

Orbelín Soberanis Ramos*,
Celso Ramos García**

Bioterrorism and public health

El bioterrorismo desde el punto de vista de la salud pública

Fecha de aceptación: octubre 2008

Resumen

El bioterrorismo es el uso ilegítimo (o amenaza de uso) de microorganismos o toxinas obtenidas de organismos vivos para provocar enfermedades o muerte en seres humanos, animales o plantas con el objetivo de intimidar a gobiernos o sociedades para alcanzar objetivos ideológicos, religiosos o políticos. Los agentes biológicos son mucho más letales que los químicos porque suelen ser más difíciles de diagnosticar y los cuadros clínicos son similares a otras enfermedades; además, se caracterizan por ser económicos y fáciles de adquirir, cultivar, almacenar y transportar.

Los agentes biológicos propios del bioterrorismo son pocos. Se clasifican (clases A, B y C) según su morbilidad, mortalidad, capacidad de infectar, existencia de vacuna, disponibilidad, potencial de producción, estabilidad en el medio ambiente, capacidad de diagnóstico, etcétera.

Por ello, es indispensable que los profesionales de la salud y las autoridades tengan información sobre la epidemiología, diagnóstico, tratamiento, prevención y control de estos agentes con el fin de elaborar programas emergentes para atender una contingencia de este tipo.

Palabras claves: *bioterrorismo, salud pública, ántrax, botulismo*

Abstract

Bioterrorism is the illegitimate use (or threat of use) of microorganisms or toxins derived from living organisms, to cause illness or death to humans, animals or plants, aiming to intimidate governments or societies to achieve ideological, religious or political goals. Being biological agents far more lethal than chemicals, as they are often more difficult to diagnose, and the clinical outsets similar to other diseases, they are also characterized by their lower cost, easy to acquire, culture, storing, and transporting.

There are few biological agents used in bioterrorism, they have been classified (class A, B and C) depending on their morbidity, mortality, ability to infect, existence of vaccine, availability, production potential, stability in the environment, ability to be diagnosed, and so on.

It is essential that health professionals and authorities have information about the epidemiology, diagnosis, treatment, prevention and control of these agents in order to develop emerging programs that meet the needs for this type of contingencies.

Keywords: *bioterrorism, public health, anthrax, botulism*

Introducción

En la historia de la humanidad se han descrito múltiples sucesos sobre el uso de agentes biológicos

para agredir, incapacitar o matar al adversario.¹ Sin embargo, es en siglos recientes que se utilizan de

*Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, Distrito Federal, México

**Departamento de Arbovirus, Centro de Investigaciones sobre Enfermedades Infecciosas, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.

manera ilegítima (o se amenaza con usar), microorganismos o toxinas obtenidas de organismos vivos para provocar enfermedades o muerte en seres humanos, animales o plantas con el objetivo de intimidar a los gobiernos o sociedades para alcanzar objetivos ideológicos, religiosos o políticos. A este acto se le conoce como bioterrorismo.^{1,2}

La medicina, pero sobre todo la salud pública, se enfrentan a un nuevo escenario por la amenaza inminente del uso de agentes biológicos con propósitos criminales y cuyo potencial destructivo es extremadamente elevado.^{3,4}

Los agentes biológicos son mucho más letales que los químicos porque suelen ser difíciles de diagnosticar, pues no se presentan de manera natural, tienen cuadros clínicos similares a los causados por otras enfermedades y requieren un periodo de incubación (que puede ser de 24 horas a seis semanas) para que causen efecto. De ahí la importancia de que los profesionales de la salud y las autoridades conozcan el peligro que representa el bioterrorismo, con la finalidad de minimizar sus efectos.⁵

Las armas biológicas, en comparación con las químicas, son las que han cobrado mayor importancia, pues se caracterizan por ser económicas y fáciles de adquirir. Estos agentes pueden extraerse en ocasiones de la tierra o de los animales domésticos e incluso adquirirse en el comercio. Son fáciles de cultivar, almacenar y transportar, aunque no actúan repentinamente como otras armas de destrucción. Causan un impacto inmediato menor, son imprevisibles, difíciles de detectar y sus efectos contaminantes son muy duraderos.^{2,5}

