

Los escenarios de riesgo biológico y la protección del personal médico participante en el brote por el virus del Ébola 2014

Rubén Morelos Ramírez^{a,c}, Maritoña Ramírez Pérez^{a,c}, Guadalupe Sánchez Dorantes^{a,c}, Carolina Chavarín Rivera^d, Enrique Meléndez Herrada^{a,b}



Resumen

El virus del Ébola es el agente causal de una de las enfermedades infecciosas más temidas por el humano: la fiebre hemorrágica del Ébola o enfermedad por el virus del Ébola (EVE). Este filovirus puede llegar a causar hasta un 90% de mortalidad. Tiene su origen en África con brotes epidémicos registrados desde 1976. El más reciente se presentó durante el primer trimestre de 2014 en 3 países de África Occidental, Liberia, Sierra Leona y Nigeria. Es considerado el brote más grave y el que se ha mantenido por más tiempo.

En 2014, la Organización Mundial de la Salud consideró el brote como una emergencia de salud pública de importancia internacional. Un aspecto preocupante ha sido la mortalidad generada en el personal médico de los países afectados y personal infectado de las brigadas internacionales que participaron en esta contención. Una de las causas que originaron esta mortalidad fue probablemente el uso inadecuado del Equipo de Protección Personal (EPP).

En este artículo se muestran al lector los componentes del EPP con algunos detalles técnicos para su uso como fue requerido al personal médico calificado participante en la contención de la EVE en África. En México es muy baja la probabilidad de la aparición del virus del Ébola. Actualmente se presenta mayor riesgo en el país ante brotes como el virus de chikungunya. El objetivo de esta publicación es presentar el uso apropiado del EPP para el personal médico en alto riesgo de contagio al participar en la contención de brotes causados por agentes infecciosos.

Palabras clave: Equipo de protección personal, brote de Ébola, riesgo biológico, enfermedades infecciosas, bioseguridad.

Biological risk and protection of the medical staff participant in the outbreak of the Ebola virus 2014

Abstract

The Ebola virus is the causative agent of the most feared human infectious disease, the Ebola virus disease (EVD) or Ebola hemorrhagic fever. This filovirus may reach up to 90% in



Foto: OMS

mortality. The virus was originated in Africa and the outbreaks have been recorded since 1976. The most recent occurred in 2014 in three countries of Western Africa, Liberia, Sierra Leone and Nigeria. Was the outbreak with a highest mortality and long time.

The World Health Organization in 2014 mentioned this outbreak as public health emergency of international concern. One point of interest was mortality in medical staff of African countries and the infection in members of international brigades who participated in this containment. The reason that caused this mortality was probably the inappropriate use of Personal Protective Equipment (PPE). In Mexico the risk of an EVD outbreak is very low however a high risk exists in the spread of virus chikungunya.

The purpose of this article is showing the components of this equipment with some technical details to the reader. This is an example of the use of personal protective equipment by qualified personnel in outbreaks and necessary in the containment of other outbreaks due to infectious agents.

Key words: Personal protective equipment, Ebola outbreak, biological risk, infectious diseases, biosecurity.

INTRODUCCIÓN

El virus del Ébola (**figura 1**) es un miembro de la familia *Filoviridae* (filovirus), misma a la que pertenece el virus de la fiebre hemorrágica de Marburg. Ambos virus son causantes de enfermedades infecciosas que dan lugar a brotes epidémicos con una elevada mortalidad que puede llegar hasta un 90%. En el ser humano este virus causa la enfermedad por el virus del Ébola (EVE), también conocida como fiebre hemorrágica del Ébola.

*Facultad de Medicina. UNAM. México, DF.

^bDepartamento de Microbiología y Parasitología. UNAM. México, DF.

^cDepartamento de Salud Pública. UNAM. México, DF.

^dAsociación Mexicana de Bioseguridad AC (AMEXBIO). México, DF. Correo electrónico: morelosr@yahoo.com.mx.

Recibido: 20-abr-2015. Aprobado 05-mayo-2015.

