

MICROBIOLOGÍA

# La guerra bacteriológica. Principios y agentes agresivos

FERNANDO PAREDES SALIDO y M.<sup>a</sup> TERESA FERNÁNDEZ DEL BARRIO  
Farmacéuticos.



El peligro en los meses pasados de una guerra entre las potencias de Occidente, con EE.UU. a la cabeza, e Irak tuvo en vilo a todo el mundo y puso de actualidad la terrible amenaza de las armas químicas y bacteriológicas, que se suponían almacenadas en grandes cantidades por el ejército de Sadam Hussein. Pero, ¿qué es la guerra bacteriológica? ¿Cuáles son sus principales peligros? ¿Qué agentes agresivos son los más utilizados? Los autores responden a estos interrogantes con una aproximación a los principios teóricos de la guerra bacteriológica y una revisión de los agentes en ella utilizados.

La atención y el interés por las Armas biológicas no es reciente. Se puede decir que nace paralelo al desarrollo de la microbiología, que comienza a estructurarse científicamente en el siglo pasado a raíz de los trabajos de investigadores eminentes como Appert, Pasteur, Koch, Schwan, Bastian y Tyndall, por citar a los más significativos.

Paralelamente al desarrollo de la ciencia positiva y constructiva, que estudia la etiología de las enfermedades causadas por los microorganismos y la solución a las mismas con

el empleo de medicamentos de vanguardia, las nuevas técnicas médico-quirúrgicas para paliar el dolor y el sufrimiento, el hombre, en el polo opuesto, desarrolla la faceta negativa de esta ciencia microbiológica que supone la destrucción y la muerte.

Recientemente una noticia de prensa ponía en evidencia que una pequeña ampolla de cristal que desde hacía 80 años se encontraba en el Museo de la Policía de Trondheim (Noruega), indicaba que los alemanes utilizaron durante la Primera Guerra Mundial la amenaza bacte-

riológica. Dicha ampolla contenía un cultivo de bacterias de *Bacillus anthracis* que estaban vivas y en perfecto estado para poder producir una epidemia mortal entre la población.

La ampolla fue encontrada de forma casual durante unas labores de limpieza en el citado museo, con un pedazo de papel en el que se explicaba que el frasquito, aun sin indicar cuál era su mortal contenido, había sido confiscado en 1917 a un oficial alemán que se encontraba en Noruega, ya que los alemanes temían que los ingleses intentaran ayudar a los



soviéticos llevándoles armas a través de una región situada al norte de Escandinavia y fronteriza con la URSS.

Los alemanes querían evitar estas operaciones, provocando una epidemia de ántrax entre los renos, que suponían iban a ser utilizados para el transporte de armas.

Este *Bacillus anthracis*, contenido en la ampolla, es una bacteria que provoca en los mamíferos, entre otras variantes, una fuerte infección del tipo de la pulmonía (carbunco pulmonar), con fuertes hemorragias, y que al poco tiempo de su inoculación o ingestión hace perder el conocimiento y produce finalmente una muerte rápida e inevitable. Así pues, la estrategia era eficaz, sutil y sofisticada.

En realidad se habla de agresivos microbiológicos como aquellos microorganismos (bacterias, virus, protozoos y hongos) que utilizados por un enemigo pueden, al multiplicarse en el hombre, animales e incluso plantas provocar enfermedades infecciosas que determinan incapacidad y hasta la muerte. Su efecto, aparte del destructivo, es psicológico, pues al desorganizar el esquema defensivo originan el pánico hacia lo desconocido e incontrolado, anulando la resistencia moral y conduciendo al caos. Dentro de los microorganismos patógenos, son más eficaces aquellos que producen cuadros aparatosos con síntomas espectaculares como dolores, vómitos, tos, espasmos, diarreas, etc.

Al contrario que las armas convencionales, son bioespecíficas, es decir, sólo afectan a la especie o especies sensibles, sin alterar ni destruir el resto del entorno físico.

