

# Inundaciones

JOSEPHINE MALILAY

## Antecedentes y naturaleza de las inundaciones

De todos los riesgos naturales, las inundaciones ocurren con más frecuencia y son las más extendidas en espacio y severidad (1,2). De todos los desastres naturales de los Estados Unidos, las inundaciones son las principales causas de muerte (3). Se definen como la sumersión de áreas que no lo están normalmente, bajo las aguas de una corriente que ha roto su cauce normal o que se han acumulado por falta de drenaje (4). Cuando los niveles suben por encima de lo normal y llegan a los terrenos de las comunidades, las vuelven vulnerables a los movimientos rápidos o a las mayores elevaciones del agua que se tornan peligrosas.

## Alcance e importancia relativa de las inundaciones

Como la mayoría de los riesgos naturales, las inundaciones pueden llevar a pérdida de vidas y daños a la propiedad, con gran impacto sobre la salud pública que puede tardar en recuperarse. Desde 1980 hasta 1985, hubo aproximadamente 160 eventos relacionados con inundaciones en el mundo, en los cuales 120.000 personas, por lo menos, murieron o se lesionaron y 20'000.000 perdieron sus viviendas (2). En términos de pérdidas físicas, las inundaciones son responsables del 40% de los daños a la propiedad ocasionados por todos los desastres naturales (1). En los Estados Unidos, las pérdidas económicas directas alcanzaron los 4.000 millones de dólares por año

antes de las grandes inundaciones del medio oeste en 1993 (5). En el valle del río Mississippi, se espera que las pérdidas por esta sola inundación sobrepasen los 10.000 millones (6), y los efectos a largo plazo de los pozos contaminados, los problemas de salud mental y las enfermedades transmitidas por vectores requerirán una vigilancia continuada más allá del período de respuesta.

## **Factores que contribuyen al problema de las inundaciones**

Los pronósticos adecuados del clima, los oportunos sistemas de alerta por inundaciones y las prácticas mitigadoras, como los planes de manejo, han ayudado mucho a la prevención o la reducción de los efectos de las inundaciones sobre la salud y el bienestar de las comunidades en años recientes (5,7). A pesar de los crecientes niveles de preparación, las muertes, enfermedades y lesiones continúan ocurriendo en las comunidades afectadas.

Existen varias posibles explicaciones para esta condición. Primero, la composición topográfica de algunas áreas implica un riesgo constante para los residentes. Por ejemplo, los habitantes de Bangladesh, un delta aluvial formado por tres ríos, están sujetos anualmente a inundaciones, condición que se exacerba durante la estación lluviosa por la escorrentía de los ríos desde los terrenos altos y por las mareas altas de la bahía de Bengala (8). En Puerto Rico, las hoyas de drenaje difieren en longitud y en grado de pendiente. Donde son largas mas no pendientes, las muertes ocurren cuando los motoristas cruzan los puentes sumergidos; las personas localizadas cerca de los sumideros cortos y pendientes, experimentan inesperadas oleadas y, subsecuentemente, se ahogan (9). Las inundaciones también pueden acompañar otros desastres naturales como las marejadas durante los huracanes o los tsunamis. Los deslizamientos de tierra pueden ser secundarios a una inundación y pueden exacerbar las condiciones peligrosas descritas anteriormente.

## **Factores que afectan la ocurrencia y severidad de las inundaciones**

### Factores naturales

Varios mecanismos pueden causar inundaciones y las diferentes características de las inundaciones pueden afectar la ocurrencia y severidad del evento. Características tales como las propiedades hidrometeorológicas, las condiciones geológicas y la variación estacional son inherentes a la naturaleza de la inundación misma.

Por ejemplo, la alta pluviosidad puede resultar en inundaciones repentinas. Estas exhiben dos características: primero, siguen a un evento causal como una excesiva precipitación en un sistema de almacenamiento o la liberación súbita de agua en una represa natural o hecha por el hombre, en minutos u horas, y con flujos de alta velocidad

y grandes volúmenes; segundo, las inundaciones que comúnmente duran menos de 24 horas (1), acompañadas por un tiempo extremadamente corto para las voces de alerta y respuesta y un gran potencial para la pérdida de vidas (10). Además, hay factores específicos que afectan las inundaciones repentinas y tienen que ver con la intensidad, la cantidad y la duración de las precipitaciones, la topografía general de la tierra, las condiciones del suelo y la superficie del terreno (10,11).

De otro lado, las inundaciones ribereñas que usualmente resultan de las precipitaciones o de la caída de nieve o hielo derretidos, son de lento progreso. Como las inundaciones repentinas, están afectadas por factores climáticos como la intensidad y la cantidad de las precipitaciones. El tamaño, la ruta y la tasa de movimiento de una tormenta son factores hidrometeorológicos adicionales que afectan su ocurrencia y severidad. Además, se deben considerar las características de las bases de drenajes naturales o hechos por el hombre, inclusive el tamaño, la forma, la densidad del drenaje y la permeabilidad (1).

### Factores generados por el hombre

Las alteraciones humanas del ambiente también pueden comprometer los patrones normales de drenaje y, por consiguiente, predisponer algunas áreas a las inundaciones. Incluyen la urbanización, las prácticas agrícolas como el exceso de ganado, la deforestación y el uso de técnicas y materiales inapropiados en la construcción de estructuras de protección como malecones y diques.