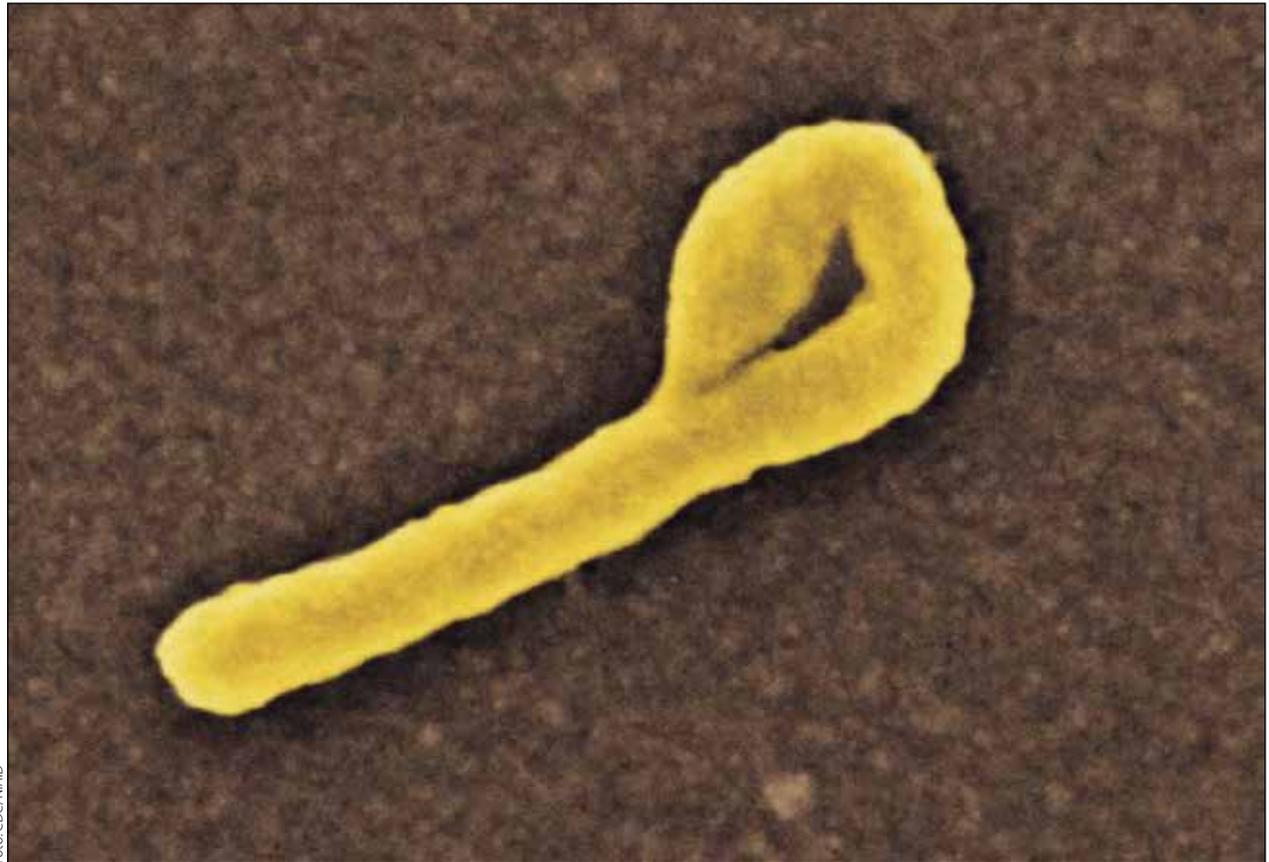


Foto: CDC/NIH

Figura 1. Fotografía por microscopía electrónica de barrido (SEM). Representa una sola partícula filamentososa del virus del Ébola brotando de la superficie de una célula vero en cultivo.

Por su origen, este virus es zoonótico, y el ser humano es parte de la cadena de transmisión. En estudios de campo realizados, el virus ha causado efectos devastadores en animales salvajes de la fauna africana, como es el caso de gorilas, chimpancés, murciélagos frugívoros, monos, antílopes y en puercoespines; su reservorio natural conocido hasta ahora es el murciélago frugívoro de la familia *Pteropodidae*¹.

