sospecha la contaminación deliberada, se debe alertar a las autoridades de policía competentes.

4.2 *Vigilancia de la contaminación*

En respuesta a la sospecha de contaminación, amenazas o brotes de enfermedades, las autoridades de salud pública y la industria interesada deben garantizar que todos los recursos disponibles de análisis y de investigación se convoquen para prevenir que los productos contaminados lleguen a los consumidores. Los planes de respuesta deben incluir mecanismos para notificar a las autoridades gubernamentales competentes y a las organizaciones del sector privado sobre la necesidad de la vigilancia con el fin de determinar la extensión de la contaminación. Las autoridades de salud pública deben elaborar inventarios de los recursos de análisis y del personal calificado en organismos internacionales y en laboratorios gubernamentales, comerciales y académicos. En el caso del agua potable, el tiempo entre el fin del proceso y el consumo es a menudo de tan sólo unas pocas horas. Por tanto, es importante garantizar que la supervisión sea eficaz y que la alerta de contaminación sea precoz.

4.3 *Rastreo y retiro del mercado*

El rastreo y retiro del mercado de alimentos y de otros productos de consumo son necesarios en la investigación de incidentes asociados con estos productos y se deben incluir en los planes de respuesta. La determinación rápida de la fuente de la contaminación y de la ubicación de los productos contaminados reducirá en gran parte el número de víctimas, pues facilita su rápida remoción del mercado.

Usualmente, esto no se requiere para el agua potable. Se deben prever los mecanismos necesarios para notificar a todos los integrantes del sistema de suministro de agua potable que puedan estar involucrados, así como a los consumidores. Son muy importantes la planeación previa y un conocimiento completo de la dinámica del sistema de distribución y del flujo desde diferentes fuentes en el sistema.

El rastreo y el retiro del mercado son esenciales en la respuesta a la contaminación de los alimentos, ya sea deliberada o inadvertida. Sin embargo, no es siempre sencillo el rastreo de problemas ni el seguimiento de productos contaminados, como lo demostró la crisis de dioxinas en Bélgica (3), y en muchos sistemas de producción agrícola no se puede usar. Cuando se producen pequeñas cantidades de productos agrícolas crudos en granjas pequeñas, usualmente se mezclan o combinan, y estos lotes luego se combinan con otros lotes ya mezclados para formar envíos más grandes. Es, por consiguiente, muy importante establecer la conexión entre un envío contaminado y un productor individual. En el caso de materia prima, la extensión del retiro depende de los recursos requeridos para el rastreo y retiro del mercado comparados con los necesarios para el análisis y otras medidas de verificación de la seguridad de la materia prima y el punto de control

crítico en el flujo de procesamiento. Muchos alimentos se producen en plantas centralizadas y se distribuyen en grandes áreas geográficas, a menudo globalmente. La contaminación en tales plantas ha afectado a muchas personas y con frecuencia se ha diseminado rápidamente antes de detectar el brote. La rápida determinación de la fuente de la contaminación y la ubicación de los productos contaminados reduciría en gran parte el número de víctimas al facilitar la rápida remoción de los productos contaminados del mercado.

4.4 *Comunicaciones*

La preparación debe incluir los canales de comunicación con la prensa y el público con el fin de manejar el temor y evitar los rumores infundados. El pánico y la histeria pueden originar consecuencias mucho más serias para la salud pública, así como para la industria y el comercio, que la amenaza misma. Es posible que las alteraciones sociales y políticas y una sensación de vulnerabilidad persistan mucho tiempo después del incidente, ya sea que se haya originado un brote o no. Algunos terroristas pueden, por tanto, considerar que la publicidad y las alteraciones sociales son más eficaces para la diseminación de su «mensaje» que el número de personas infectadas o fallecidas, como sucede cuando se colocan bombas en sitios concurridos pero se dan alertas o advertencias para evitar los heridos y las muertes. En consecuencia, no es muy sabio considerar que las amenazas terroristas de liberación de agentes biológicos, radioactivos o químicos sólo intentan causar numerosas lesiones o enfermedades. Esto hace de los sistemas de suministro de agua y de alimentos blancos atractivos para la contaminación deliberada. Alcanzar niveles de contaminación causantes de daños a la salud puede ser menos importante que dejar alguna evidencia física del agente contaminante para que se descubra y el público se entere.

Las autoridades de salud pública, de seguridad y de policía, las organizaciones comerciales y otras del sector privado, así como los medios de comunicación deben desarrollar y utilizar métodos de difusión que brinden la información necesaria para la seguridad pública pero que eviten el pánico. Los métodos deben incluir la información sobre los incidentes que no resultan en brotes. Tales incidentes son comunes y pueden contribuir a la preocupación pública. La restricción de información al público puede llevar a una pérdida de confianza en las autoridades, de tal manera que se le debe dar al público la información apropiada, que incluya la asesoría para evitar la exposición y el consejo médico relevante según la naturaleza del incidente. Los aspectos culturales también se deben tener en cuenta en las comunicaciones asociadas con las amenazas y la respuesta a ellas. Por esta razón, algunos tipos de comunicación pueden no ser de aplicación universal.