Los agentes que pueden utilizarse con fines de bioterrorismo en realidad son pocos. Sin embargo, si estos agentes se diseminan de forma adecuada pueden causar importantes problemas a la salud pública en una ciudad, región o país, tanto en términos de magnitud (número de enfermos) como de trascendencia (número de muertos), lo que fácilmente puede rebasar la capacidad de atención de los servicios de salud.⁵

En el cuadro 1 se describen las principales características de los agentes infecciosos para ser considerados potencialmente como armas biológicas.⁴

Cuadro 1
Características de los agentes infecciosos, considerados como armas biológicas

1. Causan elevada morbilidad y mortalidad
2. Se transmiten de persona a persona
3. Tienen una baja dosis infectante media
4. Son muy infectantes al diseminarse como aerosol y, por tanto, tienen la capacidad de causar grandes brotes
5. No existe una vacuna contra el agente o, en caso de que la haya, su disponibilidad es limitada.
6. Está disponible el agente en cuestión
7. Existe el potencial para su producción en gran escala
8. Se trata de un agente estable en el medio ambiente

Cuadro 2
Clasificación de los agentes para bioterrorismo

Clase A. Causan elevada morbilidad y mortalidad; se transmiten de persona a persona; baja dosis infectante media; muy infectantes al diseminarse como aerosol y, por tanto, tienen la capacidad de causar grandes brotes; no existe una vacuna contra el agente o, en caso de existir, su disponibilidad es limitada; potencial para producirse en gran escala; son agentes estables en el medio ambiente; ocasionan pánico en la sociedad y generan disturbios sociales.
Clase B. Tienen moderada morbilidad y baja mortalidad; diseminación y transmisión moderadamente fácil; requieren una capacidad diagnóstica específica.
Clase C. Su principal característica es la manipulación genética; se consiguen fácilmente; su producción y dispersión son relativamente sencillas; tienen el potencial de provocar elevadas tasas de morbilidad y mortalidad, con un impacto considerable en la salud pública.

El Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos divide a los agentes que pueden causar bioterrorismo en tres categorías, según la facilidad con que se propagan, la gravedad de la enfermedad que causan y su letalidad (cuadro 2).^{6,7}

Los agentes de la categoría A se consideran de mayor riesgo y son los siguientes:

- a. **Ántrax (Carbunco bacteridiano).** Enfermedad producida por *Bacillus anthracis*, bacilo Gram positivo esporulado, causante de infección en herbívoros y que accidentalmente produce enfermedad en el ser humano. El microorganismo puede permanecer en la naturaleza en forma de esporas muy resistentes por largos periodos. Debido a sus características, alta potencia, disponibilidad y relativamente fácil contaminación, sirve como arma biológica. Una millonésima de un gramo es la dosis letal. Un kilogramo, según las condiciones del ambiente, tiene el potencial de matar a cientos de miles de personas en un área urbana. En casos naturales, más de 95% de los casos es cutáneo y 5% respiratorio. El periodo de incubación va de uno a 60 días. La forma respiratoria es secundaria a la germinación de la spora al ser transportada por macrófagos a los ganglios hiliares y mediastínicos, donde producen hemorragia e inflamación importantes; ésta se extiende hacia la pleura para producir derrame. Los síntomas se inician con manifestaciones generales que duran de uno a tres días y se caracterizan por malestar general, fiebre moderada, tos seca y en ocasiones sensación de opresión subesternal, seguidas de una fase de inicio súbito y acompañada de choque séptico en uno a dos días. Los síntomas predominantes en esta fase son disnea en reposo, estridor, tos seca, taquicardia, fiebre elevada, sudoración profusa, en ocasiones acompañada de sangrado del tubo digestivo. Más o menos 20% del ántrax cutáneo puede ser mortal, mientras que la forma respiratoria casi siempre lo es.^{3,6,8}
- b. **Botulismo.** Resulta de la intoxicación por las neurotoxinas producidas por *Clostridium botulinum*. Se han descrito siete toxinas basadas en diferencias antigénicas. Los serotipos A, B, E y F producen enfermedad en el ser humano, mientras que C y D casi exclusivamente la producen en animales. Es un microorganismo anaerobio que produce esporas altamente