## **Impacto en la salud pública de los desastres por inundación: perspectiva histórica**

### Mortalidad

Los efectos en la salud relacionados con las inundaciones se han documentado extensamente en la literatura de salud pública en todo el mundo, particularmente en la República Popular de China, Bangladesh, Brasil, Gran Bretaña, Holanda, Portugal y los Estados Unidos. Los resultados de esos estudios, algunos de los cuales datan de los años 50, describen la mortalidad en números absolutos y también se enfocan en las poblaciones desplazadas por efecto de las inundaciones (12). Igualmente han demostrado que la mortalidad específica por inundaciones varía de país en país. Por ejemplo, en las áreas propensas de Bangladesh, aproximadamente 15.000 personas mueren cada año debido a estos desastres (13). En los Estados Unidos, con más de 20.000 ciudades y comunidades sujetas únicamente a inundaciones repentinas, el promedio anual de muertes se ha estimado entre 46,7 y 146 (1,14). En la República Popular de China, donde se estima que más de 40 millones de personas se ven afectadas por las inundaciones cada año (13), aproximadamente 1.000 personas perecieron en las inundaciones del verano de 1994 (15). Dados los niveles diferenciales de mortalidad asociada con los eventos individuales de las inundaciones en varias partes del mundo,

se debe garantizar la investigación de los factores que contribuyen a las muertes, las enfermedades y las lesiones.

Como ya se mencionó anteriormente, la mayor parte de la mortalidad ocurre en las inundaciones repentinas y tienen que ver con las circunstancias del evento mismo (2). Un estudio de estas muertes en los Estados Unidos de 1969 a 1981, mostró que 1.185 se atribuyeron a 32 inundaciones repentinas y violentas, con un promedio de 37 muertes por evento (16). En estos casos, debido primordialmente a la ruptura de diques asociadas con las lluvias intensas (16), el ahogamiento causó un estimado de 93% de esas muertes. En general, la mortalidad debida al deshielo se observa frecuentemente en los incidentes de inundaciones repentinas y violentas, ejemplos de los cuales ocurrieron en Nmes, Francia, en 1988, Puerto Rico en 1992, Missouri en 1993 y Georgia en 1994, cuando grandes corrientes de agua inundaron las comunidades con gran velocidad e intensidad (9,17-19).

Finalmente, se evidencian crecientes niveles de estrés físico y emocional, particularmente relacionado con los grandes esfuerzos en la evacuación del área inundada y en las actividades de limpieza, después de casi todos los desastres naturales. Muchas muertes relacionadas con las inundaciones se han atribuido a ese estrés y esfuerzo extra, lo cual incrementa la probabilidad del infarto del miocardio y del paro cardíaco en personas con condiciones preexistentes (17).

## Morbilidad

### Enfermedades infecciosas

Después de cada desastre natural, entre las autoridades públicas y de salud, normalmente surge el temor de potenciales epidemias de enfermedades transmisibles. Se piensa que los trastornos en los sistemas de purificación del agua y de disposición de excretas tornan más susceptibles a las comunidades ante las infecciones por agua y alimentos (20-22). Los estudios han mostrado que tales epidemias raramente ocurren y que los programas masivos de inmunización para la fiebre tifoidea y el cólera, comunes en el pasado, son innecesarios (23-26).

Sin embargo, se encuentra presente el potencial para la transmisión de enfermedades transmitidas por el agua (por ejemplo, *E. coli* enterotoxigénica, *Shigella*, hepatitis A, leptospirosis, giardiasis) y para el aumento de los niveles de enfermedades endémicas en las áreas afectadas por la inundación (27).

La vigilancia de las entidades transmitidas por el agua y los vectores, de las enfermedades endémicas y de las lesiones durante las actividades de limpieza, ha sido recomendada e implementada durante los períodos de respuesta y recuperación en las comunidades afectadas (27-30). Aunque no se notaron incrementos significativos en las enfermedades transmisibles después de varias inundaciones en el mundo (19,20), en ciertos casos se han notado incrementos aislados de las enfermedades endémicas. Después de las inundaciones durante un deshielo en 1993, se detectó una epidemia de

diarrea relacionada con giardiasis en Utah (27). Después de fuertes y extensas inundaciones en Sudán en 1988, los niveles endémicos de hepatitis E y de malaria resistente a la cloroquina subieron y se esperaba que aumentaran con el tiempo (31-34). Finalmente, en Bangladesh en 1988, los epidemiólogos atribuyeron la mayoría de las muertes y de las enfermedades a un proceso diarreico inespecífico después de una extensa inundación (35).

La vigilancia de las enfermedades por arbovirus, como la encefalitis de San Luis o la equina del oeste, fue un tópico de creciente interés después de las inundaciones en el medio oeste y en el sur de los Estados Unidos en 1993 y 1994, respectivamente (30). El agua estancada de las intensas lluvias produjo ambientes propicios para la proliferación de los mosquitos y rápidamente se podría transmitir el arbovirus. En estos casos, la vigilancia indicó que el riesgo para la transmisión fue mínimo y, por tanto, se abortaron los costosos planes de control del mosquito a gran escala.