En las siguientes secciones se ha adoptado un abordaje sistemático sobre agua potable, alimentos y otros productos de consumo, que se puede utilizar para evaluar la vulnerabilidad y las precauciones para mejorar la seguridad.

5. Suministro de agua potable

Los efectos de la contaminación deliberada de los sistemas de agua potable se limitan generalmente por la dilución, la desinfección y la filtración, y la inactivación inespecífica (hidrólisis, luz solar y degradación/depredación microbiana); además se ven contrarrestados por la cantidad relativamente pequeña de agua que entra en contacto con los individuos. Sin embargo, con determinación y los recursos necesarios, cualquier parte del sistema puede ser penetrado. Los brotes de

criptosporidiosis, inclusive el gran brote de Milwaukee, Wisconsin, Estados Unidos (que no se debió a contaminación deliberada), demuestran que los sistemas de agua potable son vulnerables (4). Las fuentes de agua en muchas partes del mundo son generalmente inseguras y, por tanto, más vulnerables a la contaminación deliberada por agentes químicos o biológicos y al sabotaje de equipos e instalaciones. Además, el nivel de seguridad de las plantas de tratamiento varía ampliamente.

La contaminación deliberada puede tener no sólo los efectos directos de lesión o enfermedad, sino también los efectos indirectos de interrupción del suministro de agua potable. Un ataque terrorista exitoso, bien sea por contaminación o por otras formas de sabotaje, como el uso de explosivos u otros medios físicos, puede alterar el suministro de agua potable de una ciudad grande durante meses, con serias consecuencias no sólo para la salud pública sino también para la industria y el comercio. El sabotaje de instalaciones de tratamiento de aguas servidas podría de igual manera causar problemas de salud pública y alteraciones similares, particularmente aguas corriente abajo, pero no de la misma magnitud que las causadas por el sabotaje de las plantas de tratamiento o de distribución de agua potable.

Las áreas de agua para fines de recreación, como piscinas, también son blancos potenciales para la contaminación deliberada, pero no se considerarán aquí. Sin embargo, mucho de lo que se dice aquí sobre los sistemas de agua para consumo también se aplica al agua utilizada para la recreación.

Los sistemas de suministro de agua potable consisten, en general, de los siguientes componentes:

- una **fuentes de agua**, como un lago, una represa, una bocatoma de un río, un tanque de captura de un arroyo o una perforación de agua subterránea;
- una **tubería principal de agua sin tratar** que conecta la fuente de agua de consumo por medio de un tubo o acueducto a una planta de tratamiento;
- una **planta de tratamiento**, en la cual se llevan a cabo los procesos de coagulación, sedimentación, filtración, tratamiento con carbón activado, ozonización y cloración;
- un sistema de **distribución por tubería** que transporta el agua potable a los usuarios finales o, más comúnmente, a tanques de agua o a torres de agua elevadas;
- **tanques y torres de agua**, los cuales pueden brindar un suministro continuo de agua potable a una presión más constante; y
- un sistema de **distribución local por tubería** con el cual se suministra agua a presión ya sea bombeada o por gravedad a los tanques de agua de las residencias y a otros usuarios finales.

Una zona de distribución extensa en un sistema de suministro de agua potable bien supervisado puede ser relativamente difícil de penetrar y contaminar eficazmente. Hay a menudo un solo proveedor en cada localidad y el agua potable que se produce en un lugar no es normalmente transportada a grandes áreas de un país, de tal manera que, para cada sistema de agua, se pueden concentrar las medidas de vigilancia y seguridad en la protección de las instalaciones locales claves. El acceso a los puntos del sistema donde podrían liberarse agentes químicos o biológicos en cantidades suficientes para causar una amenaza sanitaria en gran escala, es usualmente limitado. Además, donde se lleva a cabo la desinfección con desinfectantes residuales, el rango de agentes químicos y biológicos que un terrorista puede usar para causar enfermedad o lesiones está restringido a aquéllos que sean resistentes a la desinfección y estables en el agua por más de unas cuantas

horas. Sin embargo, los desinfectantes residuales pueden ser inocuos ante una contaminación biológica masiva.

No obstante, hay muy pocos sistemas de agua que no sean potencialmente vulnerables a la contaminación en muchos puntos. El sistema de distribución puede ser la parte más vulnerable del sistema de suministro, especialmente para un técnico experimentado del servicio de acueducto. Se pueden utilizar bombas comercialmente disponibles para inyectar cantidades relativamente grandes de contaminantes en el sistema y no es necesario contaminar una gran parte del sistema para causar daño y pánico considerables.

La mayoría de los sistemas de suministro de agua difieren en sus requisitos y prácticas operacionales. En áreas que dependen del transporte del agua de consumo, a menudo a distancias considerables, se puede requerir mayor seguridad, de tal manera que la vulnerabilidad y las acciones para reducirla pueden variar de sistema a sistema. Las acciones para reducir la amenaza de contaminación deliberada en sitios específicos de los sistemas, por tanto, dependen del grado de vulnerabilidad y del impacto potencial de contaminación en un punto específico del sistema.