resistentes al calor y a la desecación; la ebullición estimula su crecimiento, por lo que su destrucción requiere altas temperaturas a presión. La forma de infección es gastrointestinal, donde la toxina se absorbe en duodeno y yeyuno, desde donde pasa a la sangre y alcanza los nervios periféricos en la unión neuromuscular; allí impide la liberación de acetilcolina. También produce toxicidad al ser inhalada. El inicio de la sintomatología varía con la cantidad de toxina ingerida, pero se inicia entre las primeras 24 a 36 horas, o hasta varios días después de la exposición. Los síntomas incluyen parálisis craneal (bilateral) acompañada de midriasis, diplopia, ptosis, fotofobia, disartria, disfonía y disfagia. Posteriormente se presenta parálisis simétrica descendente, que puede culminar en falla respiratoria. La progresión desde el inicio de los síntomas hasta la falla respiratoria suele durar 24 horas. El diagnóstico debe sospecharse cuando además el paciente no tenga fiebre, las manifestaciones neurológicas sean simétricas, el paciente permanezca consciente, el ritmo cardíaco sea normal (a menos que haya hipotensión) y no se presente déficit sensorial. El tratamiento de apoyo es fundamental; además de la administración de antitoxina (trivalente: A, B y E), un vial en forma intravenosa y uno intramuscular, no son necesarias dosis subsiguientes.^{3,6,9}

En México se han registrado brotes de botulismo siempre de manera local y accidental, los cuales abarcan a un número pequeño de personas.⁵

- c. **Peste bubónica.** Se produce por *Yersinia pestis*, bacilo Gram negativo. Se trata de una enfermedad que afecta a los animales y se transmite de los reservorios naturales, sobre todo roedores, mediante pulgas o ingestión de tejidos animales contaminados. Los seres humanos se infectan por la exposición a la pulga; con menos frecuencia, la infección se transmite de persona a persona en forma neumónica a través de gotitas de Flügge. La transmisión ocurre también durante el manejo de tejidos o líquidos contaminados con el microorganismo. La forma clásica, o bubónica, ocurre después de un periodo de incubación de dos a ocho días después de la infección, y se caracteriza por el inicio súbito de fiebre, escalofríos, debilidad y cefalea; el paciente nota el crecimiento de un ganglio muy doloroso, generalmente en axila, ingle o cuello; el tamaño de estos ganglios es de 1 a 10 cm.

Los pacientes desarrollan sepsis grave, y 25% de ellos desarrolla lesiones en la piel que consisten en vesículas, pústulas o pápulas cerca del ganglio o bubón. La forma neumónica es la presentación más probable en caso de un ataque bioterrorista; se produce por la aspiración de gotitas de Flügge o por invasión hematológica secundaria de los pulmones. Es muy contagiosa y tiene una elevada mortalidad. Después de un periodo de incubación de dos a tres días se produce una neumonía que produce lesiones confluentes y en ocasiones cavitadas; se acompaña de tos productiva, en ocasiones hemoptisis, cuyo esputo contiene los bacilos. Esta forma es casi siempre fatal a menos que se inicie tratamiento dentro de las 24 horas tras presentarse los síntomas. El paciente fallece de insuficiencia respiratoria aguda o choque. Todos los pacientes deben aislarse, y aquellos con tos, deben permanecer en aislamiento respiratorio.^{3,6,10}

- d. **Tularemia.** Es una enfermedad producida por un cocobacilo Gram negativo llamado *Francisella tularensis*, que produce infección sobre todo en animales. Existen reportes del potencial de este microorganismo en una guerra biológica debido a que la tasa de ataque después de una exposición masiva aérea es de 82.5%, y la mortalidad de 6.2%. Es una enfermedad predominante en el Hemisferio Norte que afecta a conejos, ardillas y roedores. La transmisión al ser humano ocurre por lo general por mordeduras de artrópodos y pulgas o por el contacto o ingestión de productos contaminados. Aunque es posible la transmisión por aerosoles, no se ha reportado transmisión de persona a persona. Las manifestaciones dependen de la virulencia del microorganismo, de la puerta de entrada y del estado inmunológico del paciente. Las variedades sintomáticas son ulceroglandular, glandular, oculoglandular, faríngea, tifoídica y neumónica, aunque las manifestaciones con mucha frecuencia son de más de un tipo. Los síntomas se inician de tres a cinco días después de la exposición. Inicia con cefalea, fiebre, escalofríos, mal estado general y disminución del apetito. Pueden aparecer además tos, dolor en tórax, vómitos, disfagia, dolor abdominal y diarrea. Sin tratamiento, la fiebre dura hasta 32 días. Es posible que la forma neumónica sea la más común en caso de una exposición por bioterrorismo, pues se produce por la inhalación del organismo, si bien también puede ocurrir por la disemina-

