

## En la mayoría de países es responsabilidad de las autoridades locales poner a disposición de las poblaciones un agua sin riesgo para la salud

Los riesgos relacionados con el consumo de un agua no potable son múltiples y tenerlos en cuenta forma parte de la responsabilidad de las autoridades elegidas para ello. Tradicionalmente, se hace una distinción entre los riesgos a corto plazo y los riesgos a medio o largo plazo.

### Riesgos a corto plazo

Beber un solo vaso de agua de dudosa calidad puede suponer un riesgo.

Normalmente se trata de un riesgo microbiológico a corto plazo. La protección contra dicho riesgo debe garantizarse 24 horas al día, 365 días al año.

### Riesgos a medio y largo plazo

Los riesgos a medio y largo plazo están relacionados con el consumo regular y continuo durante semanas, meses, e incluso años de un agua contaminada químicamente. Estos riesgos se deben tener en cuenta naturalmente, pero en ningún caso en detrimento de la protección contra el riesgo a corto plazo.

Para proporcionar un abastecimiento continuo de agua segura para consumo humano, deben seguirse algunas normas simples que permitan garantizar su buena calidad microbiológica. Entre ellas, la O.M.S. considera prioritarias las siguientes:

- ▶ utilizar un recurso hídrico de la mejor calidad posible,
- ▶ emplear todos los medios disponibles para proteger las captaciones,
- ▶ garantizar en forma permanente la desinfección del agua.

La protección de la población frente a enfermedades de origen hídrico depende de la aplicación y del cumplimiento de dichas normas.

## Las enfermedades de origen hídrico

En América Latina y el Caribe, los riesgos epidemiológicos relacionados con el consumo de agua contaminada por gérmenes muy virulentos, como son los del cólera, las fiebres tifoideas o la hepatitis vírica; así como la existencia de otras enfermedades de origen hídrico resultantes de la contaminación microbiológica de las aguas de consumo humano causan un gran impacto en la población. Por ejemplo, en 1991 surgió una epidemia de cólera que se extendió a 21 países, ocasionando 1'207,000 casos hasta 1997.

Aunque en los Estados Unidos el impacto es mucho menor, estas enfermedades siguen actuales, habiéndose presentado 248 epidemias de gastroenteritis a causa del agua, en el período 1981-1988.

### Efectos en la salud

Una gran cantidad de gérmenes pueden ser la causa de epidemias de origen hídrico: históricamente, las Salmonellas y las Shigellas fueron las que se identificaron primero. Hoy en día, otros microorga-

Escherichia coli



nismos como los Rotavirus, los Campylobacter o parásitos tales como Giardia se identifican también como responsables de las mismas.

La mayoría de los trastornos ocasionados por estos gérmenes son de una gravedad moderada presentándose a menudo en forma de gastroenteritis asociada con diarreas, dolores abdominales o vómitos. Dichos trastornos son por lo general de corta duración. Pueden afectar a algunas personas o a comunidades enteras, dependiendo de la calidad o del tipo de germen presente en el agua. Junto a estas epidemias "benignas", aparecen ocasionalmente enfermedades de origen hídrico mucho más graves.

El tipo de microorganismo, su modo de transmisión así como el perfil de las personas contaminadas determinan la gravedad de la infección: los niños de corta edad, las personas mayores, los inmunodeficientes o los enfermos representan los grupos de población más susceptibles a este riesgo. Los brotes de epidemias en las comunidades con un gran número de población susceptible (guarderías, escuelas, hospitales, etc.) cumplen a menudo el rol de centinela y de alerta para las autoridades.

## ESTUDIO DE CASO

### Una enfermedad olvidada: el cólera

*Las enfermedades hídricas aún están presentes. Se creía que la mejora de los sistemas de saneamiento y de suministro de agua potable, así como los avances en la higiene alimentaria habrían eliminado el cólera, como así sucedió en Europa y América del Norte a finales del siglo XIX.*

*En 1991 hizo su aparición una nueva epidemia en Perú. Hasta diciembre de 1997, se han contabilizado 1'207.313 casos en América, con un balance de 11.959 muertes.*

*El cólera sigue siendo un grave problema en gran cantidad de países de África y de Asia. En este último continente, se registraron 50.000 casos en 1991, con un balance de 1.286 muertes y en África 153.000 casos, con un cómputo de 13.998 muertes. Estas cifras oficiales son, con toda probabilidad, inferiores al cómputo real. En todos los casos, el agua fue la responsable.*

La infección puede ocurrir como resultado de beber agua contaminada, o a través de sus diversos usos cotidianos: preparación de comidas, aseo o incluso inhalación.