En 1976 el virus del Ébola se identificó por primera vez de muestras biológicas de enfermos de poblaciones rurales de Zaire, hoy la República Democrática del Congo. La enfermedad es considerada de importancia internacional por el gran peligro que puede tener para la salud humana y por alcanzar una alta mortalidad. El brote más reciente fue declarado el 21 de marzo de 2014, y posiblemente su

inicio fue en la ciudad de Guinea Conakry, desde donde se extendió a las ciudades y poblaciones de Liberia, Sierra Leona y Nigeria, principalmente por el tránsito constante de personas que ocurre entre esos países. La primera en dar la alerta sobre la seriedad del problema fue la organización humanitaria Médicos Sin Fronteras (MSF), y la caracterización del virus en el laboratorio fue realizada en el Instituto Pasteur en Lyon Francia.

En agosto del 2014, la doctora Margaret Chan, directora general de la Organización Mundial de la Salud (OMS), solicita a la comunidad internacional la colaboración de personal médico o de la salud (médicos, enfermeras, laboratoristas, etc.) para que apoyen al sistema de salud debilitado de los países africanos afectados, realizando actividades de atención de los enfermos y organizando los cercos

sanitarios para evitar la propagación del brote a otras regiones².

La respuesta llegó principalmente de naciones con experiencia en el manejo y control de brotes epidémicos, que cuentan con la infraestructura para la movilización masiva de personal médico y la práctica necesaria en la protección personal. En este sentido los países que atendieron a esta llamada fueron: Estados Unidos de América, Alemania, Canadá, China, Cuba, Francia, Gran Bretaña y Rusia, algunos de los cuales forman parte de la Red Mundial de Alerta y Respuesta ante Brotes Epidémicos, conocido por sus siglas en inglés como GOARN (Global Outbreak Alert and Response Network), liderada por la OMS³. También se contó con el apoyo de organizaciones humanitarias como MSF y el Samaritan's Purse.

La llegada del virus del Ébola a los países Africanos afectó los sistemas de salud pública, debilitando su economía, la productividad y la vida social. Es importante mencionar que el personal médico que participa en acciones de control del brote realizando actividades como el cuidado de los enfermos graves, la detección de casos nuevos y el trabajo de laboratorio, enfrenta un alto riesgo de contagio y requiere de la disponibilidad y uso apropiado del Equipo de Protección Personal (EPP), ya que representa una primera barrera de protección personal.

EVE 2014 Y LAS CONSECUENCIAS EN EL PERSONAL MÉDICO

El brote por EVE del 2014 ha sido el más intenso que ha ocurrido hasta ahora. Las cifras epidemiológicas de la OMS de principios de 2015 muestran un mayor número de fallecimientos en relación a brotes anteriores, por ejemplo, para marzo de 2015 se alcanzó una cifra de muertes de 10,311 y de 24,872 casos en los países afectados⁴, lo que lleva a pensar que su difícil control ha tenido relación con algo más que la patogenia viral, quizá porque tuvo impacto en zonas urbanas con alta densidad de población, además de tratarse de países con una pobre infraestructura hospitalaria, situación que no se presentó en brotes anteriores, ya que el problema se daba principalmente en zonas rurales. Además, contri-

Tabla 1. Casos de contagio y muertes del personal médico durante el brote del virus del Ébola de 2014⁶

País	Casos	Muertes
Sierra Leona	302	221
Liberia	372	180
Guinea	178	91
Nigeria	11	5
República Democrática del Congo	8	8
Reino Unido	1	0
España	1	0
Estados Unidos de América	3	0

buyen a la transmisión del virus las tradiciones y otras prácticas culturales que son muy arraigadas en la sociedad africana, por ejemplo, la práctica cultural de los familiares al preparar ellos mismos el cadáver para el funeral⁵.

Las cifras de casos de contagio y muertes en el personal de salud o personal médico presentadas por el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos ocurridas desde el inicio del brote hasta el mes de Marzo de 2015 son presentadas en la **tabla 1**.

Las explicaciones que han surgido respecto a estos fallecimientos y a los casos que se presentaron durante el desarrollo del brote han sido variadas. La presencia de una mutación genética del virus o una nueva vía de transmisión son algunas de ellas, aunque al parecer las más aceptadas son: fatiga por exceso de trabajo del personal médico, el no apearse al protocolo de entrenamiento en el uso del EPP o deficiencias de calidad e insuficiencia del EPP para el personal médico participante⁷.

