

Clase 9

Enfermedades transmitidas a través del agua. Calidad del agua

La mayor parte de las enfermedades transmitidas a través del agua son de origen intestinal. La materia fecal de huéspedes o portadores infectados puede introducirse de diversas maneras en un sistema de abastecimiento de agua o en un área de natación. La más común es por descarga directa de aguas negras, sin tratamiento, en el agua receptora. Los retretes de fosa ubicados demasiado cerca de un pozo o arroyo también pueden ser fuente de contaminación. Se ha rastreado el origen de brotes específicos de enfermedades a interconexiones entre tuberías de agua y alcantarillado, a rupturas en cañerías de acueducto, y a contaminación de sistemas de abastecimiento de agua durante inundaciones o fallas temporales de una planta de tratamiento de aguas negras.

Los organismos patógenos son incapaces de crecer en el agua, pero pueden sobrevivir en ella por varios días. Los patógenos capaces de formar esporas o quistes tienen la capacidad de existir fuera de un huésped durante un tiempo mucho más largo. Por ejemplo, las esporas de *Clostridium tetani*, el patógeno que causa la infección de tétanos, sobrevive durante años en la naturaleza.

Con la progresiva demanda de recursos hidrológicos es de esperar que aumente las posibilidades de contaminación por microorganismos entéricos. Entre las bacterias que se transmiten por las aguas limpias y residuales se encuentran: *Salmonella*, *Shigella*, *Campilobacter*, *Escherichia coli* enteropático *Vibrio cholerae*, *Leptospira* y *Yersinia*. De descubrimiento reciente la familia Legionellaceae, aunque no entérica se encuentra ampliamente distribuida en el medio hídrico, y se han comunicado brotes epidémicos de neumonía asociados con el agua corriente y de transmisión por aerosoles.

El análisis de aguas limpias y residuales para detectar patógenos es limitado y la prueba de coliformes no siempre es un indicador adecuado de la inocuidad microbiológica del agua. Sin embargo, el análisis de coniforme ha sido y

continúa siendo una herramienta útil para valorar la calidad del agua.

Otros tipos comunes de enfermedades de transmisión por agua son la hepatitis infecciosa, la amibiasis, la giardiasis y la esquistosomiasis. En muchas partes del mundo periódicamente se producen epidemias de todas estas enfermedades, pero son poco frecuentes en Estados Unidos porque la mayor parte de la población cuenta con sistemas adecuados de abastecimiento de agua y eliminación de aguas residuales.

Salmonelosis

La presencia de esta bacteria en el agua es muy variable; existen limitaciones y variaciones tanto en la sensibilidad como en la selectividad de los procedimientos aceptados para el aislamiento de *Salmonella* y la detección de los más de 1700 serotipos del microorganismo actualmente reconocidos. Por lo tanto, un resultado negativo de cualquiera de estos métodos (técnicas de concentración, enriquecimiento, crecimiento selectivo, reacciones bioquímicas e identificación del género mediante técnicas serológicas) no indica la ausencia de *Salmonella* ni la de otros patógenos. En los humanos se presentan tres formas de salmonelosis: gastroenteritis aguda, septicemia (envenenamiento de la sangre) y fiebres entéricas. La causa de estas complicaciones son diversas especies de *Salmonella*. Los síntomas comunes de gastroenteritis son diarrea y espasmos abdominales, seguidos de fiebre que dura entre 1 y 4 días. Estos síntomas pueden ser severos, pero las tasas de mortalidad son bajas. La especie que comúnmente se aísla de los pacientes con gastroenteritis por salmonella es *S. typhimurium*. Durante una septicemia, algunas bacterias se propagan al bazo, los riñones, el corazón y los pulmones, y se pueden formar lesiones en estos órganos. La fiebre tifoidea (una fiebre entérica) causada por *S. typhi*, sólo se presenta en los humanos. Una vez que se ingieren, las bacterias causan una infección generalizada, y luego de un periodo de incubación de 10 a 14 días se presenta una fiebre (40° C) que persiste varias semanas. Acompañan a la fiebre dolor abdominal y trastornos intestinales. Alrededor del 3% de los pacientes de tifoidea se convierten a la postre en portadores crónicos de la enfermedad, los cuales se recuperan de los síntomas pero continúan albergando los microorganismos. Por lo general,

S. typhi sobrevive menos de una semana en la naturaleza pero subsiste mucho más tiempo en agua muy fría o hielo. El cloranfenicol es eficaz en el tratamiento de la salmonelosis.