Los agresivos microbiológicos, a diferencia de los químicos, tienen efectos tardíos de muy difícil control y pueden causar alteraciones importantes en el medio ambiente. Es un hecho conocido que en diciembre de 1990, un mes antes del inicio de la Guerra del Golfo, Sadam Hussein había desplegado en aeropuertos y bases militares unas 200 armas biológicas, que contenían esporas de *B. anthracis*, aflatoxina y toxina botulínica, en misiles de largo alcance y en bombas de aviación.

### Agresivos microbiológicos de uso bélico

Todos los microorganismos patógenos para los seres vivos, en un principio, son armas biológicas potencia-

les. Con posterioridad habrá que adentrarse en el estudio de su facilidad de producción masiva y almacenaje, supervivencia en el medio ambiente, facilidad de diseminación, no retroactividad, etc.

Los de mayor eficacia por su efecto letal a dosis muy bajas son las toxinas, fundamentalmente la botulínica, tetánica, aflatoxina y micotoxinas como los tricocenos o las saratoxinas H y G, producidas por la especie *Strachibotrys atra*. Se conoce la presencia de estas últimas en la llamada *lluvia amarilla*, empleada en la guerra NBQ.

La aflatoxina es también una micotoxina producida por el *Aspergillus flavus*, que a pequeñas dosis induce tumores de hígado y a dosis mayores ocasiona efectos fatales.

Los agentes bacteriológicos se pueden clasificar según sus vías de transmisión en cinco grupos:

– *Vehiculizados a través de alimentos y agua.* Con enfermedades como el cólera, las fiebres tifoideas, el botulismo, leptospira, toxiinfecciones alimentarias, etc. La transmisión se conseguiría contaminando los suministros de agua potable, con el inconveniente de que «fracasaría» al descubrirse este hecho o al tratar adecuadamente el agua, vigilando los suministros de alimentos, las condiciones higiénicas de los mismos, el adecuado almacenamiento y conservación, etc.

– *Enfermedades transmitidas por contacto.* Apenas si revisten importancia desde el punto de vista de las armas bacteriológicas, ya que necesitan un largo período de latencia y el grado de incapacidad que producen es bajo. Se utilizan gérmenes como los clostridios para contaminar heridas producidas por la metralla.

– *Microorganismos que pueden ser vehiculizados a través del aire.* Son los más interesantes desde el punto de vista de este tipo de estrategia bélica. La psitacosis, el ántrax, la tularemia o la fiebre amarilla (que no necesita vectores de transmisión) son algunas de las enfermedades estudiadas para su posible inoculación en las filas enemigas.

– *Enfermedades transmitidas por vectores.* Son las que le siguen en importancia. Y aunque el grado de epidemividad puede llegar a ser muy alto, se deben dar las condiciones adecuadas para la existencia masiva de estos vectores, lo que limita esta estrategia técnica. Así, a través de pulgas y piojos se podría transmitir desde una

plaga bubónica a un tifus murino, epidémico, etc. A través de mosquitos *Anopheles*, se podría transmitir el paludismo, y así sucesivamente.

– *Gérmenes que afectan a las plantas.* Provocan la destrucción de las cosechas como ciertos hongos y gérmenes parásitos de plantas, tales como el *Agrobacterium tumefaciens*, que ocasiona la «agalla del cuello» o cáncer vegetal; el bacilo productor de la grasa de las judías, que se transmite por fómites y artrópodos; el *B. campestris*, que destruye las raíces de las crucíferas; el bacilo de la podredumbre de la patata; el *B. solanacearum*, y otros muchos.

### Medios ofensivos en la guerra bacteriológica

Para llevar a cabo una ofensiva en guerra bacteriológica, lo primero de lo que hay que ocuparse es de la producción masiva de los agentes infecciosos, bien sea por los medios de cultivo tradicionales o por otras técnicas. En un segundo paso, estos cultivos se reunirían en suspensiones líquidas que irían en ampollas de cristal para así mantener la seguridad de los que manejan estos agentes. En un tercer apartado, los agentes infectivos se deben diseminar con cargas explosivas, aerosoles o por medio de la aviación (para que no queden los agentes infecciosos en suspensión en el aire se usan compuestos como la glicerina y el titanio tetraclorido, cloruro de cinc y otros dispersantes que le dan una mayor consistencia al agente que se trata de diseminar). A estos compuestos se les denomina «vehículos en cortina de humo».