LA PROTECCIÓN PERSONAL CONTRA EL VIRUS DE ÉBOLA

En todo el mundo, el personal médico desempeña en su rutina diaria la delicada labor de atender a pacientes con alguna enfermedad infecciosa o manipular muestras biológicas potencialmente infecciosas. Para asegurar la integridad de su salud es de vital importancia apearse a las precauciones



Foto: CDC/Deborah Cartagena

Figura 2. La imagen muestra 2 modelos de respiradores o filtros N95, ambos con capacidad de retención de virus y otros agentes infecciosos. En el lado derecho un respirador N100 en color blanco que muestra una área amarilla, la válvula de exhalación *cool flow*, útil para una mejor respiración en relación a los presentados en lado izquierdo. Todos estos contarán con certificación en su eficiencia por una agencia de certificación (por ejemplo, el National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]).

estándares y utilizar el EPP adecuado⁸. El uso del EPP (en ocasiones nombrado *hazmat*) en el control del brote por la EVE proporciona un adecuado ejemplo de un escenario para el uso de una barrera de protección y así minimizar el riesgo de infección. En este ejemplo el riesgo radica en el contacto directo de las personas con los fluidos corporales sudor, sangre y vómito del enfermo grave, los cuales contienen una alta carga viral. Para este brote de la EVE, la protección se hace necesaria en mucosas de vías respiratorias, boca, ojos y en todo el cuerpo, para evitar el ingreso accidental del virus a través de pequeñas cortadas o abrasiones presentes en la piel,

convirtiéndose en una vía de entrada rápida para el virus. Se ha reportado que, durante el brote de 2014, la mortalidad fue del 60%. Ante el brote de la EVE el personal médico necesariamente deberá estar capacitado para usar el EPP considerando las siguientes recomendaciones:

- Usar el EPP adecuado y en forma correcta.
- Saber cuándo es necesario usarlo.
- Conocer los diferentes elementos que lo componen.
- Conocer las limitaciones del equipo en el trabajo continuo.

- Desarrollar habilidades para colocarse, ajustarse y quitarse el equipo.
- Mantener el EPP en buen estado.
- Aplicar prácticas de descontaminación del equipo.

Cabe añadir que todos los elementos del EPP deberán estar manufacturados bajo estrictos estándares de calidad certificada con reconocimiento internacional.

ELEMENTOS DEL EPP

En la actualidad existe una variedad de productos destinados a la seguridad ocupacional ante la exposición a los agentes biológicos; de esta forma, la protección del cuerpo humano y, en particular, la de las vías respiratorias, adquiere mucha importancia, por lo que es fundamental el saber ponerse y quitarse el equipo (términos en inglés: *donning and doffing*); en la práctica esto se realizará en sitios aislados del área de los enfermos y bajo los lineamientos de un protocolo establecido.

A continuación se describe el EPP utilizado por el personal médico del CDC de los Estados Unidos^{9,10} durante el brote por el virus del Ébola 2014. Cabe añadir que uno de los problemas de contagio en el personal médico involucrado durante el brote fue el trabajo durante jornadas de 6 horas, que eran difíciles de concretar ya que, debido a las condiciones ambientales del trópico, el material sintético del EPP le causaba al personal médico la sensación de falta de aire y transpiración excesiva. Ante esta situación, decidieron reducir la jornada 2 horas para disminuir los riesgos de transmisión.

Protección corporal total

- Traje Tychem QC 127T (Dupont)
- Traje Tychem QC 122T (Dupont)
- Traje Tyvek Classic Xpert (Dupont)

Elementos de protección extra

- Mandil Tychem QC 273B (Dupont)
- Mandil Tychem SL 274B (Dupont)

Equipo de protección respiratoria (EPR)

Un respirador es un elemento del equipo que protege el sistema respiratorio de partículas o microorga-



Foto: CDC/James Gathany

Figura 3. Se muestra un respirador PAPP aplicado en este ejemplo en los trabajos de investigación con el virus de la influenza.

nismos que se encuentran en el aire. La protección respiratoria se alcanza cuando contamos con aire respirable libre de partículas o microorganismos. Una de las funciones importantes de un respirador es evitar que las sustancias se alojen en el tejido pulmonar. Todos los respiradores cuentan con características específicas que deberán ser consideradas por el usuario de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, por ejemplo, 3M¹¹. Antes de utilizar un respirador, se debe considerar que el uso incorrecto puede ser causa de enfermedad o muerte. El respirador se debe ajustar adecuadamente al rostro del usuario.