ción hematológica al pulmón. Se caracteriza por síntomas respiratorios progresivos que llegan hasta el síndrome de insuficiencia respiratoria progresiva del adulto. El esputo no sugiere el diagnóstico; puede acompañarse de derrame pleural. El diagnóstico debe sospecharse ante una neumonía atípica de la comunidad que no responda a tratamiento. Los pacientes hospitalizados no requieren más que precauciones normales, pues no existe transmisión de persona a persona. Se recomienda manejar con precaución los drenajes de heridas o exudados oculares.^{3,6,11}

- e. **Viruela.** El virus de la viruela pertenece a la familia de *Poxvirus*. Esta enfermedad ya no existe en el mundo, pues el último caso ocurrió en Somalia en 1977; en México, en 1951. El hecho de que sea muy infectante por aerosoles y un virus relativamente estable lo hace un buen candidato como arma biológica. De todos los agentes infecciosos potenciales, el virus de la viruela es el más temible, pues su eficacia para transmitirse provocaría una diseminación mundial en pocas semanas. Los síntomas se inician después de un periodo de incubación de 12 días con manifestaciones prodrómicas (dos a cuatro días) caracterizadas por malestar general; después aparece el exantema, caracterizado por máculas y pápulas, que progresa uniformemente a vesículas, pústulas y costras; las lesiones son más abundantes en la cara y en las extremidades. Una característica importante es que el exantema es centrífugo y sincrónico. En la forma fulminante, la muerte puede ocurrir antes de que aparezca el exantema. El contagio requiere de contacto cercano, aunque puede ocurrir por vía aérea. El paciente es un portador desde el tercer al sexto día de inicio de la fiebre hasta que desaparecen las costras. La mortalidad es de 20% a 50%. Los pacientes se deben mantener en aislamiento de contacto hasta que desaparezcan las costras. Se requiere estricta cuarentena, con aislamiento respiratorio durante 17 días, para todas las personas en contacto directo con el caso índice.^{3,6,12}
- e. **Fiebres hemorrágicas virales.** Son producidas por un diverso grupo de virus de ARN que pertenecen a distintas familias. En general, comparten algunas características clínicas inespecíficas que impiden reconocerlas hasta que surge la hemorragia, fiebre, leucopenia,

exantema, alteraciones del estado mental y diátesis hemorrágica. Requieren reservorios animales, ya sea roedores o artrópodos, para reproducirse, por lo que no serían la primera elección para un ataque bioterrorista. Los principales agentes etiológicos de las fiebres hemorrágicas pueden llegar a utilizarse con fines bioterroristas.^{3,6,13}