Como factores meteorológicos, hay que tener en cuenta los vientos, el gradiente de temperatura, la humedad relativa, etc. Es preferible realizar la inoculación de noche y con poco viento.

### Criterios de selección

Para valorar el interés potencial de un agente biológico en este tipo de contiendas se deben de tener en cuenta las siguientes características:

– Infektividad que depende de la susceptibilidad, resistencia e inmunidad de las tropas enemigas al agente.

– Eficacia para producir bajas, según el grado de inmovilización



que causa, severidad y duración de las lesiones que produce, convalecencia y mortalidad que genera.

- Disponibilidad, que engloba a las posibilidades de cultivo, método de producción, mantenimiento de la estabilidad físico-química, así como de la virulencia de las diferentes preparaciones.

- Método de conservación de los inóculos infectantes.

- Existencia o no de un método de transmisión adecuado.

- Epidemicidad y variantes epidemiológicas no naturales del agente; necesidad o no de vectores de transmisión.

- Retroactividad, es decir, que el ejército que emplea estas armas puede ser víctima también de las mismas.

- Variabilidad y diversidad de un mismo agente microbiológico obtenido a través de procesos genéticos que aumentan el número de mutantes, grupos antigénicos, serovares, etc.

### Usos de la guerra bacteriológica

Esta técnica de guerra se podría usar principalmente en:

- Lucha cercana con movilización, en la que se emplean soldados previamente inmunizados contra el agente biológico que se va a usar.

- Reducción de puntos de resistencia.

- Sitio de ciudades, campamentos y lugares de resistencia.

- Desorganización de áreas industriales.

- En política de tierra calcinada, utilizando agentes resistentes a las condiciones desfavorables del medio.

- Contra animales y plantas que sirvan para el sustento y alimento de las tropas.

### Microorganismos de uso frecuente en guerra biológica

#### *Toxina botulínica*

Aunque por medio de saboteadores se podrían contaminar deliberadamente los alimentos en el transcurso de su elaboración y envasado, manejando la bacteria parece más interesante usar la toxina producida por la misma, diseminándola desde el aire para contaminar con ella los suministros de agua potable. Esta toxina es el veneno gastrointestinal más potente que se conoce. La dosis letal mínima de esta

neurotoxina para el hombre es de  $10^8$  g. Con dicho veneno se consigue la muerte a concentraciones diez mil veces menores que con el cianuro. Los síntomas que aparecen son cefaleas, fatigas, efectos neuromusculares y perturbaciones de la visión, sobreviniendo la muerte entre las 24 horas y los 10 días después de la infección.

Aparte de su eficacia, otra de sus ventajas radica en que tal vez sea el agente menos retroactivo de todos, aunque con la desventaja de que al ser una intoxicación no existe contagio directo hombre-hombre.

#### *Leptospira spp.*

Con el uso de esta bacteria en guerra bacteriológica es difícil conocer realmente el número de personas expuestas, además de que la razón de ataque es baja (número de individuos expuestos al contagio), cifrándose sólo en un 18/1.000.

La leptospirosis es una enfermedad prolongada y debilitante que cursa con dolores de cabeza y fiebre alta entre otros síntomas. La bacteria, a pesar de que se cultiva bien, se destruye fácilmente por el jugo gástrico, por el calor o por los desinfectantes, lo que hace que a pesar de lograr su penetración a través de cualquier mucosa (piel, boca, ojos) se use poco en la guerra bacteriológica, máxime si se tiene en cuenta que generalmente no se transmite de persona a persona.

#### *Shigella spp.*

Se trata de una enterobacteria de uso limitado en cuanto a fines militares. Con ella se pueden contaminar suministros de aguas potables, aunque también se podrían utilizar los alimentos o las moscas para su propagación.

Su facilidad de contagio hombre-hombre permite la instauración de epidemias severas. El serovar-1 de *Shigella dysenteriae* posee una exotoxina termolábil considerada durante mucho tiempo como una neurotoxina, pero hoy día se sabe que, además de sus propiedades neurotóxicas, tiene actividad citotóxica y enterotoxigénica. Es una potente toxina proteica formada por 6 subunidades.