### Principales enfermedades de origen hídrico y agentes responsables

Enfermedades	Agentes
<b>Origen bacteriano</b> Fiebres tifoideas y paratifoideas  Disentería bacilar Cólera Gastroenteritis agudas y diarreas	Salmonella typhi Salmonella paratyphi A y B Shigella sp. Vibrio cholerae Escherichia coli enterotoxinógena Campylobacter Yersinia enterocolitica Salmonella sp. Shigella
<b>Origen vírico</b> Hepatitis A y E Poliomelítis Gastroenteritis agudas y diarreas	Virus hepatitis A y E Virus de la polio Virus de Norwak Rotavirus Enterovirus Adenovirus, etc.
<b>Origen parasitario</b> Disentería amebiana Gastroenteritis	Entamoeba histolytica Giardia lamblia Cryptosporidium

La contaminación microbiológica del agua ocurre por lo general a través de heces de origen humano o animal. La presencia, en las cercanías de una captación, de aguas residuales o excretas de personas enfermas o que son portadores sanos de patógenos, puede ser la causa de la contaminación del agua.

## Los microorganismos hídricos

### Características

Los microorganismos patógenos poseen diversas propiedades que les distinguen de los contaminantes químicos:

- ▮ no están en solución, sino que se presentan en forma de partículas. Pueden estar en suspensión libre o aglomerados en las materias suspendidas en el agua.
- ▮ El riesgo de contraer una infección no depende únicamente de la concentración media de microorganismos en el agua. La probabilidad de que un germen patógeno consiga implantarse en el organismo y provoque una infección depende de su grado de invasión, de su dosis mínima infectante así como del nivel inmunológico del individuo.
- ▮ Si se produce infección, los gérmenes patógenos se multiplican en el organismo huésped. Algunas bacterias patógenas pueden incluso multiplicarse en los alimentos y las bebidas, lo que perpetúa y aumenta los riesgos de infección. Ese no es el caso de los contaminantes químicos.
- ▮ Contrariamente a los efectos provocados por numerosas sustancias químicas, la relación dosis/efecto de los microorganismos patógenos no es acumulativa. Una única exposición a un microorganismo patógeno puede bastar para provocar una enfermedad.

Debido a estas propiedades, no se puede establecer un límite inferior tolerable para los microorganismos patógenos.

El agua destinada al consumo humano, a la preparación de los alimentos o a la higiene personal no debe contener ningún microorganismo patógeno para el hombre

### Vigilancia de las aguas de consumo humano

Resulta teórica, técnica y financieramente imposible investigar en el agua de consumo humano todos los microorganismos patógenos susceptibles de provocar infecciones de origen hídrico. En efecto, no se concibe el estudio de todos los agentes patógenos debido a:

- ▮ La dificultad de que todos los laboratorios responsables por el monitoreo de la calidad de las aguas de consumo humano identifiquen sistemáticamente estos microorganismos.
- ▮ La imposibilidad de aislar algunos de ellos con las técnicas analíticas actuales.
- ▮ La presencia, por lo general irregular, de microorganismos patógenos en el agua de consumo humano. Debido a esto, para garantizar que el agua es totalmente segura, la detección debería hacerse en forma continua, pero en la actualidad no existen técnicas disponibles para efectuar esto.
- ▮ El largo tiempo requerido para obtener los resultados de los análisis, aún en el caso que existieran técnicas confiables, no permitiría un control eficaz de la calidad del agua, y por tanto una protección satisfactoria del consumidor.

Los higienistas han tenido que recurrir, por consiguiente, a métodos indirectos para evaluar la contaminación de las aguas, tales como: **indicadores de contaminación fecal ó bacterias "testigo"**.

La gran mayoría de los microorganismos patógenos transmitidos por el agua son de origen fecal. Consecuentemente, su monitoreo se basará en demostrar la presencia de los microorganismos más representativos indicadores de esa contaminación.

En adición, los indicadores deben tener algunas características particulares: ser poco o nada patógenos, fáciles y rápidos de detectar a un costo moderado. Además, deberán presentar una resistencia a los tratamientos físico-químicos (sedimentación, filtración, desinfección), similar a la de los microorganismos patógenos. Esta característica en particular, permitirá evaluar la eficacia de los diversos tratamientos del agua para remover estos microorganismos.