La complicidad del personal del sistema de suministro, o su coerción para introducir agentes químicos o biológicos en el agua o comprometer el proceso de tratamiento es una posibilidad que no se puede negar. El personal debe ser seleccionado para garantizar que sus calificaciones y experiencia sean apropiadas para el trabajo del cual serán responsables. A todo el personal se le debe animar para que reporte cualquier comportamiento sospechoso a las autoridades competentes, pero se debe tener cuidado para prevenir reportes falsos o no confiables con fines de hostigamiento.

5.1 *Fuentes de agua*

La posibilidad de efectos serios sobre la salud como resultado de la contaminación del agua puede oscilar entre baja, como en las represas grandes y ríos, debido a que el agua es diluida y tratada antes de que llegue al usuario final, y alta, como en los sistemas de captura y pozos abiertos y poco profundos en los cuales no se lleva a cabo ningún tratamiento.

La seguridad de la fuente depende de:

- la facilidad del acceso a la fuente y la habilidad del terrorista para colocar en ella cantidades suficientes de agentes químicos o biológicos para causar lesiones o enfermedades a los usuarios finales;
- la naturaleza del posterior tratamiento y análisis del agua y el tiempo disponible a partir de la detección de un problema potencial para dar una respuesta adecuada.

Para minimizar el riesgo de acceso no autorizado a las fuentes de agua, tomas, puntos de inspección y estaciones de bombeo, comúnmente se recurre a medidas físicas, como cercas y cerraduras, las cuales pueden complementarse con personal de seguridad en el sitio, detectores de intrusos y alarmas silenciosas conectadas con la policía y la compañía de suministro de agua o las autoridades. Si los recursos lo permiten, también se pueden introducir sistemas de vigilancia por televisión a control remoto. Se debe animar decididamente a los ciudadanos locales para que reporten las actividades sospechosas a las autoridades competentes. Ciertas fuentes de agua, como

los ríos, pueden ser vulnerables a la contaminación a gran escala, por ejemplo, la descarga de grandes cantidades de productos químicos industriales y el sabotaje de las instalaciones de tratamiento de aguas servidas corriente arriba.

5.2 *Tubos madre de aguas no tratadas*

Los tubos madre de aguas no tratadas que llevan agua a la planta de tratamiento pueden ser vulnerables a la contaminación. Sin embargo, su posición corriente arriba de la planta de tratamiento en el sistema general de suministro de agua posibilita la posterior neutralización de los productos químicos tóxicos y de los patógenos o su detección. Sin embargo, es difícil detectar ciertos tipos de materiales químicos o radioactivos. Además, algunos agentes microbiológicos no se pueden detectar inmediatamente. El tratamiento convencional no remueve o neutraliza la mayoría de los materiales químicos o radioactivos y ciertos agentes microbianos.

Las medidas de seguridad física, como las sugeridas anteriormente para las fuentes de agua, también se pueden aplicar para las tuberías y las estaciones de bombeo.

5.3 *Plantas de tratamiento*

Las plantas de tratamiento son de vital importancia en los sistemas de suministro de agua. La reducción o eliminación de la desinfección, en combinación con la introducción deliberada de organismos patógenos, incrementa considerablemente la probabilidad de que una dosis infecciosa con un número grande de organismos sea distribuida. Algunos brotes recientes de enfermedades transmitidas por el agua han resultado de la interrupción de las operaciones de desinfección (5).

Por razones obvias de protección de la salud pública contra enfermedades infecciosas y productos químicos industriales, el acceso a las plantas de tratamiento en los sistemas de suministro de agua grandes generalmente está estrechamente controlado y su personal de laboratorio analiza muestras para una gran variedad de contaminantes potenciales. Los sistemas pequeños o medianos pueden ser más vulnerables. El acceso a la planta de tratamiento debe restringirse con la implantación de múltiples barreras que complementen otras medidas, como patrullaje a intervalos irregulares, circuito cerrado de televisión y cerraduras y alarmas que detecten los intentos de intromisión en los equipos importantes y las plataformas de inspección.

La cloración es eficaz contra muchos de los agentes biológicos patógenos, pero no contra todos, y puede resultar inocua. Además, la presencia de grandes tanques de almacenamiento de gas cloro, especialmente en áreas con grandes poblaciones, representa de por sí un riesgo. La ozonización es una forma más cara de desinfección, pero es generalmente más eficaz contra los agentes contaminantes, los patógenos y las toxinas; sin embargo, no brinda ninguna protección residual, como sí lo hace la cloración.

5.4 *Sistemas de distribución por tubería*

El agua tratada generalmente se distribuye a los usuarios finales por medio de sistemas subterráneos de distribución por tubería de baja presión. Aunque la principal función de los sistemas de distribución por tubería de presión es llevar el agua a la población, la presión de la red puede

prevenir que las aguas superficiales, las aguas subterráneas y el alcantarillado entren en contacto con el agua tratada de consumo, lo cual dificulta la introducción deliberada de agentes contaminantes, pero no del todo. Un técnico experimentado puede lograr fácilmente acceso a estos sistemas. Puesto que el agua ya ha pasado por el proceso de tratamiento, cualquier contaminación puede pasar desapercibida hasta llegar al usuario final.