Shigelosis

Aunque la mayoría de Shigelosis se transmiten por alimentos o por contagio de persona a persona, también pueden ser vehiculadas por el agua potable. Los brotes ocurren como consecuencia de la interrupción accidental del tratamiento del agua, la contaminación de un buen suministro de agua por excretas transportadas por inundaciones, por suministro de agua no tratada, por conexiones cruzadas entre conducciones de agua contaminada y de agua potable o por el paso de aguas residuales a los canales de suministro de agua potable. La metodología para su detección es cualitativa y de baja sensibilidad y las cepas introducidas en el medio hídrico pueden presentar inestabilidad en algunas características bioquímicas. La shigelosis también se llama disentería bacilar o diarrea aguda. Al igual que la fiebre tifoidea, es una afección asociada a higiene deficiente, hacinamiento excesivo y abastecimiento de agua riesgoso. Varias especies del género *Shigella* son patógenas para los humanos. La shigelosis se caracteriza por espasmos abdominales, diarrea y fiebre después de un periodo de incubación de 1 a 4 días. Los antibióticos como las tetraciclinas y el cloranfenicol o la ampicilina son eficaces en el tratamiento de la disentería bacilar. No se ha tenido tanto éxito en la prevención de infecciones por shigellas como en el control de la fiebre tifoidea.

Cólera

Los humanos adquieren el cólera por ingestión de las bacterias conocidas como *Vibrio cholerae* (también *V comma*), las cuales pueden estar presentes en aguas salobres y posiblemente las aguas de los estuarios o alimentos contaminados. Es una forma de leve a grave de enfermedad diarreica, el serogrupo se asocia con las principales epidemias. Las bacterias ingeridas se multiplican en el intestino delgado y, después de 2 a 5 días, causan espasmos abdominales, náusea, vómito y diarrea abundante que puede ocasionar deshidratación, shock y la muerte. El cólera es endémico en el estado de Bengala de la India y en Bangladesh, en donde se informa de varios miles de casos cada año. Las áreas donde el cólera permanece endémico son típicamente

tierras de cultivo bajas, sometidas a inundaciones periódicas con clima húmedo y caluroso y alta densidad de población. Desde principios de este siglo el cólera ha quedado confinado principalmente al sureste asiático, con incursiones ocasionales en áreas vecinas. Los brotes recientes de cólera no son identificables positivamente como transmitidos por agua, porque existen muchos otros mecanismos por contacto directo e indirecto. Las prácticas adecuadas de saneamiento desempeñan un papel importante en el control del cólera. Las sulfonamidas y los antibióticos son útiles en el tratamiento de esta enfermedad.

Campylobacter jejuni

Se ha aislado en aguas maltratadas y aguas de río no tratadas, así como en corrientes de montaña, y se han publicado casos de enfermedad endémica y epidémica de transmisión hídrica por este microorganismo. Forma parte de la flora intestinal de una amplia variedad de animales salvajes y domésticos, tanto mamíferos como aves, suele aislarse en las aguas con un alto nivel de contaminación fecal.

Yersinia enterocolitica

Puede producir gastroenteritis agudas y se encuentra en aguas frías y templadas. Debido a la existencia de depósitos de este microorganismo en animales, la amplia distribución y persistencia de *Yersinia* en aguas naturales, las pruebas de posibles brotes epidémicos de transmisión hídrica y la falta de una información definitiva sobre su reducción tras los procesos de tratamiento, hacen que este patógeno adquiera importancia potencial en aguas potables.

Leptospiras patógenas

Su aparición es extremadamente variable. Son muchos los factores que dificultan la interpretación de los resultados tales como: descargas intermitentes de *Leptospiras* a partir de animales salvajes o de granjas o los efectos del discurrir de las aguas de lluvia y la inundación de tierras contaminadas. Incluso, aunque existan *Leptospiras* patógenas su detección es difícil a causa del crecimiento competitivo de otros microorganismos y a la necesidad de diferenciar las cepas patógenas de las saprofitas. La imposibilidad de aislar *Leptospiras* de aguas naturales no implica necesariamente su ausencia.

Su detección en lagos y corrientes indican la existencia de leptospirosis en animales domésticos o salvajes que frecuentan dichas aguas y supone un riesgo sanitario para los bañistas.

Legionellaceae

Estas bacterias se han visto implicadas en brotes de enfermedades a partir de 1947. Existen dos formas de enfermedad, una neumónica llamada enfermedad de los legionarios y una no neumónica denominada fiebre Pontiac. Se ha demostrado que el microorganismo se transmite por el aire y es ubicuo en ambientes húmedos. Los depósitos de la mayoría de los brotes han sido el agua contaminada de las torres de refrigeración del aire acondicionado o el sistema de distribución de agua potable.