Las shigellas infectan únicamente al hombre.

#### *Bacillus anthracis*

Es uno de los agentes de mayor interés en la guerra bacteriológica. Produce graves infecciones pulmonares (ántrax pulmonar), que en la mayo-

ría de los casos es mortal si no se instaura un tratamiento adecuado rápidamente.

La diseminación del microorganismo se lleva a cabo a través de sus esporas, que son muy resistentes a las condiciones ambientales adversas, desarrollando en pocos días la enfermedad pulmonar —más grave— o un proceso cutáneo —menos severo—, pero además puede contaminar heridas de metralla o incluso facilitar la acción del gas mostaza, lo que acrecienta su interés bélico.

El principal problema que presenta es su alta retroactividad, debido precisamente a su gran resistencia, persistiendo durante tiempos dilatados en los lugares en los que fue introducido.

#### *Yersinia pestis*

Se trata de otra enterobacteria que puede generar una plaga bubónica, que no es apta para fines militares, y otra plaga neumónica, que a pesar de poder revestir peligro para las propias filas agresoras, por su alta retroactividad, tiene aplicación en el tipo de litigios que estamos tratando. Los bacilos se diseminan por vía aérea, penetrando a través de la boca, sistema respiratorio, heridas abiertas, etc.

La peste es una enfermedad primordial de las ratas y roedores silvestres y se transmite de un animal a otro por la picadura de las pulgas infectadas; el hombre es solamente un huésped accidental. Sin embargo, puede producirse peste de tipo neumónico y diseminarse la enfermedad de hombre a hombre por medio de gotitas, sin el concurso del insecto vector. Estas enfermedades pulmonares que ocasiona tienen lugar especialmente en tiempo frío y en condiciones de hacinamiento, con escasez de higiene y/o asistencia sanitaria. El germen, no obstante, se destruye fácilmente mediante el sol, el calor y los desinfectantes.

Las cepas virulentas poseen los antígenos F1, V y W, responsables fundamentalmente de su grado de infectividad y de patogenia. Se han descrito 6 serogrupos (I-VI) a partir de sus antígenos termoestables, algunos de los cuales dan reacciones cruzadas con *Salmonella*, *E. coli* y *Enterobacter cloacae*.

#### *Chlamydia psittaci*

Es el agente productor de la psitacosis y ornitosis, enfermedades muy difundidas entre las aves (loros, caca-túas, periquitos, palomas, pavos,



pollos, gorriones) y mamíferos. En el hombre se manifiesta por procesos neumónicos de diversa gravedad. Por sus propiedades, es uno de los agentes más útiles de los usados en guerra bacteriológica. Se propaga por vía aérea, tiene un elevado grado de infectividad, se puede conseguir con relativa facilidad y se puede controlar en las propias filas atacantes mediante inmunización pasiva.

Tras un período de incubación de 6-15 días, el cuadro clínico se caracteriza por un comienzo brusco de escalofríos, fiebre, cefalea, dolor de espalda y postración. Al principio hay tos sin expectoración, pero después el esputo es mucoso y adherente. Este cuadro suele persistir durante 2-4 semanas, pero pueden surgir recaídas.

#### Virus de la fiebre amarilla

Se trata de un togavirus que satisface todos los criterios expuestos para su selección y uso en la guerra bacteriológica. En un corto período de tiempo provoca la incapacitación del individuo afectado. Se puede conseguir y almacenar en grandes cantidades y durante dilatados períodos de tiempo. Una vacuna protegería al ejército atacante de la retroactividad que ocasionase. Otra ventaja es que se puede transmitir sin el concurso de insectos vectores, aunque también es vehiculizado por el mosquito *Aedes aegypti*, aunque puede penetrar a través del árbol respiratorio, incluso a través de la piel intacta, transmitiéndose incluso de forma directa hombre-hombre.

#### Virus del dengue

Aunque por sus propiedades es uno de los agentes más aptos para su utilización con fines bélicos, presenta el inconveniente de que es difícil disponer de él en grandes cantidades. Su infectividad es elevada, atacando hasta un 75% de los habitantes de una ciudad.