En la actualidad existe una variedad de productos destinados a la seguridad ocupacional ante la exposición a los agentes biológicos. Es muy importante la protección del cuerpo humano y, en particular, la de las vías respiratorias, por lo que es fundamental saber ponerse y quitarse el equipo.

El respirador protege el sistema respiratorio de partículas o microorganismos que se encuentran en el aire. La protección respiratoria se alcanza cuando contamos con aire respirable libre de partículas o microorganismos, y el respirador evita que las sustancias se alojen en el tejido pulmonar, y hay que considerar que su uso incorrecto puede ser causa de enfermedad o muerte.

Los respiradores deberán cubrir perfectamente nariz, boca y barbilla; contar con bandas elásticas para un buen sellado sobre la cara, y un ajuste mayor con el clip nasal. Antes de su utilización deberá realizarse una prueba de ajuste.

Respiradores desechables

Los respiradores desechables o libres de mantenimiento son de uso común. También son llamados filtros, y constituyen el modo de protección más común en actividades de microbiología, biotecnología y nanotecnología. Deberán cubrir perfectamente nariz, boca y barbilla, además de ser confortables; deben tener bandas elásticas para un buen ajuste con un buen sellado sobre la cara, y un ajuste mejor con el clip nasal. Antes de su utilización deberán realizarse pruebas de ajuste (**figura 2**).

Respiradores reutilizables

- **Que cubren medio rostro.** Se utilizan en conjunto con cartuchos o filtros reemplazables, este tipo de respirador es adecuado para el trabajo

en áreas contaminadas. El modelo P100 es recomendable, ya que retiene partículas menores a 0.3 micrómetros con una eficiencia de 99.99%. Antes de su uso se deben hacer las pruebas de ajuste para la detección de fugas de aire y revisar la tensión de las correas. Los ojos se protegen con *goggles*.

- **Que cubren el rostro completo.** A diferencia del anterior, también se cubren los ojos, ya que presenta un visor para la protección del rostro completo. Requiere de uso y recambio de filtros o cartuchos, y su mantenimiento es igual al anterior.
- **Respiradores tipo PAPR.** El respirador motorizado o *powered air purifying respirator (PAPR)* (**figura 3**). Es recomendado para personas que no pueden utilizar respiradores N95 desechables, o que requieren de varias horas de trabajo bajo riesgo biológico. Este tipo de respirador es el que recomienda el CDC, para personal médico dedicado al control del brote de virus del Ébola. El respirador PAPR es un sistema compuesto de un motor que funciona con baterías y lleva aire del ambiente a un filtro recogedor de partículas de alta eficiencia (*high efficiency particles arresting* [HEPA]) para su depuración (gracias a su filtro tiene una eficiencia del 99.995%) y pasa a través de un tubo de respiración, hasta una capucha o casco con visor de protección de rostro completo. Lo que asegura un elevado nivel de protección contra cualquier organismo patógeno que se transmita por el aire⁹⁻¹².

Protección de las manos

Es muy recomendable el uso de un guante interior de nitrilo y uno exterior de látex, las áreas de las muñecas deberán estar sujetas al traje con una cinta adhesiva protectora.

Otras opciones son el guante exterior de nitrilo para cubrir una porción del antebrazo como garantía de mayor protección, un ejemplo es el Ansell Sol-Vex 11 Mil; también existe un modelo con mayor grosor de guante, el Ansell 37-155 15. Otra recomendación es el guante Microflex Nitron One 123, con mayor grosor de material en palmas y dedos. Estos guantes son de uso industrial, principalmente



Figura 4. Se presenta al personal médico de Nigeria después del entrenamiento en el uso correcto del EPP.

en productos químicos, y son recomendados para protección contra el virus de Ébola¹³.

Protección de los ojos

Las antiparras o *goggles* son un tipo de gafas protectoras empleadas en el brote por el virus de Ébola 2014. Son de gran importancia en la protección de las membranas mucosas de los ojos, un sitio muy sensible a la entrada del virus. El modelo Pyramex G704T se fija apropiadamente en la cara y el visor de policarbonato está cubierto con una película antiempañante que ayuda a mantener claro el campo de visión, aunque otros modelos son buenos sustitutos¹⁴.

