

# Fuentes de agua y contaminación biológica

---

Dr. Guy Carvajal Carranza

La mayoría de patógenos humanos emergentes y re-emergentes acuáticos son zoonóticos. Las infecciones de origen acuático son la causa mayor de morbilidad y mortalidad mundial. Aunque una proporción muy significativa del total de enfermedades son causadas por los patógenos clásicos relacionados con el agua, como tifoidea y el cólera, se observa frecuentemente la emergencia de nuevos patógenos confirmados como tales y nuevas cepas de patógenos ya establecidos, que presentan un desafío para la salud pública.

A partir de la incursión de la metagenómica en estudios del agua observamos que sólo el 1% de los microorganismos acuáticos son conocidos a través de los sistemas de cultivo tradicionales, siendo el resto prácticamente no cultivables. Entre 1972 y 1999 se han descubierto 35 nuevos agentes infecciosos y muchos de ellos son re-emergentes después de períodos largos de inactividad o se están extendiendo a nuevas áreas geográficas donde no se habían detectado antes. Algunos ejemplos de ellos son *Cryptosporidium*, *Cyclospora*, *Escherichia coli* enterohemorrágica (*E. coli* O157 H7), virus de la hepatitis A y E, rotavirus y norovirus. La importancia del agua en la transmisión de patógenos es evaluada continuamente en la medida en que la tecnología provea nuevas herramientas para su detección y aislamiento. Un ejemplo de esto es *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) el cual se presume de origen acuático sin haber sido aún aislado o cultivado del agua, sólo hay evidencias de secuencias génicas amplificadas.

Las tecnologías de tratamiento del agua normalmente tienen un impacto en la ecología de los microorganismos patógenos, aunque algunas de ellas introducen nuevas rutas de exposición de estos patógenos a los humanos. Esto es evidente sobre todo cuando se trata de las tecnologías que se usan en el tratamiento, almacenamiento y distribución del agua. Los riesgos que existen hacen que constantemente se estén introduciendo mejoras para mantener la calidad sanitaria del agua, pero así como se controlan algunos riesgos se introducen otros nuevos como son la producción de sustancias dañinas o la re-emergencia de patógenos relacionados con el agua.

De todos los procedimientos establecidos desde la antigüedad hasta nuestros días, dos son los que permanecen en uso como los más simples y efectivos para reducir el riesgo de ingestión de patógenos por el agua de bebida y son la cloración y la filtración. Si bien ambos son efectivos para evitar la exposición de los numerosos patógenos que prevalecen en el medio acuático y que utilizan esta ruta para llegar al hombre, algunos son capaces de evadir estas barreras haciéndose resistentes al cloro, o debido a su tamaño son capaces de pasar los sistemas de filtración. Un ejemplo de esto es la emergencia de *Cryptosporidium* cuyos ooquistes permanecen en los sistemas de filtración y que en los procesos de reciclado de los mismos existe el riesgo de exposición al consumidor. Este protozooario, así como *Giardia* y *Cyclospora cayetanensis*, es encontrado con alta frecuencia en las descargas de aguas residuales y en el ambiente donde desembocan los colectores. *Giardia* y *Cyclospora* constituyen unos de los patógenos de mayor incidencia en niños de zonas marginales de Lima. A su vez *Cyclospora* es un protozooario emergente que por medio de las migraciones de poblaciones y el comercio agrícola ya se ha extendido en todo el mundo habiendo producido brotes en USA, Canadá, Europa y Australia, relacionados con el consumo de hortalizas y frambuesas.

El cloro es el desinfectante que desde 1897 se viene usando en la potabilización del agua y ha permitido una enorme reducción y control de enfermedades infecciosas. Aunque esta sustancia química es efectiva contra la mayoría de bacterias vegetativas y virus a las concentraciones normalmente utilizadas (5 mg/L) no es efectivo en la inactivación de los quistes de *Cryptosporidium*. El uso del cloro tiene algunas limitaciones en cuanto a las concentraciones en uso y la presencia de elementos orgánicos en el agua lo que lleva a la formación de sustancias cancerígenas (cloraminas y clorohalometanos).

Aún teniendo la ventaja de utilizar sistemas de tratamiento de las fuentes de agua y el uso de desinfectantes como el cloro, se presentan otros riesgos durante

la conducción del agua, por la rotura de conductos y cañerías o en las superficies de almacenamiento sobre las que se forman películas como consecuencia de la colonización de estas superficies con bacterias, hongos y protozoarios. Recientemente se ha reconocido la emergencia de uno o más patógenos agrupados en estas películas, que incluyen al *Mycobacterium avium*. Este complejo zoonótico proviene de la cría intensiva en granjas de aves cuyas descargas con patógenos van a las fuentes de agua. El *Mycobacterium avium* está relacionado con alta mortalidad en pacientes afectados por HIV/SIDA, en quienes produce infección pulmonar, linfadenitis y bacteremia. Las películas mencionadas se forman también por la colonización por patógenos tan versátiles como *Pseudomonas aeruginosa*, muy conocido por los cirujanos y en las infecciones intrahospitalarias. Las biopelículas constituyen una fuente permanente de infecciones.

Finalmente, el almacenamiento de agua es otro factor de riesgo. En un estudio llevado a cabo en Lima por la Universidad de Ingeniería se puso en evidencia la alta incidencia de parásitos, bacterias fecales y probablemente *Campylobacter* y *Helicobacter* en las cisternas o reservorios caseros que no son mantenidos o limpiados permanentemente.

Como corolario de lo manifestado se puede decir que el tratamiento más efectivo complementario a los ya mencionados sería el hervido del agua a ser bebida, aunque esto no elimina otros problemas de tipo fisicoquímico que son expuestos en este ciclo de conferencias sobre el agua.

---

Correspondencia: Ing. Guy Carvajal Carranza

Dirección: Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de ingeniería

Correo electrónico: carvajalguy@yahoo.es