- f. **Virus Ébola.** Pertenece a la familia *Filoviridae*. El virus Ébola es muy virulento y produce una enfermedad grave de rápida evolución, con alta mortalidad. Hace poco se aisló el virus a partir de los macacos y se cree que son el reservorio natural. Se desconoce el mecanismo de transmisión, pero una vez establecida la infección, se presentan casos en la población, sobre todo en personas que mantienen contacto íntimo con los enfermos y en los trabajadores de la salud. El periodo de incubación va de cinco a diez días, después de lo cual los pacientes presentan un inicio súbito de fiebre, cefalea frontal severa, anorexia, malestar y mialgias. Dos a tres días más adelante se presenta un deterioro clínico manifestado por faringitis, conjuntivitis, náusea, vómito, dolor abdominal y diarrea líquida. Cinco días después se presenta un exantema máculopapular en tronco y posteriormente aparecen petequias, equimosis, hemorragia subconjuntival, epistaxis, hemoptisis, hematemesis y melena. Suele presentarse choque hipovolémico que progresa hasta la muerte. No hay tratamiento eficaz, pero se ha observado que el plasma que contiene anticuerpos contra el virus ofrece esperanzas. Se requiere aislamiento de contacto en casos sospechosos o confirmados.^{3,6,13}
- g. **Fiebre Lassa.** Es una enfermedad muy contagiosa y virulenta. Como la mayoría de las fiebres hemorrágicas, los roedores son muy importantes para su diseminación. La rata *Mastomys natalensis* es el reservorio. El humano contrae la enfermedad al ingerir alimentos con orina contaminada de la rata. El periodo de incubación va de siete a 18 días. El inicio suele ser insidioso con fiebre, escalofríos, cefalea y mialgias; después aparecen anorexia, náusea, vómitos, mialgias, dolor torácico y tos seca. En la exploración suele observarse rubefacción facial en la región del cuello y faringitis muy dolorosa, con placas blanquecinas confluentes. Las manifestaciones hemorrágicas no son tan

pronunciadas como en otras enfermedades de este grupo, pues pueden limitarse a epistaxis e inyección conjuntival. La administración de plasma inmune de pacientes convalecientes produce mejoría, así como la ribavirina administrada dentro de los primeros siete días de iniciado el cuadro clínico.^{3,6,13}

Los agentes de la categoría B se consideran de diseminación y transmisión moderada, moderada morbilidad y baja mortalidad. Entre éstos destacan los siguientes:

- a. **Fiebre Q.** Es una enfermedad zoonótica de distribución mundial consecuencia de la exposición al ganado. El microorganismo causal es la *Coxiella burnetti*, parásito intracelular obligado, de baja virulencia pero muy infectante, productor de esporas que puede causar infección después de una exposición indirecta con animales infectados. Actualmente la fiebre Q se reconoce como agente potencial para bioterrorismo porque comparte algunas características con el c. En un gran porcentaje de las personas infectadas la enfermedad es asintomática. El inicio de la sintomatología suele ser insidioso con fiebre, escalofríos, cefalea, diaforesis, malestar, fatiga y anorexia. Con frecuencia hay mialgias. Se presentan erupciones cutáneas pero no se ha descrito un exantema particular. Se produce fiebre fluctuante en 25% de los casos, con picos de 39.4 °C a 40.6 °C. Los estertores son un hallazgo común, al igual que derrame pleural y consolidación.^{3,7,14}
- b. **Brucelosis.** Se produce por cocobacilos Gram negativos aerobios no toxigénicos y no formadores de esporas. Existen seis especies de brucela, cada una de las cuales infecta a diferentes huéspedes animales, en los que suele provocar aborto e infertilidad. Sólo cuatro especies son patógenas para el ser humano: *Brucella melitensis*, *Brucella suis*, *Brucella abortus* y *Brucella canis*. El ser humano se infecta por contacto con tejidos de animales infectados o ingestión de productos animales contaminados. No se produce transmisión de persona a persona, pero es muy infectante en aerosol; en Estados Unidos se procesó *B. suis* como arma biológica en las décadas de 1940 y 1950 en forma de aerosol seco. Es un parásito de neutrófilos, intracelular y se localiza dentro de órganos (pulmón, bazo, hígado, sistema nervioso central, médula ósea y membranas

sinoviales). Los síntomas son similares en pacientes con infección oral, por aerosol o percutánea. Por lo general hay fiebre, escalofríos y malestar. Las manifestaciones respiratorias se presentan en 20% de los pacientes, y se manifiestan por tos seca y dolor pleurítico. Sacroileitis y osteomielitis vertebral son las manifestaciones osteoarticulares más comunes. La endocarditis y afección del SNC son raras pero constituyen las principales causas de mortalidad. Aun sin antibióticos, la mayoría de los pacientes se recupera en un año, pero son comunes las recaídas. Se diagnostica con pruebas de aglutinación; también los cultivos de sangre, médula ósea y sitios focales de infección pueden resultar positivos.^{3,7,15}