En la **figura 4a** se muestra la clásica presentación del traje Tyvek en blanco con el uso de mandil de plástico, que es recomendable para evitar contaminación por el vómito o sangre; la protección de los ojos con *goggles*, y de las vías respiratorias

con el respirador N95 para la retención de virus y, finalmente, se observa el empleo del doble guante. En la **figura 4b** se muestra una variación en el EPP: se trata de un traje Tychem en amarillo totalmente repelente al agua y a los fluidos biológicos, además se porta un mandil largo como protección extra, los guantes llegan al antebrazo, una prenda independiente tipo capucha de material repelente en blanco para protección de la cabeza, la protección de ojos con el uso de *goggles* con película antiempañante y el respirador N95 tipo pico de pato; los pies son protegidos con botas de goma (en negro) elaboradas con un material grueso repelente al agua para caminar en pisos que presenten fluidos contaminados por pacientes afectados gravemente por la EVE.

Por otra parte, existen situaciones en las que se requiere que los médicos y sus auxiliares usen el EPP, por ejemplo, en la descontaminación de áreas hospitalarias y viviendas donde habitaron personas



Foto: CDC/Sally Ezra

Figura 5. La fotografía muestra la descontaminación por rociado de solución acuosa de hipoclorito de sodio a un miembro del grupo del CDC en Liberia. Este proceso es requerido, por ejemplo, al salir del área de atención a pacientes graves.

enfermas, y en la descontaminación de los cadáveres. Una vez concluidas las actividades, el EPP es descontaminado rociando una solución acuosa desinfectante a base de hipoclorito de sodio (**figura 5**). Por otra parte, en estas actividades es importante el lavado frecuente de los guantes con el desinfectante y realizar el frotamiento mutuo por unos segundos.

VIRUS DE ÉBOLA EN EL LABORATORIO DE BIOSEGURIDAD NIVEL 4

En la publicación *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories* (bioseguridad en laboratorios de microbiología y biomedicina) se hace una clasificación de los agentes infecciosos en grupos de riesgo, que sirve de base para definir los 4 niveles de bioseguridad de los laboratorios¹⁵. Especial atención merece el nivel 4 de bioseguridad (BSL-

4). Su diseño debe asegurar la máxima contención del agente infeccioso, como en el caso del virus del Ébola, el virus de Lassa, el virus de la fiebre Marburg, el virus de Hendra, etc., y así evitar la fuga al medio ambiente. Los BSL-4 resguardan los virus más peligrosos para la especie humana. Ahí trabajan los nuevos cazadores de microbios y realizan actividades muy variadas (**figura 6**), por lo que es un requisito indispensable vestir el EPP con algunas características muy peculiares y sofisticadas: el EPP encapsula totalmente el cuerpo humano en un ambiente de material polimérico en el que se introduce aire hacia el interior del traje para mantener una presión positiva, y permitir una respiración correcta; al término de las labores y antes de salir del laboratorio, se realiza un proceso obligatorio de descontaminación del traje de bioseguridad (llama-



Foto: CDC/Dr. Scott Smith

Figura 6. Actividades de investigación en el BSL-4 del Instituto de Investigación Médica de la Armada de los Estados Unidos. Instituto de Enfermedades Infecciosas (USAMRIID) para un tratamiento experimental en primates no humanos contra el virus de Ébola.

do también el traje espacial) en el que se recibe la solución desinfectante en una cámara especial, de acuerdo al protocolo de bioseguridad¹⁵ (figura 7).

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

El trabajo del personal médico no es llevado a cabo únicamente en los consultorios o en el quirófano. Como se ha descrito aquí, existen situaciones en donde el trabajo médico es requerido en ambientes difíciles como los que se presentaron en el brote del la EVE en 2014, y para esto se requiere asistir a cursos de preparación y entrenamiento en bioseguridad. En el reciente brote, el EPP fue fundamental para el personal médico durante la atención a los enfermos.