### *Efectos crónicos en la salud*

Se han documentado en la literatura los efectos crónicos en la salud, secundarios a las inundaciones. Después de la inundación del valle de un río al este de Nueva York en 1972, se pensó que se había presentado un conglomerado de muertes atribuidas a leucemia y linfoma y uno de malformaciones congénitas y que estaban asociados con los antecedentes de una elevada radiación natural en los depósitos locales de rocas superficiales, radiación originada en una planta nuclear cercana y se sospechó de radiación de un nuevo pozo de agua. Aunque las muestras de radiación estuvieron dentro de los límites establecidos por las guías federales, el estudio sugirió que la inundación pudo haber sido un posible evento etiológico para las muertes por leucemia y linfoma (36).

### *Lesiones*

Luego del impacto de una inundación, las lesiones probablemente ocurran cuando los residentes retornan a sus viviendas para limpiarlas y remover los detritos. Se han presentado electrocuciones por líneas caídas de alto voltaje, cables eléctricos y manejo inapropiado de herramientas húmedas. Las lesiones por fuego y explosiones de gas también ocurren cuando se usan fósforos para inspeccionar los daños en estructuras oscuras. Aunque de naturaleza menor, las laceraciones y los pinchazos son accidentes comunes en la remoción de detritos de vidrio y clavos (37).

El hábitat natural de muchos animales salvajes se puede ver alterado por las inundaciones. Como resultado, algunos animales, como las serpientes, se pueden ver forzadas a buscar refugio en las áreas que pueden estar habitadas o que son usadas por los humanos. Las mordeduras de animales son posibles, aunque la vigilancia en salud pública en el pasado no ha indicado que esto haya sido un problema importante (28,29,38).

### *Efectos de sustancias tóxicas*

En una inundación, existe el potencial para la exposición a agentes químicos o

biológicos peligrosos. Las tuberías subterráneas se pueden romper, los tanques de almacenamiento se pueden vaciar, los desechos tóxicos pueden fluir y los químicos almacenados en terreno se pueden escapar (35). Los riesgos se exacerban cuando las áreas industriales o agrícolas quedan sumergidas. Aunque un estudio demostró que las sustancias tóxicas no causaron efectos adversos en la salud durante una inundación en Francia (35), otro mostró que las sustancias tóxicas implicaron un importante compromiso en la salud después de una extensa inundación repentina y una inundación ribereña que esparció niveles inusualmente altos de químicos industriales y agrícolas en el río Mississippi, sus tributarios y en el Golfo de México en 1993. Aunque no se notaron los efectos emergentes inmediatos, aquellos a largo plazo ya han sido totalmente evaluados (39).

### *Efectos en la salud mental*

Una gran cantidad de literatura psicosocial está dedicada a la salud mental de las víctimas de las inundaciones (40-43). Los estudios longitudinales se han dirigido a las consecuencias psicológicas de estos desastres sobre los individuos y las comunidades. Los estudios muestran que las alteraciones severas son raras (42,43), aunque los problemas emocionales leves y transitorios son comunes (41). Los resultados de un estudio que controló los síntomas emocionales antes del desastre, mostraron que las inundaciones precipitaron importantes reacciones psicológicas al estrés y al esfuerzo (43). Probablemente, los ancianos y las personas muy jóvenes tienen un riesgo mayor de presentar reacciones psicológicas, por variadas razones. Los factores psicosociales se discutieron en el capítulo 6, 'Consecuencias de los desastres en la salud mental'.

### *Otros problemas sanitarios potenciales*

El desalojo de las sepulturas en los cementerios inundados también ha sido objeto de interés por la seguridad pública y por la afectación mental de los familiares de los muertos que han quedado expuestos por la inundación.

La contaminación de los pozos después de extensas inundaciones ha llevado a la preocupación con respecto a la seguridad del agua de bebida. Por ejemplo, después de las inundaciones en el medio oeste en 1993, las autoridades locales y federales condujeron estudios regionales en 9 de los estados afectados para determinar la prevalencia de pozos contaminados con atracina, coliformes y nitratos.

Un problema potencial, suscitado a partir de las inundaciones de 1993 en el oeste medio de los Estados Unidos, tiene que ver con los efectos sanitarios de los mohos y de los hongos. Actualmente están bajo estudio para determinar si han tenido algún impacto negativo en el sistema respiratorio.

## **Factores que influyen en la mortalidad y la morbilidad**

En años recientes, los resultados de los estudios epidemiológicos han ampliado el conocimiento de los factores de riesgo para la mortalidad y la morbilidad. Estos

resultados han originado el desarrollo de estrategias para reducir o evitar muertes, enfermedades o lesiones a las poblaciones en riesgo.

### Factores naturales

La velocidad de las corrientes y el terreno de un área pueden predisponer a los residentes y transeúntes al riesgo de muerte o lesiones. La mayoría de las muertes ocurridas durante una inundación en Puerto Rico, a comienzo de 1992, sucedió cuando una oleada particularmente violenta de agua siguió a una premonitoria más pequeña que llevaba hojas y otros detritos (9). Además, los hallazgos topográficos de las áreas inundadas pueden representar un gran riesgo para los motoristas y transeúntes. Por ejemplo, en Puerto Rico, los receptáculos del drenaje difieren en longitud y grado de pendiente. Donde son largos pero poco pendientes, se han presentado muertes de motoristas que cruzaban los puentes sumergidos; de forma similar, también ocurrieron muertes cerca de los drenajes cortos y pendientes cuando surgieron inesperadamente olas violentas en el área (9).

Secundariamente, pueden ocurrir deslizamientos de tierra en los desastres por inundaciones, lo cual incrementa los riesgos. Después de la gran inundación causada por una tormenta tropical en Puerto Rico en 1988, casi la mitad de las muertes se atribuyó a asfixia traumática por los deslizamientos de tierra (20).