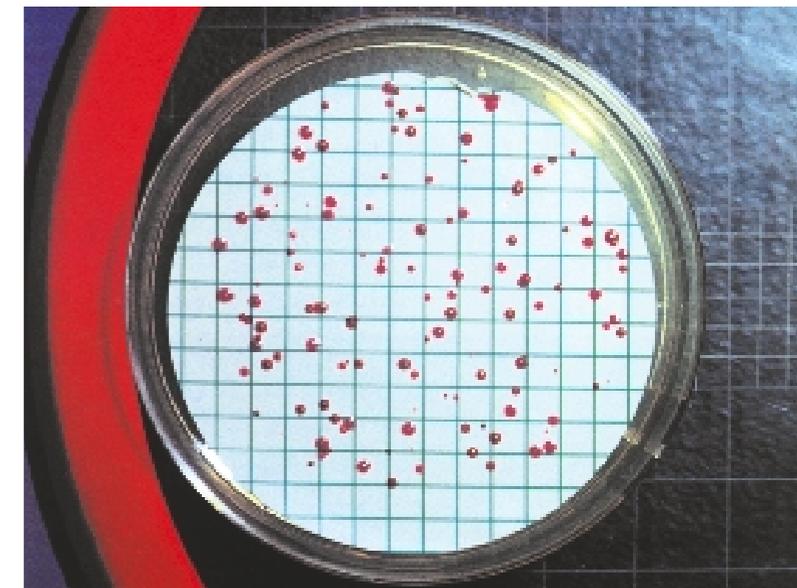
Hoy en día, las bacterias coliformes termotolerantes, a menudo llamadas erróneamente coliformes fecales o *Escherichia coli*, constituyen el indicador de referencia comúnmente aceptado por todos. Otros grupos de microorganismos, como los coliformes totales y los *Clostridium sulfitorreductores*, se utilizan igualmente como indicadores de la eficacia del tratamiento.

Si se detectan coliformes fecales puede afirmarse que el agua ha sido contaminada y por tanto representa un riesgo potencial. A iniciativa de las autoridades sanitarias se podrán realizar estudios adicionales que requieran la aplicación de técnicas analíticas especiales.

Si no se encuentran microorganismos indicadores, puede asumirse que el agua cumple con las normas. Sin embargo, sigue existiendo un ligero riesgo de que el agua pueda estar contaminada por microorganismos de origen fecal o de otro origen, en particular por virus y protozoos. En opinión de expertos de la O.M.S., este riesgo es muy remoto.

**Un agua que no contiene microorganismos indicadores se considerará como un agua microbiológicamente apta para beber**

La lucha contra las enfermedades infecciosas de origen hídrico ha constituido a lo largo de los últimos decenios (y aún hoy constituye en gran número de países) un objetivo primordial de salud pública que requiere diversas soluciones técnicas. Entre éstas, la desinfección del agua sigue siendo el método más eficaz y extendido.



Cultivo de gérmenes en laboratorio

## La desinfección del agua

La operación que asegura protección contra el riesgo de infecciones de origen hídrico se denomina desinfección: este es el tratamiento que debe aplicarse prioritariamente cuando el agua está contaminada, o cuando no se puede garantizar su potabilidad natural de forma permanente.

La desinfección del agua se puede conseguir por diversos medios físicos o químicos:

- ▮ **Ebullición:** para obtener un agua perfectamente desinfectada a nivel del mar, ésta debe hervirse por un minuto. Debe agregarse un minuto adicional de ebullición por cada aumento de 1.000 metros de altitud.
- ▮ **Rayos ultravioletas:** la eficacia de la desinfección usando esta técnica está estrechamente ligada a la calidad del agua que va a ser tratada. Por tanto debe usarse sólo en casos muy particulares. Además, debe considerarse que este tratamiento no tiene efecto residual<sup>1</sup>. Por otra parte, no genera ningún subproducto.

(1) Residual: persistencia en el tiempo de ciertas características (poder biocida en el presente caso).



Bomba dosificadora de inyección de solución clorada

► **Procesos químicos:** los reactivos químicos más comunes son el cloro y sus derivados y el ozono junto con el bióxido de cloro. De todos ellos el cloro en forma de cloro gaseoso, de hipoclorito de sodio (lejía) o de hipoclorito de calcio (en polvo), es el biocida<sup>2</sup> más empleado y el más antiguo (ver anexo: los diferentes productos clorados).

En un principio, el empleo del cloro se basó en la idea de una relación entre enfermedades de origen hídrico y mal olor del agua (olor "séptico"). Si bien es anterior al descubrimiento de las bacterias responsables de la contaminación del agua, el uso del cloro para desodorización del agua ha resultado ser muy eficaz. Este descubrimiento empírico contribuyó a mantener la creencia de que el olor era el que provocaba enfermedades. Por esa razón, las primeras normas de potabilidad hacían referencia a las características organolépticas<sup>3</sup>: "el agua debe ser inodora, insípida, incolora y transparente".