Por otra parte, el apoyo epidemiológico, el trabajo de laboratorio, el apoyo financiero y material

que han recibido los países afectados, han logrado contener el brote en este año 2015. El brote aquí mencionado ha sido una experiencia con gran impacto en aspectos epidemiológicos, sociológicos, de economía, virología, etc., y en el mundo entero fue un gran desafío del personal médico (en especial para la organización Médicos Sin Fronteras) en su lucha contra el virus de Ébola, uno de los más letales para el humano, considerado por algunos como una máquina perfecta de la muerte, quizá por su manera tan despiadada de destruir al enfermo. Sin embargo, no olvidemos la posibilidad de presenciar escenarios similares en algún momento con la aparición de un agente infeccioso emergente o reemergente en cualquier otra parte del mundo.

Otro escenario sería la respuesta de las brigadas médicas ante un ataque bioterrorista hacia la pobla-

ción civil o una situación de guerra biológica, contextos donde, nuevamente, el personal médico y el EPP necesariamente tendrían que interactuar. ●

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stallard B. Hunting Down Ebola's Origins: Too Little Too Late? Nature world news. Disponible en: <http://www.natureworldnews.com/articles/8642/20140820/hunting-down-ebolas-origins-little-late.htm>.
2. WHO. WHO Virtual Press Conference following the Meeting of the International Health Regulations Emergency Committee Regarding the 2014 Ebola Outbreak in West Africa. 8 August 2014. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/multimedia/2014/who-ebola-outbreak-08aug2014.pdf>.
3. WHO. Red Mundial de Alerta y Respuesta ante Brotes Epidémicos (GOARN). Disponible en: <http://www.who.int/csr/outbreaknetwork/es/>.
4. WHO. Ebola Situation Report - 25 March 2015. Incorporating the WHO Activity Report. Disponible en: <http://apps.who.int/ebola/current-situation/ebola-situation-report-25-march-2015>.
5. Nielsen C, Kidd S, Sillah A, Davis E, Mermin J, Kilmarx P. Improving Burial Practices and Cemetery Management During an Ebola Virus Disease Epidemic - Sierra Leone, 2014. CDC. 2015;64(01):20-7. Disponible en: <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6401a6.htm>.
6. Statista. Ebola cases and deaths among health care workers due to the outbreaks in West African countries as of June 10, 2015. Statista. Disponible en: <http://www.statista.com/statistics/325347/west-africa-ebola-cases-and-deaths-among-health-care-workers/>.
7. Cohen J. When Ebola protection fails. Science AAAS. 2014;346(6205):17-8. DOI: -10.1126/science.346.6205.17.
8. Morelos Ramírez R, Ramírez Pérez M, Sánchez Dorantes G, Chavarín Rivera C, Meléndez Herrada E. El trabajador de la salud y el riesgo de enfermedades infecciosas adquiridas. Las precauciones estándar y de bioseguridad. Rev Fac Med. 2014;57(4):34-42.
9. CDC. Ebola: Personal Protective Equipment (PPE) Donning and Doffing Procedures Guidance for Donning and Doffing Personal Protective Equipment (PPE) During Management of Patients with Ebola Virus Disease in U.S. Hospitals. Disponible en: <http://www.cdc.gov/vhf/ebola/hcp/ppe-training/>.
10. Dupont. Protective Clothing for Ebola Virus Disease (EVD). Technical Bulletin for North America. Disponible en: http://www.dupont.com/content/dam/assets/products-and-services/personal-protective-equipment/assets/DuPont_Ebola_Tech_Bulletin_NA_111014.pdf.
11. 3M Seguridad Personal. Disponible en: http://solutions.3m.com.mx/wps/portal/3M/es_MX/PPE_SafetySolutions_LA/Safety/newhome.



Foto: CDC/USAMRIID

Figura 7. Proceso de descontaminación con solución al 5% de Microchem (producto comercial) en el laboratorio BSL-4 del CDC en los Estados Unidos.

12. American National Standards Institute. ANSI Z88.2-1992, for respiratory protection. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/ansi.z88.2.1992.pdf>
13. Microflex. Disponible en: <http://www.microflex.com/Products/NO-123.aspx> o en www.northern-safety.com/Product/37145/Ansell-Sol-Vex-Nitrile-Gloves-Unlined-11-Mil-13-Length.
14. PYRAMEX. Disponible en: [www.http://pyramexsafety.com/products/eyewear/g704th](http://pyramexsafety.com/products/eyewear/g704th).
15. CDC. Biosafety in microbiological and biomedical laboratories (bmbL) 5th edition. Disponible en: <http://www.cdc.gov/biosafety/publications/bmbL5/>.