### Factores generados por el hombre

Los asentamientos humanos frecuentemente están en áreas propensas a inundaciones con el consiguiente incremento de la vulnerabilidad de la comunidad a los efectos de estos fenómenos. Aunque se han instaurado medidas de control a través de los planes de manejo en algunas áreas del mundo, los valles a la ribera de los ríos y las zonas costeras continúan atrayendo un gran número de colonos por obvias razones económicas y sociales.

La falta de conciencia sobre los peligros de los rápidos movimientos de las aguas de las inundaciones ha llevado a comportamientos inadecuados en las personas. De ahí que las actividades recreativas como vadear, montar en bicicleta o conducir en aguas de inundación causaron varias muertes durante las inundaciones del medio oeste en los Estados Unidos (17). Los motoristas en particular están en alto riesgo de morir cuando conducen en aguas turbulentas o cuando el tráfico es desviado por las inundaciones (9,10,17,18,37). De hecho, de todas las muertes por ahogamiento relacionadas con inundaciones, la mayoría ocurrió entre los ocupantes de automotores (9,17,18). Esas muertes se pueden atribuir en parte a la concepción errada de la protección que brinda el vehículo en aguas en ascenso o correntosas. Cuando se conduce a través del agua, los vehículos se tornan más boyantes ya que el impulso del agua se transfiere al auto. Por ejemplo, por cada 30 cm de agua al lado del carro, un estimado de 1.500 libras de fuerza le son aplicadas debido al agua desplazada. Por consiguiente, no más de 60 cm de agua son capaces de barrer a la mayoría de los vehículos (11).

El uso de alcohol y de otras sustancias compromete el juicio e incrementa el riesgo de mortalidad y morbilidad en las inundaciones. En Puerto Rico, durante una inundación ocurrida una tarde de festejo en 1992, 12 (75%) de los 16 adultos que murieron, tenían niveles de alcohol en sangre superiores a 0,01%. De éstos, 5 tenían valores por encima de 0,1% (9).

Paradójicamente, la ingeniería para el control de inundaciones puede contribuir a mayores pérdidas humanas y daños físicos (por ejemplo, fallas en los diques). En la mayoría de programas estratégicos de mitigación de inundaciones, la planificación de las barreras de control, incluyendo el diseño y la construcción de estructuras, intenta reducir los efectos de inminentes inundaciones. Esos controles incluyen la elevación de los terraplenes, su protección de la erosión, el manejo de los sistemas de drenaje y la promulgación de las regulaciones de seguridad de los diques (44). Durante las inundaciones de Georgia en julio de 1994, la mitad de las muertes en el condado de Sumter fueron atribuidas por las autoridades locales a la ruptura de los diques cuyas aguas inundaron los esteros circundantes, lo cual causó la expansión del desastre (18).

## Medidas de prevención y control

La severidad de estos desastres está bastante influida por las fases en el tiempo en las que ocurre el evento. Conocido como el ciclo del desastre, las fases temporales que conforman un evento desastroso incluyen las medidas de mitigación y las actividades de alerta, preparación, respuesta y recuperación, propuestas por Western y modificadas por Cuny (45,46). Antes, durante y después del evento, las actividades pueden ser asumidas por la población en riesgo y por los funcionarios de emergencia para prevenir o reducir el riesgo de lesiones, enfermedad o muerte.

### Mitigación

Se define como la reducción de los efectos peligrosos de un desastre, para limitar su impacto sobre la salud humana y la infraestructura económica. En el pasado, las medidas de mitigación se han usado en los campos tradicionales de ingeniería y planificación urbana; en la actualidad, esas medidas se refieren a las modificaciones estructurales u orientadas políticamente que pueden ser independientes de un desastre específico. Las actividades mitigadoras relacionadas con las inundaciones reducen las muertes y las lesiones garantizando la seguridad estructural por medio del refuerzo adecuado de los códigos de construcción, la promulgación de legislación para reubicar las estructuras lejos de las áreas en riesgo de inundación, la planificación del uso apropiado de la tierra y el manejo de las costas y planicies inundables. Algunas acciones mitigadoras incluyen estrategias de ingeniería y administrativas, usadas para asegurar la seguridad pública cuando la inundación es inminente. Las estructuras para el control de inundaciones adecuadamente diseñadas y construidas, como diques y terraplenes, ofrecen alguna protección; sin embargo, fallan de vez en cuando, como lo mostró la

inundación en el medio oeste norteamericano durante el verano de 1993. En un esfuerzo por promover los movimientos de población lejos de las áreas propensas a inundaciones, algunas políticas de control propenden por iniciar compras de viviendas y convertir tales áreas a lo largo de los ríos en humedales. A pesar de eso, los asentamientos humanos en esas áreas continúan creciendo.