- c. **Encefalitis virales.** Los virus de la encefalitis venezolana y encefalitis equina del este y del oeste son alfavirus de la familia *Togaviridae*. Poseen varias características que los hacen aptos como armas biológicas. Aunque se transmiten por vectores como mosquitos, son muy infectantes en forma de aerosol. No se requieren sistemas sofisticados ni altos costos para producirlos en grandes cantidades. También pueden someterse a manipulación genética mediante modernas técnicas de ADN recombinante para producir vacunas muy seguras y eficaces. El virus de la encefalitis venezolana tiene 11 subtipos; IA, IB y IC son epizooticos y afectan sobre todo a los caballos; también son patogénicos para el ser humano. Hay cepas enzooticas con ciclos de transmisión que involucran a roedores y mosquitos del género *Melanoconion*. Tienen una distribución endémica, por lo que un brote de esta enfermedad fuera de sus áreas endémicas, o en zonas donde no exista el vector o no exista enfermedad en equinos, debe ser sospechoso de una introducción externa del virus. Los alfavirus suelen manifestarse al principio como un síndrome viral que consiste en fiebre, cefalea y mialgias, con progresión al deterioro neurológico. Varían ampliamente en las secuelas neurológicas que llegan a producir. En general, el síndrome encefálico se manifiesta con cefalea, fiebre, confusión, obnubilación, disfasia, convulsiones, paresia, ataxia, mioclonía y parálisis de nervios craneales. La infección por encefalitis equina venezolana siempre es sintomática en el ser humano. Los pacientes desarrollan fiebre alta (38°C a 40.5°C), escalofríos, cefalea y malestar. También son comunes la odinofagia, la foto-

fobia, las mialgias y los vómitos. Sólo un pequeño porcentaje desarrolla manifestaciones neurológicas (0.5% a 4%). Las presentaciones de la encefalitis equina del este y del oeste son muy parecidas. En adultos se manifiesta un pródromo febril de alrededor de 11 días antes de las manifestaciones neurológicas. Los síntomas inician con malestar, cefalea, fiebre, náusea y vómito. Después aparecen somnolencia o *delirium*, que pueden progresar hasta el coma. La encefalitis equina del este es la más grave, con altas tasas de mortalidad y secuelas neurológicas. La tasa de mortalidad se estima de 50% a 75%. Treinta por ciento de los pacientes queda con secuelas neurológicas, como convulsiones, parálisis espástica y neuropatías craneales. El diagnóstico específico requiere aislamiento del virus y pruebas serológicas; la detección de anticuerpos por ELISA es posible desde la segunda semana de inicio de la sintomatología. No hay tratamiento específico y sólo se manejan síntomas como convulsiones y fiebre.^{3,7,16}

- d. **Estafilococo enterotoxina B.** El estafilococo aureus origina exotoxinas, entre las cuales se encuentra la enterotoxina B (SEB), que provoca intoxicación al ingerir alimentos mal preparados. La SEB tiene un amplio espectro de actividad biológica, y al inhalarse produce un cuadro diferente al que presenta cuando se ingiere. Este tipo de toxina se considera un arma incapacitante, es decir, que no causa la muerte pero sí incapacita a los afectados para realizar sus labores cotidianas. Cuando se utiliza como arma biológica llega a afectar hasta 80% de las personas que entran en contacto con ella.

La característica principal de la categoría C es la diseminación entre la población. Los padecimientos son los siguientes:⁷

- a. **Hantavirus.** Son virus de ARN y abarcan un gran número de miembros, algunos de los cuales pueden producir fiebre hemorrágica con síndrome renal. El virus se encuentra en títulos altos en las excretas de roedores, por lo que la enfermedad se adquiere por la inhalación de excretas de roedor con partículas virales. En general tiene un periodo de incubación de dos a tres semanas, posterior al cual hay un inicio abrupto de fiebre, asociado a malestar general, cefalea, dolor lumbar, dolor abdominal, náusea y vómito. Es común que se

presente hemorragia o inyección conjuntival con petequias en la conjuntiva tarsal y en el paladar. Durante esta fase es característico un exantema que desaparece con la digitopresión en cara, cuello y tórax. Esta fase febril suele durar de tres a siete días, después de la cual puede presentarse hipotensión y choque debido a manifestaciones hemorrágicas. Alrededor de 20% de los pacientes desarrolla enfermedad grave y de 5% a 10% presenta choque e insuficiencia renal. El tratamiento se limita a medidas de sostén; tienen la limitante de que se reproducen de manera deficiente en cultivos celulares, por lo que sería difícil utilizarlos como armas biológicas.^{3,7,17}