5.5 *Tanques y torres de agua*

En muchos sistemas, la mayoría de los usuarios finales no reciben el agua de consumo directamente de los tubos madre de distribución, sino de tanques o torres elevadas. La distribución final a los consumidores a través de una red local de tubería a menudo es alimentada por gravedad a una presión menor y más constante. El agua tratada en estos tanques y torres no se encuentra bajo presión y puede, por tanto, ser más vulnerable. Sin embargo, al estar en sitios específicos, los tanques y las torres son más fáciles de proteger.

La dificultad de acceso mejora la seguridad de los tanques y las torres de agua, asegurando los sitios con cercas fuertes, erigiendo múltiples barreras para entrar y sellando los puntos de entrada. Estas medidas pueden complementarse con detectores de intrusos y alarmas silenciosas conectadas con la policía y el cuarto de control del acueducto. Si los recursos lo permiten, se pueden utilizar la vigilancia de los parámetros de calidad del agua, la vigilancia por circuitos cerrados de televisión o personal de seguridad en los sitios sensibles.

5.6 *Sistemas locales de distribución por tubería*

Aunque los sistemas de distribución para agua bombeada por tuberías o conducida por gravedad a los tanques de agua y los grifos en las residencias o a otros usuarios finales tienen muchos puntos vulnerables, es posible que su contaminación deliberada no afecte a grandes poblaciones. Sin embargo, puesto que el agua de consumo en estos sistemas de distribución ya ha sido tratada y no está sujeta a una dilución significativa, el riesgo de lesión y muerte entre las poblaciones expuestas es alto. Ciertas edificaciones y casas tienen su propio sistema comunal de distribución por tubería, con agua proveniente de tanques, lo que facilita su acceso por parte de terroristas más que en otras partes del sistema de suministro. La introducción deliberada de contaminación en los sistemas de distribución puede afectar edificios o áreas específicas o varios puntos del sistema general de suministro. Este tipo de contaminación, aun si es mínima, puede originar pánico generalizado entre el público.

Tanto los proveedores de agua como los consumidores deben prestar especial atención a los sistemas locales de distribución, que deben incluirse en los planes de preparación. En los sistemas locales de distribución, como son los de edificios de oficinas y apartamentos, las tuberías de agua y los contadores se deben asegurar, por ejemplo, con plataformas de acceso y cuartos de operación bajo llave. Toda actividad sospechosa, en especial si está asociada con mantenimiento o trabajos de reparación no usuales, debe ser reportada inmediatamente a las autoridades competentes.

La separación de las partes individuales del sistema de distribución de agua mejora el control y permite el rápido aislamiento de los tramos amenazados o contaminados. Esta es una característica rutinaria del diseño de la mayoría de los sistemas modernos de distribución de agua y se usa

para tratar con problemas convencionales, como la reparación y el reemplazo de tuberías y la remoción de contaminación microbiológica no deliberada.

En aquellas instalaciones especialmente sensibles, como hospitales, servicios de salud pública, servicios de seguridad y plantas de agua embotellada y de procesamiento de alimentos, se pueden considerar procesos adicionales de tratamiento de aguas.

5.7 *Vigilancia*

La vigilancia se debe llevar a cabo siempre que sea necesario con el fin de tener tiempo para una respuesta apropiada. La capacidad del sistema de control de calidad para detectar la presencia de agentes contaminantes depende de la frecuencia y el rango de análisis que se hayan emprendido. Sin embargo, no es práctico llevar a cabo análisis específicos para todos los potenciales agentes químicos y biológicos. Los monitores en línea para ciertos parámetros, tales como la conductividad y el pH, pueden suministrar alguna indicación inespecífica de un cambio en la calidad del agua y de problemas potenciales. Ya existen sistemas de tamizaje en línea rápidos y generales para contaminantes químicos específicos en agua procesada, y se están desarrollando para agentes biológicos. Los bioensayos pueden ser un componente de baja tecnología en los programas de monitorización que algunas veces permiten resultados rápidos. Varios ensayos inespecíficos *in vivo* e *in vitro* son útiles para detectar la contaminación, particularmente por productos químicos, y se pueden utilizar inmunoensayos simples como pruebas de tamizaje para ciertas bacterias y virus en respuesta a amenazas específicas. Los planes de respuesta a emergencia deben incluir instrucciones concretas para una respuesta inmediata ante valores anormales y para prevenir la entrada de agua de consumo contaminada al sistema de distribución, puesto que no habrá tiempo para discutir cómo manejar un problema una vez detectado. Las instrucciones deben incluir la notificación inmediata a las autoridades competentes de salud pública. Cuando existe evidencia de que un sistema de agua potable ha sido contaminado por productos químicos tóxicos o microbios patógenos, la suspensión temporal del suministro de agua puede que sea la única forma práctica de prevenir serios problemas de salud pública, lo que, naturalmente, puede causar una gran inconveniencia social. El proceso de toma de decisiones en tales ocasiones debe ser cuidadosamente planeado y estructurado con anticipación de tal manera que las decisiones se puedan tomar muy rápidamente.