### Alerta y preparación

La detección temprana, la alerta y la respuesta apropiada de los ciudadanos a esas alertas, han probado ser efectivas en la reducción de las muertes por inundaciones. En los Estados Unidos, los pronósticos del tiempo y los avisos sobre fenómenos climáticos peligrosos han mejorado la seguridad pública por inundaciones en los últimos años (5). También, muchos países han implementado programas de seguimiento del clima y alertas que llevan a las autoridades oficiales a tomar acciones apropiadas como la evacuación y los refugios. En general, tales sistemas tienen dos componentes que se basan en la duración esperada de la inundación y la extensión del área afectada. Montados en el uso de patrones climáticos a gran escala, los *observatorios* se instalan cuando las condiciones meteorológicas indican que el clima adverso puede afectar un área (47). Cuando los meteorólogos determinan qué condiciones amenazan la vida o la propiedad, los observatorios pasan a emitir advertencias (47). Un factor crucial es la oportunidad con la cual los observatorios y las advertencias son comunicados al público. Durante la inundación relámpago de Puerto Rico en 1992, 20 de las 23 muertes ocurrieron antes de que las dos se transmitieran a las municipalidades específicas (9). Además, la difusión se debe adelantar considerando el tiempo de recepción de las alertas por parte del público. Las inundaciones en Puerto Rico sucedieron la Noche de Reyes, una fiesta en toda la isla, cuando la mayoría de los residentes no estaba en su casa y, probablemente, no había tenido acceso a los medios de difusión (9).

Como ya se discutió, los comportamientos apropiados son críticos en la prevención de las muertes, las lesiones y las enfermedades. De ahí, la importancia del diseño de mensajes efectivos para lograr obtener el comportamiento que se persigue. Los grupos especiales de la población pueden estar en un riesgo particular ante los efectos de las inundaciones. Se incluyen los ancianos, los inmigrantes que no hablan el lenguaje local, los discapacitados y los residentes en áreas remotas, para quienes la toma de medidas salvadoras puede requerir alertas especiales o exigir más tiempo que el usual antes de darse una evacuación segura.

Los avances en ciencia y tecnología (mejores radares, satélites y sistemas de procesamiento de información), sirenas y el uso público de canales dedicados al clima han mejorado la oportunidad de los observatorios y de las advertencias en las inundaciones. La efectividad en los sistemas de detección y alerta se puede evaluar y se pueden dar recomendaciones de estándares apropiados para tales sistemas (47).

### Evaluación de necesidades

Después del impacto de las inundaciones, se debe adelantar una evaluación rápida

de las necesidades para determinar la salud y los requerimientos médicos de la comunidad afectada. Esas actividades son especialmente importantes después del impacto súbito, durante el cual los tipos, las cantidades y la entrega de servicios para cubrir las necesidades, varían diariamente durante el período de socorro. El establecimiento de las necesidades consiste en la aplicación de un cuestionario estandarizado que determina el estado de salud, los requerimientos médicos y farmacéuticos, el estado de los servicios públicos de salud y la condición de servicios públicos como el suministro de agua, los sistemas de alcantarillado y de electricidad. Se pueden seleccionar aleatoriamente individuos u hogares con el fin de obtener esta información. En forma similar, los departamentos locales de salud se pueden estudiar para determinar el impacto y las necesidades de estas autoridades (28,48). Se pueden desarrollar varias investigaciones en el curso del período de emergencia (usualmente 1 semana) para detectar los cambios en la naturaleza de la emergencia.

## Vigilancia

Una actividad fundamental después de la inundación es la vigilancia de la mortalidad y de la morbilidad asociadas con el desastre. La vigilancia de la mortalidad permite determinar la naturaleza y las circunstancias que rodearon las muertes con el fin de tomar acciones preventivas apropiadas en los futuros eventos. La vigilancia de la morbilidad se conduce para determinar: 1) cualquier incremento de las enfermedades endémicas del área; 2) cualquier caso de enfermedad infecciosa (transmitida o no por el agua) que deba ser controlada, y 3) cualquier caso de lesiones que pueda requerir la formulación de consejos al público o el control de poblaciones de animales o insectos. Los sistemas específicos de vigilancia en las inundaciones deben determinar también cualquier incremento en las poblaciones de vectores como mosquitos e incluir la vigilancia de las fuentes de agua, ya sean pozos públicos o privados, basada en el laboratorio.

Se deben establecer definiciones de muertes, enfermedades o lesiones relacionadas con la inundación, antes de implementar el sistema de vigilancia. Las autoridades locales de salud deben determinar el tiempo que debe operar el sistema de vigilancia, usualmente un mes desde la respuesta hasta la recuperación. En las inundaciones ribereñas, este período puede requerir su extensión, particularmente cuando las lluvias intensas y las inundaciones repentinas persisten durante la estación lluviosa. Un sistema idóneo de vigilancia en inundaciones debe incluir el reporte de los diferentes tipos de proveedores de servicios médicos y de salud (médicos, trabajadores comunitarios de salud) y ubicación de los mismos (hospitales, consultorios privados, refugios en campo). Además, se deben tomar oportunamente decisiones con respecto a la inclusión de las diferentes fuentes de notificación y cada esfuerzo debe estimular a que las organizaciones que provean cuidados médicos (ONG, voluntarios) se sometan al sistema local de información en salud. Es importante incluir en los programas de monitorización de enfermedades y lesiones el resultado (pacientes tratados, hospitalizados, dados de alta, defunciones), en especial si se está planeando el seguimiento epidemiológico.

Los hallazgos del sistema de vigilancia deben ser recogidos, analizados y difundidos periódicamente a quienes toman decisiones, usualmente sobre bases semanales. Detalles adicionales al respecto aparecen en el capítulo 3, 'Vigilancia y epidemiología'.