- b. **Fiebre amarilla.** Se produce por el virus de la fiebre amarilla, un arbovirus del grupo B. Es endémica de África y Sudamérica, se transmite de persona a persona y por mosquitos, entre ellos el *Aedes*. El virus requiere replicarse antes dentro del mosquito. El periodo de incubación es de tres a seis días, y las manifestaciones clínicas inician con malestar, cefalea, dolor retroorbitario, náusea, vómito, fotofobia y bradicardia. Alrededor de 15% de los pacientes desarrolla enfermedad grave, con hipotensión, ictericia y delirio, puede progresar al coma y hemorragia gastrointestinal, nasal y oral. El tratamiento se limita a medidas de sostén, pues no hay terapia antiviral específica. A pesar de ser muy infectante por aerosoles, el amplio uso y disponibilidad de una vacuna muy eficaz limita su uso como arma.^{3,7,18}

Toxinas biológicas

Ricino. Es una potente citotoxina derivada de la planta *Ricinus communis*. Cuando se inhalan partículas en aerosol, se provocan, en ocho horas, cambios patológicos que causan una grave falla respiratoria en un lapso de 36 a 72 horas. Cuando se ingiere, produce severos daños gastrointestinales, seguidos de colapso vascular y muerte.^{5,7}

Micotoxina trichothene (T-2). Es un grupo de 40 compuestos producidos por el hongo del género; son las únicas toxinas activas en la piel. Su uso como arma biológica lo refieren militares rusos poco después de la segunda Guerra Mundial, cuando, por accidente, un grupo de civiles consumió pan elaborado con harina contaminada con *Fusarium* y algunos desarrollaron una enfermedad letal conocida como aleukia tóxica

alimentaria (ATA). Se ha discutido que la micotoxina se liberó desde los aviones en la llamada «lluvia amarilla» en Laos, Camboya y Afganistán.^{5,7}

Efecto en la salud de las personas y de la comunidad

El impacto directo se manifiesta en los servicios de salud por la demanda excesiva de atención y la disponibilidad de antidotos, antibióticos y vacunas en cantidades suficientes para cubrir las necesidades inmediatas. Asimismo, se debe contemplar el daño a la economía: por ejemplo, se sabe que a raíz del atentado del 11 de septiembre de 2001 en los Estados Unidos, se cancelaron miles de reservaciones aéreas turísticas por el temor a viajar en avión.⁵

Elementos básicos de las armas biológicas

Además de requerir conocimientos de microbiología y acceso a un laboratorio de buena calidad con medios de protección, son importantes, para el uso de armas biológicas, los siguientes elementos: **1)** una carga explosiva, el agente biológico; **2)** una munición o recipiente que la lleve intacta y virulenta hasta su entrega; **3)** un sistema de entrega o misil (proyectil, avión, envoltura o cualquier otro medio para hacer llegar la carga); y **4)** un mecanismo de dispersión, es decir, algo que contenga fuerza explosiva o algún mecanismo o dispositivo de aspersión.⁵

También se sabe que no se requiere una superficie mayor de 16 metros cuadrados, y que su costo es 10,000 veces menor al de las armas convencionales.⁵

Así, por su eficiencia, eficacia y efectividad son una opción atractiva para mentes perversas y deseosas de aterrorizar a la población. La única forma de combatir al terror es con información. Hemos visto que todos estos agentes naturales existen y han sido utilizados desde hace milenios por la humanidad, en forma consciente o inconsciente. Nadie puede afirmar que nunca va a haber un ataque terrorista con armas biológicas en México.⁵

No es posible predecir estos actos, pero dada la posibilidad, será importante contar con información adecuada, elaborar programas de emergencia parti-

nentes y difundir información que evite el objetivo fundamental de los terroristas: causar terror.⁵

Conclusiones

Si bien es cierto que ningún país se puede considerar exento de la amenaza del bioterrorismo, es claro que nuestro país no tiene enemigos. Si llegasen a aparecer grupos bioterroristas, pese a no existir ningún programa

emergente al respecto, nuestras instituciones, nuestras experiencias en desastres naturales y antropogénicos, así como las epidemias humanas y animales ocurridas, son elementos que decididamente mitigarían su impacto.