6. Alimentos

La protección del suministro de alimentos y de sus ingredientes contra la introducción deliberada de agentes químicos, radioactivos o biológicos es un reto considerable en los países industrializados y, especialmente, en los que reciben una amplia gama de alimentos crudos y procesados de todo el mundo. Antes de la cosecha, es decir, en los ingredientes de los alimentos, en las granjas o en el caso de los productos cárnicos, en los mataderos, existen oportunidades para la contaminación química o microbiológica que resulta en la diseminación de enfermedades de magnitud considerable. La contaminación no intencional de alimentos en mercados al detal y en sitios de preparación de comidas como restaurantes, escuelas, hospitales y otras instituciones, es bastante común y mucho más difícil de prevenir. Las oportunidades para la contaminación después del procesamiento de alimentos empacados en botellas, frascos, paquetes y tarros se ha reducido sustancialmente con el uso ya generalizado de recipientes con sellos de garantía, lo cual surgió en respuesta a los intentos de alteración de los alimentos o los medicamentos con fines de extorsión monetaria a las gran-

des compañías y distribuidores. Aunque no es probable que la contaminación en el nivel de venta minorista origine efectos sanitarios adversos en gran escala, la contaminación coordinada en un número de sitios diferentes podría llevar a una alteración seria. Aunque los recipientes con sellos de garantía no son infalibles, pueden ser costo-efectivos para reducir las oportunidades de contaminación deliberada. Las precauciones necesarias para proteger el suministro de alimentos deben considerar sistemáticamente cada paso del proceso de producción, desde las zonas rurales hasta el distribuidor minorista y el consumidor. Las precauciones requeridas pueden ser considerables en operaciones de procesamiento complejas. En el caso de los vendedores callejeros y los restaurantes, quizás la precaución más apropiada sea promover entre los trabajadores la observación cuidadosa de cualquier comportamiento sospechoso por parte de individuos y cualquier apariencia inusual de los alimentos. Como sucede con la contaminación inadvertida, los individuos que preparan alimentos y los consumidores deben desempeñar su papel en la seguridad de los alimentos.

No se consideran aquí los problemas agrícolas y de producción que no causan enfermedad humana directamente, y que incluyen la pérdida a corto y largo plazo de franjas de tierra o recursos hídricos, las alteraciones económicas de la agricultura, el procesamiento de alimentos u otros sectores económicos (por ejemplo, por la presencia de patógenos no humanos en el ganado, infestaciones de insectos o plagas de las cosechas y la contaminación de las instalaciones de procesamiento de alimentos con agentes difíciles de remover).

Un sistema general de producción de alimentos incluye las siguientes etapas:

- pre-producción;
- producción agrícola y cosecha;
- almacenamiento y transporte de materia prima;
- procesamiento;
- almacenamiento y transporte de productos procesados;
- distribución al por mayor y al detal, y
- servicios de comida y preparación individual en los hogares.

El rango de estos sistemas va desde familias que venden a las comunidades cercanas hasta organizaciones con sistemas globales de producción y distribución. Muchos alimentos, como el pescado, la carne, las aves, las frutas y los vegetales tienen un procesamiento mínimo antes de su consumo. Otros, como la mayoría de los cereales, aceites para cocina y edulcorantes, son procesados antes de llegar al consumidor. Los sistemas de producción de alimentos y las etapas específicas que son vulnerables a los ataques pueden diferir para cada tipo de alimento. Las interfaces entre los componentes del sistema de producción de alimentos — donde el producto cambia de manos — son los puntos más vulnerables. Aunque los planes de seguridad de los alimentos deben incluir medidas diseñadas para garantizar la seguridad física y del personal, pueden requerirse métodos diferentes para decidir si la contaminación es deliberada o inadvertida.

6.1 *Pre-producción agrícola, producción y cosecha*

6.1.1 *Seguridad de los alimentos para animales*

La contaminación de alimentos para animales, que resultó en la diseminación de la encefalopatía espongiiforme bovina (*bovine spongiform encephalopathy*, BSE), y la contaminación del alimento

de las aves de corral con dioxinas demuestran el impacto que la contaminación inadvertida tiene sobre la salud humana, la confianza del consumidor y la economía y dan una indicación del que podría tener la contaminación deliberada. Muchos ingredientes de la comida de los animales son insumos primarios importantes en el mercado internacional que exigen un estricto control de calidad. Las medidas de seguridad, como el control del acceso y los sistemas de sellos de garantía, se deben considerar durante la manufactura, el transporte y el almacenamiento, así como prever mecanismos para retirar dichos elementos del mercado donde sea factible.