### Respuesta y recuperación

Existen varios asuntos específicos que están muy cercanos a la salud pública y a la seguridad luego del impacto de una inundación (49). Entre estos asuntos se incluyen: 1) la calidad del agua, 2) la seguridad alimentaria, 3) el saneamiento ambiental y la higiene, 4) las precauciones durante las actividades de limpieza, 5) las potenciales inmunizaciones según lo determinen las autoridades locales de salud (vacunación antitetánica a los lesionados de acuerdo con su historia personal de inmunización), 6) las medidas protectoras ante vectores potenciales como mosquitos, roedores y otros animales salvajes, 7) los riesgos químicos y 8) las medidas para la salud y el bienestar mental como la reducción del estrés y la consejería a víctimas y encuestados. La toma de medidas protectoras y preventivas durante este período puede disminuir significativamente las consecuencias adversas para la salud pública en las inundaciones.

Cuando ocurren inundaciones, las autoridades locales de salud necesitarán información sobre los requerimientos de emergencia, la entrega de servicios o suministros a las comunidades y el control de los efectos adversos en salud. Las autoridades locales pueden trabajar con sus contrapartes para implementar recomendaciones surgidas de los estudios epidemiológicos anteriores de desastres hidrológicos (por ejemplo, controlar el acceso a las áreas donde comúnmente han ocurrido muertes de conductores). Entre las recomendaciones de la investigación de las circunstancias de muerte después de las inundaciones en Missouri en 1994, se incluyeron: la identificación de las vías inundadas para bloquearlas al acceso vehicular, asegurarse que haya avisos de peligro en los sitios de alto riesgo potencial y estimular y reforzar los medios de alerta pública (37).

### Educación continuada en salud para el público

Las recomendaciones sobre saneamiento e higiene son determinadas por los departamentos locales de salud y varían de uno a otro sitio. En general, es fundamental estimular al público a mantener las medidas apropiadas de saneamiento e higiene después de los desastres hidrológicos y puede ser necesario el refuerzo de los mensajes de alerta. Las guías detalladas de prevención para individuos y hogares se encuentran en el folleto del CDC: *Beyond the flood: a prevention guide for personal health and safety* (49).

### Vacíos de conocimiento

Aunque el riesgo de ahogarse mientras se conduce un vehículo durante una inundación ha sido bien dilucidado, se deben estudiar otros importantes vacíos en el

conocimiento epidemiológico. La siguiente es una lista de esos vacíos relacionados con los efectos de las inundaciones en la salud pública:

- La asociación entre la mortalidad y los hallazgos topográficos de las áreas alrededor del sitio donde ocurrieron las muertes.
- La asociación entre la mortalidad y el tipo de medidas mitigadoras que se tomaron (por ejemplo, los sistemas de barrera o de drenaje, los terraplenes y los diques).
- La falta de conocimiento de las relaciones entre los factores de riesgo en los estudios epidemiológicos y los factores de riesgo de los análisis clásicos (por ejemplo, la determinación de los predictores de muertes en la ruptura de represas y en las inundaciones repentinas) (50).
- Los efectos adversos de las exposiciones químicas y biológicas debidas a la inundación.
- Las consecuencias en la salud asociadas con los hoyos sopladores inundados o con las grandes cavernas subterráneas para minería.
- El papel del sector salud en la labor intersectorial de preparación y respuesta ante el desastre (51).

## **Problemas metodológicos de los estudios epidemiológicos en las inundaciones**

Se han identificado los siguientes problemas metodológicos en anteriores estudios:

- En el reconocimiento de casos en condiciones relacionadas con la inundación, los criterios para determinar si una muerte, enfermedad o lesión está relacionada con el fenómeno están aún por ser totalmente estandarizados y evaluados. Por tanto, cuando se comparan varias bases de datos o estudios sobre la mortalidad y la morbilidad, surgidos de una inundación, es importante conocer las definiciones de caso que se utilizaron en cada investigación.
- Puede esperarse una mala clasificación de la enfermedad, lesión o muerte relacionada con el evento cuando ocurren al mismo tiempo múltiples tipos de desastres. Las inundaciones, en particular, pueden resultar de lluvias intensas que frecuentemente acompañan a los huracanes. Una inundación seria puede causar deslizamientos de lodo que pueden ser más peligrosos que la misma inundación.
- El período de seguimiento de un desastre por inundación para que se cuenten los muertos, enfermos y lesionados aún está por establecerse. En el pasado, la determinación de ese período (usualmente un mes después de la inundación) se ha dejado en manos de las autoridades locales. La restricción de estas actividades a un mes puede ser inapropiada en los desastres por inundación, ya que si las lluvias intensas continúan, pueden ocurrir repetidamente inundaciones repentinas durante el curso de varias semanas.