Es indispensable difundir información sobre la epidemiología, diagnóstico, tratamiento, prevención y control de posibles agentes biológicos, sobre todo entre el personal de salud y las autoridades, con el fin de elaborar programas emergentes para atender esta contingencia.

Bibliografía

1. Secretaria de Salud. Plan Nacional de Protección de la Salud ante el Riesgo de Bioterrorismo: principios generales de preparación y respuesta 2004 México, DF.
2. Brachman PS. "Bioterrorism: An Update with a Focus on Anthrax". 2002; 155:981-987.
3. Ponce LRS, Lazcano PE, Rangel FMS, Sosa LLA, Huerta JMA. "Bioterrorismo: apuntes para una agenda de lo inesperado". 2001; 43:589-603.
4. Franco PC, Del Río C, Nava FM, Rangel FS, Téllez I, Santos PJI. "Enfrentando el bioterrorismo: aspectos epidemiológicos, clínicos y preventivos de la viruela". 2003; 45:298-309.
5. Rodríguez TJG, Monroy LJF. "¿Es posible el bioterrorismo en México?". 2002; 2(1):8-13.
6. Darling RG, Catlett CL, Huebner KD, Jarrett DG. "Threats in bioterrorism I: CDC category A agents". 2002; 20:273-309.
7. Moran GJ. "Threats in bioterrorism. II: CDC category B and C agents". 2002; 20:311-30.
8. Swart MN. "Recognition and management of anthrax—an update". 2001; 345(22):1621-1626.
9. Donaghy M. "Neurologists and the threat of bioterrorism". 2006; 249:55-62.
10. Eisen RJ, Bearden S, Wilder A, Monteneri J, Antolin M, Gage K. "Early-phase transmission of *Yersinia pestis* by unblocked fleas as a mechanism explaining rapidly spreading plague epizootics." 2006; 103:15380-15385.
11. Dennis D, Inglesby T, Henderson D; Bartlett J, Ascher M, Eitzen E, et al. "Tularemia as a biological weapon: medical and public health management". *JAMA* 2001; 285(21):2763-2773.
12. Wiser I, Balicer RD, Cohen D. "An update on smallpox vaccine candidates and their role in bioterrorism related vaccination strategies". *Vaccine* 2007; 25(6):976-984.
13. Drosten C, Götting S, Schilling S, Asper M, Panning M, Schmitz H, Günther S. "Rapid detection and quantification of RNA of Ebola and Marburg viruses, Lassa virus, Crimean-Congo hemorrhagic fever virus, Rift Valley fever virus, dengue virus, and yellow fever virus by real-time reverse transcription-PCR." *J Clin Microbiol* 2002; 40(7):2323-2330.
14. Pappas G, Blanco J, Oteo J. "Q fever in Logroño: an attack scenario". *Enferm Infecc Microbiol Clin* 2007; 25:199-203.
15. Turkmani A, Ioannidis A, Christidou A, Psaroulaki A, Loukaides F, Tselentis Y. "In vitro susceptibilities of isolates to eleven antibiotics". *Ann Clin Microbiol Antimicrob* 2006; 2;5-24.
16. Bossi P, Tegnell A, Baka A, Van Loock F, Hendriks J, Werner A, Maidhof H, Gouvras G. "Bichat guidelines for the clinical management of viral encephalitis and bioterrorism-related viral encephalitis". *Euro Surveill* 2004; 9(12):21-22.
17. Chandy S, Yoshimatsu K, Ulrich RG, Mertens M, Okumura M, Rajendran P, et al. "Seroepidemiological study on hantavirus infections in India". *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2008; 102(1):70-74.
18. Bonaldo MC, Mello SM, Trindade GF, Rangel AA, Duarte AS, Oliveira PJ, Freire MS, Kubelka CF, Galler R. "Construction and characterization of recombinant flaviviruses bearing insertions between E and NS1 genes". *Virology* 2007; 4:115-131.