6.1.2 *Seguridad de las áreas de producción agrícola*

Las áreas de producción agrícola van desde pequeñas granjas a haciendas comerciales muy grandes y lotes de alimentos. En general, se le ha dado prioridad a la producción y no a la seguridad de los alimentos *per se*. Los programas recientes diseñados para promocionar buenas prácticas agrícolas también incluyen la seguridad de los alimentos. Las áreas de producción agrícola pueden ser vulnerables a la contaminación deliberada con plaguicidas altamente tóxicos y otros productos químicos. El agua de irrigación puede contaminarse fácilmente con agentes químicos y biológicos. En ocasiones, el procesamiento posterior puede proveer puntos de control críticos para detectar y controlar la contaminación inadvertida o deliberada. En el caso de las frutas y los vegetales, que se consumen directamente sin ningún procesamiento, los puntos de control críticos para la detección o remoción de la contaminación son limitados. El gran número de incidentes de contaminación inadvertida con microorganismos patógenos durante el procesamiento de carne, pescados, aves de corral y productos lácteos son indicaciones claras de la vulnerabilidad de estos productos.

Las buenas prácticas agrícolas (incluso la aplicación de sistemas HACCP) implementadas en muchas áreas, conjuntamente con las inspecciones de rutina, pueden reducir en gran parte la probabilidad de contaminación inadvertida o deliberada, la cual debe tenerse en cuenta para el establecimiento y monitorización de los puntos de control críticos. Ciertas prácticas en las cosechas, como el secado al aire libre, ofrecen oportunidades para la contaminación deliberada, por lo que el control del acceso y la vigilancia de las áreas de producción agrícola se deben considerar.

6.2 *Almacenamiento y transporte de materia prima*

Aunque las instalaciones para el almacenamiento de insumos agrícolas primarios van desde instalaciones al aire libre hasta grandes silos, y los medios de transporte van desde cargadores humanos hasta grandes barcos interoceánicos, existen algunas precauciones que son aplicables en general. Las medidas físicas, como cercas y cerraduras, se pueden usar para asegurar y prevenir el acceso no autorizado a las instalaciones de almacenamiento y a los contenedores, y complementarlas con personal de seguridad en el sitio, detectores de intrusos y alarmas silenciosas conectadas con las autoridades competentes. Si los recursos lo permiten, la vigilancia por televisión a control remoto es otro sistema que se puede introducir. Se deben utilizar los cerrojos y los sellos de garantía en los contenedores siempre que sea factible o improvisarlos con materiales como cintas marcadas y parafina, de fácil consecución.

6.3 *Procesamiento*

Para las operaciones de procesamiento, los planes de seguridad alimentaria deben incluir precauciones contra la contaminación deliberada, tales como el sistema HACCP. Los mataderos son par-

ticularmente vulnerables, especialmente cuando no están cubiertos por sistemas HACCP o similares. También es importante el agua que se utiliza en el procesamiento de los alimentos, particularmente el de alimentos con mínimo procesamiento como las frutas y los vegetales, en los cuales el lavado es a menudo la etapa crítica del proceso, por lo que requieren de precauciones similares a las de los sistemas de agua de consumo, incluso el análisis del agua utilizada. Los sistemas de aire en las plantas de procesamiento también pueden ser fuentes de contaminación inadvertida o deliberada. En muchos sistemas de procesamiento de alimentos, la etapa de tratamiento con calor es a menudo un punto de control crítico para los contaminantes microbiológicos. Si se extiende el enfoque HACCP contra la contaminación deliberada, los tratamientos normales de tiempo y temperatura en estos puntos tal vez no sean los adecuados para todos los posibles agentes microbiológicos y tendrían efecto mínimo o nulo en la reducción de la contaminación por productos químicos tóxicos.

6.3.1 Seguridad de las áreas de procesamiento

El acceso a todas las áreas y equipos críticos, inclusive las áreas de almacenamiento y los sistemas de agua y aire, debe ser controlado y monitorizado. También se deben considerar los sistemas cerrados, que a menudo se perciben como menos vulnerables y, por consiguiente, son sujetos a menor vigilancia. No se deben permitir objetos personales, como loncheras, en las áreas críticas.

6.3.2 Análisis de materias primas y de productos procesados

La introducción de materia prima en la cadena de procesamiento es un punto de control crítico en la mayoría de las operaciones de procesamiento. Las fuentes de materia prima sobre cuya seguridad hay certeza se deben utilizar cuando es posible. Puesto que el análisis de todos los agentes probables de amenaza es imposible, se debe hacer énfasis en cualquier trastorno de las características normales. La posibilidad de contaminación deliberada siempre se debe tener en cuenta en el muestreo y análisis de los productos procesados finales e investigar cuidadosamente toda anomalía que pueda indicar contaminación.

6.4 Almacenamiento y transporte de productos procesados

Las medidas físicas, como cercas y cerraduras, se deben utilizar para asegurar y prevenir el acceso no autorizado a las instalaciones de almacenamiento y a los contenedores para transporte, complementándolas con personal de seguridad en el sitio, detectores de intrusos y alarmas silenciosas conectadas con las autoridades competentes. La vigilancia con televisión por control remoto es otro sistema que se puede introducir. Se deben considerar los empaques con sellos de garantía para los lotes más grandes, así como para los paquetes individuales. Todos los productos devueltos se deben examinar cuidadosamente antes de enviarlos nuevamente.

6.5 Distribución al por mayor y al detal

Los establecimientos de venta al por mayor y los mercados de venta al detal se cuentan entre los puntos más vulnerables del sistema de suministro de alimentos.