## Recomendaciones para investigación

- La vigilancia de la morbilidad, la mortalidad, las lesiones, las poblaciones de vectores y de salud ambiental debe continuar a lo largo de los períodos de respuesta y recuperación. Cualquier condición inusual se debe anotar y se deben adelantar investigaciones o estudios especializados con el fin de hacer las intervenciones apropiadas.
- Estudios sistemáticos de sensibilidad, calidad y utilidad de la información recolectada por los diversos sistemas de vigilancia, basándose en los tipos de fuentes de datos (por ejemplo, hospitales, consultorios médicos privados, clínicas de campo, etc.).
- Investigaciones sobre la efectividad de los observatorios locales y los sistemas de alarma para lograr la evacuación. Se deben investigar tanto los sistemas de alerta pasivos como los activos.
- Estudios para identificar los factores de riesgo hidrológicos y meteorológicos adicionales para la mortalidad, tales como la velocidad de la corriente y la topografía del área circundante.
- Estudios para examinar el impacto de las estructuras y prácticas mitigadoras (por ejemplo, diques, represas, uso de terrenos de aluvión) en el incremento o disminución de la mortalidad.
- Investigaciones para evaluar los efectos sobre la salud de cualquier liberación de productos tóxicos en las aguas de la inundación, especialmente donde los químicos industriales y agrícolas se almacenan y transportan regularmente.
- Estudios para determinar cualquier efecto adverso en la salud debido a la preparación de actividades ante las inundaciones (por ejemplo, terraplenes apuntalados, construcción de malecones, etc.).
- Investigaciones para establecer cualquier efecto adverso en la salud relacionado con exposiciones biológicas, químicas y físicas durante el período de recuperación.

## Resumen

Las inundaciones son los eventos más frecuentes entre todos los desastres naturales y son responsables de un estimado del 40% de los daños. En los Estados Unidos, son la mayor causa de mortalidad por desastres naturales.

Los riesgos son tanto de origen natural como generados por el hombre. Los factores naturales incluyen la topografía y las características propias de las áreas y de los sistemas de drenaje alrededor de los ríos y de otras rutas de las aguas. Los riesgos generados por el hombre incluyen el diseño y la construcción de los muros de contención, los sistemas de observación o alerta insensibles, los comportamientos inadecuados de la gente al enfrentar una inundación y el incremento de los asentamientos humanos en los sitios propensos como las costas.

Entre los asuntos específicos de salud pública en este tipo de desastre, se incluyen: la calidad del agua, la seguridad alimentaria, el saneamiento y la higiene, las precauciones durante las actividades de limpieza, las inmunizaciones determinadas localmente, las medidas contra las enfermedades transmitidas por vectores, la potencial liberación de sustancias tóxicas y las consecuencias adversas en la salud mental.

Los sistemas efectivos de observación y alerta, especialmente para las inundaciones repentinas, son absolutamente críticos para la seguridad pública. La oportuna comunicación a través de los medios noticiosos disponibles para la mayoría de personas a una hora particular y la presentación de las alertas de manera que puedan ser entendidas por la mayoría de las personas en un área geográfica o cultura dadas, son factores importantes para reducir la mortalidad y la morbilidad.

En respuesta a las necesidades en salud que probablemente surjan, son recomendables los estudios epidemiológicos para determinar los requerimientos en servicios médicos; la continua vigilancia en salud pública y la monitorización de la mortalidad, la morbilidad, las poblaciones de vectores, el agua y los sistemas de alcantarillado, durante el período de recuperación.

## Referencias

1. Alexander D. *Natural disasters*. New York: Chapman & Hall, Inc.; 1993.
2. World Meteorological Organization. The role of the World Meteorological Organization in the International Decade for Natural Disaster Reduction. Report No. WMO-745. Geneva: World Meteorological Organization; 1990.
3. Frazier K. The violent face of nature-severe phenomena and natural disasters. New York: William Morrow & Company Inc.; 1979.
4. Gunn SWA. *Multilingual dictionary of disaster medicine and international relief*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers; 1990.
5. National Research Council. *The U.S. national report. Facing the challenge*. Washington, D.C.: National Academy Press; 1994.
6. Parrett C, Meicher NB, James RW Jr. *Flood discharges in the upper Mississippi River Basin*. U.S. Geological Survey Circular 1120-A. Denver, CO: U.S. Government Printing Office; 1993.
7. Organization of American States. *Primer on natural hazard management in integrated regional development planning*. Washington, D.C.: Organization of American States; 1991.
8. Seaman J. *Epidemiology of natural disasters*. Basel: S. Karger; 1984.
9. Staes C, Orengo JC, Malilay J, Noji E, Rullán J. Deaths due to flash floods in Puerto Rico. January, 1992: implications for prevention. *Int J Epidemiol* 1994;23:968-75.
10. Grunfest E, Huber CJ. Toward a comprehensive national assessment of flash flooding in the United States. *Episodes* 1991;14:26-35.
11. National Weather Service/American Red Cross/Federal Emergency Management Agency. *Flashfloods and floods... the awesome power!: a preparedness guide*. Report No. NOAA/PA 92050, ARC 4493. Washington, D.C.: U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service; 1992.
12. French JC. Floods. In: Gregg MB, editor. *The public health consequences of disasters*. Atlanta: Centers for Disease Control; 1989. p.39-49.

13. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. *World Disasters Report 1993*. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers; 1993.
14. National Weather Service (NWS). *Summary of natural hazard deaths for 1991 in the United States*. Rockville, MD: National Weather Service; 1992.
15. United Nations Disaster Assessment and Coordination Team. *Floods in southern China, 27 June to 11 July, 1994, report*. Beijing, People's Republic of China: United Nations Disaster Assessment and Coordination Team; 1994.
16. French J, Ing R, Von Allmen S, Wood R. Mortality from flash floods: a review of the National Weather Service Reports, 1969-81. *Public Health Rep* 1983;98:584-8.
17. Centers for Disease Control and Prevention. Flood-related mortality-Missouri, 1993. *MMWR* 1993;42:941-3.
18. Centers for Disease Control and Prevention. Flood-related mortality-Georgia, July 1994. *MMWR* 1994;43:526-9.
19. Duclos P, Vidonne O, Beuf P, Perray P, Stoebner A. Flash flood disaster - Nimes, France, 1988. *Eur J Epidemiol* 1991;7:365-71.
20. Dietz VJ, Rigau-Perez JG, Sanderson LM, Diaz L, Cunn RA. Health assessment of the 1985 flood disaster in Puerto Rico. *Disasters* 1990;14:164-70.
21. Aghababian RV, Teuscher J. Infectious disease following major disasters. *Ann Emerg Med* 1992;21:362-7.
22. Toole MJ. Communicable disease epidemiology following disasters. *Ann Emerg Med* 1992;21:418-20.
23. Western KA. *Epidemiologic surveillance after natural disaster*. Scientific Publication No.420. Washington, D.C.: Pan American Health Organization; 1982.
24. Dai Z. No epidemics despite devastating floods. *Chin Med J* 1992;105:531-4.
25. Blake PA. Communicable Disease Control. In: Gregg MB, editor. *The public health consequences of disasters*. Atlanta: Centers for Disease Control; 1989. p.7-12.
26. Centers for Disease Control and Prevention. Current trends flood disasters and immunization- California. *MMWR* 1983;32:171-2, 178.
27. Centers for Disease Control and Prevention. Outbreak of diarrheal illness associated with a natural disaster-Utah. *MMWR* 1983;32:662-4.
28. Centers for Disease Control and Prevention. Public health consequences of a flood disaster-Iowa, 1993. *MMWR* 1993;42:653-5.
29. Centers for Disease Control and Prevention. Morbidity surveillance following the Midwest flood-Missouri, 1993. *MMWR* 1993;42:797-8.
30. Centers for Disease Control and Prevention. Rapid assessment of vectorborne diseases during the Midwest flood, United States, 1993. *MMWR* 1994;43:481-3.
31. McCarthy MC, He J, Hyams KC, El-Tigani A, Khalid IO, Carl M. Acute hepatitis E infection during the 1988 floods in Khartoum, Sudan. *Trans Roy Soc Trop Med and Hyg* 1994;88:177.
32. Homeida M, Ismail AA, El Tom I, Mahmoud B, Ali HM. Resistant malaria and the Sudan floods [letter]. *Lancet* 1988;2:912.
33. Novelli V, El Tohami TA, Osundwa VM, Ashong F. Floods and resistant malaria [letter]. *Lancet* 1988;2:1367.
34. Barclay AJG, Coulter JBS. Floods and resistant malaria [letter]. *Lancet* 1988;2:1367.
35. Siddique AK, Baqui AH, Eusof A, Zaman K. 1988 floods in Bangladesh: pattern of illness and causes of death. *J Diarrhoeal Dis Res* 1991;9:310-4.
36. Janerich DT, Stark AD, Greenwald P, Burnett WS, Jacobson HI, McCusker J. Increased leukemia, lymphoma, and spontaneous abortion in western New York following a flood disaster. *Public Health Rep* 1981;96:350-6.

37. Missouri Department of Health. *Flood mortality statistics, summer/fall 1993*. Jefferson City, MO: Missouri Department of Health; 1993.
38. American Red Cross/Federal Emergency Management Agency. *Repairing your flooded home*. Report No.ARC4477/FEMA234. Washington, D.C.: Federal Emergency Management Agency; 1992.
39. Coolsby DA, Battaglin WA, Thurman EM. *Occurrence and transport of agricultural chemicals in the Mississippi River Basin, July through August 1993*. United States Geological Survey Circular 1120-C. Denver, CO: U.S. Government Printing Office; 1993.
40. Kinston W, Rosser R. Disaster: effect on mental and physical state. *J Psychosomat Res* 1974;18:436-56.
41. Logue JN, Hansen H, Struening E. Emotional and physical distress following Hurricane Agnes in Wyoming Valley of Pennsylvania. *Public Health Rep* 1979;94:495-502.
42. Norris FH, Murrell SA. Prior experience as a moderator of disaster impact on anxiety symptoms in older adults. *Am J Community Psychol* 1988;16:665-83.
43. Phifer JF, Norris FH. Psychological symptoms in older adults following natural disaster: nature, timing, duration, and course. *J Gerontol* 1989;44:S207-17.
44. Watanabe M. Problems in flood disaster prevention. In: Starosolszky O, Melder OM, editors. *Hydrology of disasters. Proceedings of the World Meteorological Organization Technical Conference in Geneva, November 1988*. London: James & James; 1989. p.84-105.
45. Western K. *The epidemiology of natural and man-made disasters: the present state of the art* [dissertation]. London: University of London; 1972.
46. Cuny FC. Introduction to disaster management; lesson 2: concepts and terms in disaster management. *Prehospital and Disaster Medicine* 1993;8:89-94.
47. Belville JD. The National Weather Service warning system. *Ann Emerg Med* 1987;16:1078-80.
48. Pan American Health Organization. *Assessing needs in the health sector after floods and hurricanes*. Technical paper No.11. Washington, D.C.: Pan American Health Organization; 1987.
49. Centers for Disease Control and Prevention. *Beyond the flood. A prevention guide for personal health and safety*. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 1994.
50. De Kay ML, McClelland GH. Predicting loss of life in cases of dam failure and flash flood. *Risk Anal* 1993;13:193-205.
51. Shao XH. The role of health sectors in disaster preparedness: floods in southeastern China 1991. *Prehospital and Disaster Medicine* 1993;8:173-5.