No fue hasta después de 1880, y gracias a los trabajos de científicos como Pasteur y Escherich, que se descubrió el origen microbiológico de las enfermedades hídricas y se explicó la acción bactericida del cloro.

En Europa, la generalización de la cloración de las aguas hizo desaparecer, en un gran número de países, las epidemias de fiebre tifoidea y de cólera. En América Latina ésta es una meta a alcanzar, ya que su cobertura de desinfección solo llega al 60%.

La desinfección con cloro sigue siendo la mejor garantía de un agua microbiológicamente segura

La concentración de reactivo químico biocida, así como el tiempo de contacto agua-biocida son los principales elementos que determinan la buena desinfección de un agua. Se debe tener en cuenta la calidad físico-química del agua que se va a tratar, para determinar cuál es la correcta concentración y tiempo de contacto.

## Los subproductos de la desinfección

La inyección de cloro, poderoso oxidante, en aguas cargadas de materias orgánicas da lugar a reacciones químicas particulares. En especial el amoníaco, el hierro, el manganeso y los sulfuros, reaccionan fácilmente con el cloro.

Desde 1974 se ha prestado atención a las reacciones secundarias más complejas, en particular con ciertas materias orgánicas presentes de forma natural en el agua. Se trata esencialmente de los ácidos húmicos y de los ácidos fúlvicos. La consecuencia de estas reacciones secundarias es la producción de moléculas químicas particulares denominadas "organocloradas"<sup>4</sup>. Algunas de dichas sustancias han resultado cancerígenas en animales de laboratorio.

(2) Biocida: que tiene la facultad de matar microorganismos. A menudo, se hace referencia al término "desinfectante" para calificar un reactivo químico biocida.

(3) Organoléptico: relativo a los sentidos: gusto, olfato, etc.

(4) Los más comunes son: los trihalometanos, (cloroformo...), los compuestos clorados del ácido acético y del acetónitrilo. Las cantidades totales fo.

Algunos estudios han demostrado pequeñas asociaciones estadísticas con los cánceres de estómago, de intestino grueso, de recto o, más recientemente, de páncreas. El Centro Internacional de Investigación sobre el Cáncer (CIIC) ha evaluado estos estudios, concluyendo que no es posible afirmar que el consumo de agua potable clorada pueda derivar en cánceres en el hombre.

No obstante, tras estos descubrimientos, algunos países adaptaron su reglamentación para tomar en consideración los riesgos a largo plazo provenientes de los subproductos de la desinfección.

En ciertos casos, esto ha provocado la sustitución del cloro por otros desinfectantes químicos, como el bióxido de cloro o el ozono. Otros trabajos recientes han demostrado que dichos reactivos también provocan la formación de moléculas con riesgos, asimismo, a largo plazo.

La nueva edición de las "Guías de Calidad para el Agua Potable", publicadas por la O.M.S., da información técnica detallada acerca de estos compuestos químicos, proponiendo valores-guía para su concentración.

Sin embargo, todos los conocimientos disponibles hasta la fecha, relativos a las reacciones secundarias provocadas por los reactivos usados en la desinfección química, confirman que la desinfección del agua sigue siendo el tratamiento prioritario en cualquier caso.

Es conveniente, por tanto, adoptar los siguientes objetivos:

- Dar preferencia al uso de recursos protegidos naturalmente, en lugar de usar aguas subterráneas de acuíferos vulnerables, o aguas superficiales cuya calidad pueda requerir la aplicación de tratamientos complejos.
- Realizar el mejor tratamiento previo posible del agua, que permita eliminar la mayor cantidad de materia orgánica.
- Introducir o mantener el tratamiento de desinfección que se requiera. Bajo ninguna circunstancia la de tección de subproductos de la desinfección debe ocasionar la reducción de este tratamiento, ó peor aún interrumpirlo.



Clorómetro con botellas de cloro

## Aspectos técnicos

Se puede obtener agua potable tanto de forma directa, cuando se usa una fuente de agua subterránea de alta calidad y bien protegida, o también utilizando un agua no potable, la cual se somete a una serie de tratamientos adecuados capaces de reducir la concentración de contaminantes a un nivel que no signifique riesgo para la salud.

Cada etapa del tratamiento supone un obstáculo a la transmisión de las infecciones. Los tratamientos previos a la desinfección final deberían ser por sí mismos capaces de producir un agua de buena calidad microbiológica, constituyendo así esta última desinfección tan sólo una última barrera de seguridad.

La desinfección como tratamiento único solamente se podrá utilizar para aguas subterráneas claras y bien filtradas por el suelo.