Aunque la utilidad de los paquetes con sellos de garantía en la reducción de posible contaminación deliberada está demostrada, siguen siendo vulnerables a la acción de individuos que saben

como penetrar tales medidas de protección. En estos casos, puede ser necesario el acceso controlado y el incremento de la vigilancia, que incluye cámaras de seguridad y otros tipos de vigilancia. La prohibición de entrada de paquetes a los mercados al detal puede reducir la posibilidad de que se coloquen en los estantes productos contaminados. En muchos mercados, los bultos de alimentos son particularmente vulnerables a la contaminación deliberada por lo que se pueden requerir contenedores más seguros y el uso de materiales pre-empacados. Los gerentes de ventas al por mayor y al detal deben utilizar proveedores confiables. La sustitución de productos de un mayor valor percibido por productos falsificados sucede en la mayor parte del mundo, lo que ha permitido la distribución de productos con etiquetas falsas e ingredientes de baja calidad que algunas veces han estado contaminados. Esta misma tendencia podría aprovecharse para distribuir productos deliberadamente contaminados. Los consumidores deben sospechar de los alimentos que se vendan en circunstancias inusuales, por ejemplo, a un precio mucho menor del normal o por fuera de los sistemas de distribución normales.

6.6 *Servicios de comida y preparación de alimentos en el hogar*

6.6.1 *Seguridad en las operaciones de servicios de comida*

Los servicios de comida ya han sido blanco de ataques criminales (6). Los condimentos en recipientes abiertos en restaurantes e instituciones son vulnerables a la contaminación deliberada. Un incremento en la vigilancia de las barras de ensalada y en otros servicios comunitarios de comida puede ser aconsejable para detener la contaminación deliberada. Las máquinas dispensadoras pueden constituir blancos de oportunidad puesto que a menudo no tienen ninguna supervisión; por eso se debe aumentar la vigilancia y usar mecanismos de seguridad adicionales para evitar su alteración.

6.6.2 *Seguridad general de los alimentos para su preparación en los hogares*

Los programas de educación al consumidor deben incluir información sobre la contaminación deliberada. Como sucede con la contaminación inadvertida, se debe hacer énfasis en el lavado y la cocción adecuada de los alimentos antes de su consumo. Se le debe prestar atención cuidadosa a los sellos de garantía, de manera que los productos en los cuales la integridad del sello o del empaque está en duda o que no cumplen con las expectativas usuales de calidad, es decir, que tengan una apariencia, olor o sabor anormales no se deben adquirir ni consumir. Si se sospecha alguna alteración, se debe informar al vendedor o al distribuidor y a las autoridades competentes de salud pública y de policía.

7. Otros productos

Una gran variedad de productos manufacturados se usan en la vida cotidiana, algunos de los cuales entran en contacto con el cuerpo humano y podrían, por tanto, ser aprovechados para dispersar agentes químicos o biológicos. Entre estos productos de consumo son de especial cuidado los cosméticos, como champús y lociones, y los medicamentos. En una economía de mercado bien desarrollada, donde muchos productos compiten, es poco probable que la contaminación deliberada de un único producto origine un brote infeccioso extendido. En forma similar, es poco probable que un terrorista tenga los recursos para contaminar simultáneamente todas las marcas de un producto en particular. Sin embargo, la pérdida de confianza del público en la seguridad de su entorno

podría exceder en mucho la justificable por el impacto real del incidente. El impacto económico en la compañía y en el país que elabora el producto puede tener repercusiones que afectan la salud de las personas. Mucho de lo que se ha dicho sobre la producción de alimentos también se aplica a otros productos de consumo. Para reducir la probabilidad de contaminación deliberada, se deben considerar medidas como la selección cuidadosa de los empleados, la confirmación de la identidad y la seguridad de la materia prima, el control durante el proceso de manufactura, el uso de empaques con sellos de garantía y la seguridad durante el transporte y almacenamiento, así como en los sitios de venta al detal.

En la mayoría de países, la manufactura y la distribución de medicamentos tienen un estricto control de calidad, que incluye la aprobación de todos los involucrados en su prescripción y expendio directo. Sin embargo, estos procesos se deben revisar desde la perspectiva de la contaminación deliberada. Los métodos analíticos utilizados en control de calidad no siempre detectan ciertos contaminantes químicos y toxinas. Los sistemas de seguridad durante el almacenamiento y el transporte también se deben revisar para ubicar puntos vulnerables a las alteraciones y a la sustitución de productos. La falsificación internacional de ciertas drogas demuestra la necesidad de tales precauciones. Como sucede en los mercados de alimentos al detal, la requisa de todos los paquetes que entran a un establecimiento puede reducir la posibilidad de que se coloquen en las estanterías productos deliberadamente contaminados. La internacionalización creciente de los mercados y, especialmente, la disponibilidad de muchos productos vía Internet y órdenes por correo, ha incrementado la vulnerabilidad de los medicamentos a la contaminación deliberada. Además, la inactivación deliberada de ciertos medicamentos y productos biológicos por tratamiento con calor podría comprometer su eficacia.