El dengue es una de las enfermedades epidémicas que más incapacita. Se declara súbitamente con dolores intensos de tipo neurológico, síntomas de postración y fiebres altas. El período de convalecencia es elevado, sobreviniendo la muerte por bronconeumonía, aunque puede presentar otro tipo de desenlaces.

Los problemas para su uso radican en el hecho ya mencionado de no

poder contar con contingentes considerables del virus para un ataque masivo; otro problema es que necesita ser vehiculizado por mosquitos del tipo *Aedes*.

La retroactividad depende del grado de persistencia, así como los desplazamientos que realicen estos mosquitos por las zonas infectadas. Para ello, se deben seleccionar los ataques bélicos con este virus de manera que desaparezcan los mosquitos vectores una vez cumplido el objetivo militar (por ejemplo, usando el virus antes de una época climatológicamente fría, ya que el frío hará desaparecer dichos vectores).

En el caso de un ataque indiscriminado, la eficacia de la prevención o el plan de choque, asignado a la sanidad militar (médicos, farmacéuticos, ATS, etc.) o a protección civil son de inmediato cumplimiento

#### Otros agentes

Se han realizado estudios con los agentes productores de la encefalitis equina venezolana, la encefalitis vehiculizada por garrapatas, la gripe, el tífus exantemático, la fiebre purpurada de las Montañas Rocosas, la fiebre Q, la brucelosis y la tularemia, entre otras.

#### Prevención y actuación

Como en toda guerra y catástrofe, la prevención es la base de la actuación. Se necesita disponer de una adecuada estructura sanitaria, capaz de diagnosticar precozmente la presencia de cualquier enfermedad transmisible sembrada por un enemigo potencial o real y dictaminar los medios de prevención o de tratamiento adecuados.

Asimismo, se deben efectuar inmunizaciones pasivas, fundamentalmente la vacunación; distribución de máscaras antigérmicas entre la población militar o civil, si es necesario, y vigilancia epidemiológica del agua, del aire y de los alimentos.

En caso de producirse la agresión, se debe poner en marcha la profilaxis específica adecuada (quimioprotección y quimioprofilaxis, vacunas y gammaglobulinas), descontaminación por medio de duchas o lavados antisépticos y tratamientos sintomáticos y de rehabilitación.

La respuesta ante una agresión microbiológica debe ser rápida y certera y está fundamentalmente en manos de la sanidad militar o protección civil, entidades dotadas de los medios técnicos necesarios y que son los que están especializados en los países de nuestro entorno para actuar eficazmente.

#### Conclusiones

Tras lo expuesto, se puede llegar a afirmar que la guerra bacteriológica carece prácticamente de interés, si bien psicológicamente es una baza importante que puede jugar el ejército atacante, con los inconvenientes de que el ejército que emplea estas armas puede ser también víctima de ellas (retroactividad) y el hecho de que es una forma de guerra que no distingue objetivos concretos. Así, no se podrían atacar objetivos militares únicamente, respetando a la población civil. Además, necesita de un tiempo de incubación para que empiecen a desarrollarse las enfermedades inoculadas, algunas de ellas de lenta evolución, lo que va en contra del concepto moderno de guerra rápida y de destrucción.

En el caso de un ataque indiscriminado, la eficacia de la prevención o el plan de choque, asignado a la sanidad militar (médicos, farmacéuticos, ATS, etc.) o a protección civil son de inmediato cumplimiento. □

#### Bibliografía general

- Domínguez Carmona M, Domínguez de la Calle M. Uso militar de los agresivos microbiológicos. *Med Mil* 1996; 52 (3): 257-264.
- García Martos P, Fernández del Barrio MT y Paredes F. Microbiología clínica aplicada. Madrid: Díaz de Santos, 1996.
- Hernández Haba J, Dubón F. Sistemática bacteriana. Valencia: 1985.
- Mielgo M. Europa Press, 1-7-97.
- Pita R. Tricocenos: micotoxinas causantes de intoxicaciones alimentarias y su empleo en la guerra NBQ como «lluvia amarilla». *Med Mil* 1996; 53 (2): 147-153.
- Reglamento de Defensa ABQ. Madrid: Ministerio de Defensa, 1997.