Las medicinas tradicionales a menudo no se someten a los mismos estándares de control que los productos farmacéuticos. Ha habido informes recientes de la sustitución inadvertida de la supuesta planta medicinal en algunas de estas preparaciones por materiales vegetales tóxicos (7). Esta es una clara evidencia de la vulnerabilidad de este mercado a la contaminación deliberada. Como mínimo, con los medicamentos tradicionales se deben tomar las mismas precauciones que se aplican en la producción de alimentos y que incluyen la selección cuidadosa de los empleados, la confirmación de la identidad y seguridad de la materia prima, la seguridad de todo el proceso de manufactura, el uso de empaques con sellos de garantía y la vigilancia durante su almacenamiento y transporte y en los establecimientos de venta al detal. En caso necesario, la incautación las materias primas es esencial, pero puede ser difícil, ya que varias se cosechan en lugares silvestres y se venden a distribuidores que generalmente mezclan los lotes individuales.

8. Conclusiones

La posibilidad de que los terroristas puedan contaminar deliberadamente los suministros de agua, alimentos y otros productos de consumo se debe tomar en serio. La reducción del riesgo de sabotaje requiere un grado sin precedentes de cooperación entre las agencias gubernamentales de salud pública y de policía, los servicios públicos, las organizaciones comerciales y otras del sector privado y el público. La OMS ha desarrollado guías de apoyo a los Estados Miembro para prevenir las amenazas terroristas a los alimentos (8). Las autoridades de salud pública deben no sólo liderar la vigilancia de enfermedades y la respuesta a los incidentes, sino también apoyar decididamente la planificación y las medidas preventivas.

A menudo existen dificultades legales y de seguridad para compartir información de inteligencia, en especial acerca de amenazas inespecíficas. Puesto que la apertura de información sobre los sistemas y la vulnerabilidad a amenazas puede incrementar el peligro de sabotaje, las empresas de tratamiento de agua y los organismos comerciales y otras entidades del sector privado deben compartir la información necesaria para garantizar la seguridad, buscando y ubicando los mecanismos para mejorar la monitorización y la vigilancia.

La difusión de las amenazas puede ser tan eficaz como un ataque real en la destrucción de la confianza pública. Además de la posibilidad de generar pánico, tal publicidad a menudo incentiva bromas y acciones de réplica que pueden saturar los sistemas de respuesta a emergencias. Los gobiernos locales y nacionales deben considerar sus responsabilidades y su capacidad para manejar estas situaciones y, en estrecha colaboración con las empresas comerciales, de servicio y otras del sector privado, diseñar planes de acción apropiados y llevar a cabo entrenamiento que incluyan estrategias de comunicación adecuadas para manejar el temor y evitar los rumores infundados.

La eliminación total del riesgo de contaminación inadvertida o deliberada es imposible. La meta debe ser reducirlo al máximo y responder rápidamente cuando la contaminación y la alteración se presenten de hecho. Los sistemas de garantía de la seguridad deben incorporar los mecanismos apropiados para detener la contaminación deliberada. Los recursos destinados a la prevención de amenazas y accidentes deben corresponder a la magnitud del riesgo. Los consumidores tienen un papel importante que desempeñar en la prevención de la exposición y deben estar más concientes del riesgo. Las amenazas y las acciones sospechosas se deben reportar a las autoridades competentes. La educación de los consumidores, por tanto, debe incluirse en los planes, de manera que estén alertas ante la posibilidad de la contaminación deliberada y sepan responder apropiadamente. Sin embargo, estos esfuerzos de prevención deben complementar, no reemplazar, otras actividades.

Referencias

1. Khan AS, Swerdlow DL, Juranek DD. Precautions against biological and chemical terrorism directed at food and water supplies. *Public Health Reports*, 2001, 116:3–14.
2. HACCP: Introducing the Hazard Analysis and Critical Control Point System. Geneva, World Health Organization, 1997 (document WHO/FOS/97.2; disponible en http://whqlibdoc.who.int/hq/1997/WHO_FSF_FOS_97.2.pdf).
3. Van Larebeke N et al. The Belgian PCB and dioxin incident of January–June 1999: exposure data and potential impact on health. *Environmental Health Perspectives*, 2001, 109:265–273.
4. MacKenzie WR. A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. *New England Journal of Medicine*, 1994, 331:161–167.
5. Mermine JH et al. A massive epidemic of multidrug-resistant typhoid fever in Tajikistan associated with consumption of municipal water. *Journal of Infectious Disease*, 1999, 179:1416–1422.

6. Torok TJ et al. A large community outbreak of salmonellosis caused by intentional contamination of restaurant salad bars. *Journal of the American Medical Association*, 1997, 278:389–395.
7. Slifman NR et al. Contamination of botanical dietary supplements by *Digitalis lanata*. *New England Journal of Medicine* 1998;139:806–811.
8. Terrorist threats to food: guidance for establishing or strengthening prevention and response systems. Geneva, World Health Organization, 2002 (document WHO/SDE/PHE/FOS; disponible en <http://who.int/fsf>).