Hepatitis infecciosa

Los virus excretados por las heces o la orina de cualquier especie animal, son susceptibles de contaminar el agua, estos virus se transmiten sobre todo entre personas por vía fecal oral. Sin embargo, también pueden encontrarse en las aguas residuales domésticas que, tras varios tipos de tratamiento son vertidas a aguas superficiales o a la tierra que luego pueden ser utilizadas como fuentes de agua potable. Entre los virus que se saben son excretados con la heces se encuentran los poliovirus, coxsackievirus, echovirus y otros enterovirus, adenovirus, reovirus, rotavirus, el virus A de la "Hepatitis infecciosa", y los agentes tipo Norwalk que pueden provocar gastroenteritis agudas infecciosas no bacterianas. Se ha demostrado que una enfermedad viral, la hepatitis infecciosa, se ha transmitido por agua en varias epidemias. Los síntomas típicos de la enfermedad son fiebre, pérdida de apetito y de energía, dolor de cabeza y dolores de espalda. Después de pocos días puede ser que la fiebre ceda y se presente ictericia (tinte amarillento en la piel). La enfermedad pocas veces es mortal, y se sospecha que probablemente hay una gran proporción de personas infectadas que no muestran síntomas clínicos pero son portadoras y pueden transmitir la enfermedad. En 1955-56 hubo un gran brote de hepatitis infecciosa transmitida por agua en Nueva Delhi, la India, como resultado de la contaminación del sistema de

abastecimiento de aguas negras en la ciudad. Es sorprendente que no se presentó un aumento en las infecciones bacterianas entéricas, como fiebre tifoidea, durante el mismo periodo. Esto sugiere que la dosis de cloro y el tiempo de contacto suministrados en la planta de tratamiento de aguas fueron suficientes para destruir las bacterias, mas no los virus. Los virus son lo suficientemente pequeños para atravesar casi todos los filtros de arena y se ha demostrado que resisten la cloración, Muchos virus sobreviven fuera de un huésped durante periodos prolongados. Por estas razones es muy importante impedir la contaminación de los suministros de agua y no depender de una purificación posterior. Otras afecciones virales que pueden ser transmitidas por agua son la gastroenteritis y la poliomielitis epidémicas. Los problemas de aislamiento y cultivo de los virus dificultan la determinación concluyente del mecanismo de transferencia en cualquier situación específica,

Amibiasis

La amibiasis también recibe el nombre de *Desintaría amibiana*. Sus síntomas son espasmos estomacales y diarrea. El organismo causal es el protozooario *Entamoeba histolytica*, cuyo hábitat normal es el colon o intestino grueso. Este organismo es relativamente pequeño, se alimenta de bacterias y restos de células, y produce quistes que pasan a las heces y propagan la infección. En condiciones que todavía no se conocen bien, los protozoarios penetran los tejidos del huésped, se hacen patógenos, crecen a un tamaño mucho mayor y continúan reproduciéndose. Otras amibas permanecen pequeñas después de la división y se enquistan. Cuando los quistes se exponen a un ambiente externo y después se ingieren, son capaces de regresar a una condición vegetativa (activa).

Aunque no son tan resistentes a las condiciones adversas como las esporas de los hongos, los quistes soportan la duración normal del agua potable; no obstante, los mata el secado o la exposición a la radiación ultravioleta del Sol, En agua, los quistes sobreviven más tiempo a temperaturas bajas; son capaces de sobrevivir más de un mes en hielo, pero sólo de 1 a 2 días a 34°C, Aunque es endémica en las áreas tropicales calurosas, también se han producido graves brotes de amibiasis en áreas templadas.

Giardiasis

La causa de la giardiasis es *Giardia lamblia*, un protozoo flagelado del intestino delgado. Los síntomas característicos son espasmos abdominales, diarrea, fatiga, anorexia y náusea. La duración media de la enfermedad aguda suele ser de 2 a 3 meses. Una persona infectada puede excretar más de 10^6 quistes por gramo de heces. Los quistes son ovoides, refráctiles, y alcanzan un tamaño de 8 a 14 μm por 6 a 10 μm . Después de pasar a través de las heces al ambiente externo, los quistes pueden sobrevivir durante meses y contaminar alimentos y agua. La mayor parte de los brotes de giardiasis de transmisión por agua en Estados Unidos se asocian con pequeñas fuentes de suministro de agua y áreas recreativas, en donde el único tratamiento es la cloración. Los quistes de *Giardia* no se destruyen por cloración con las dosis y tiempos de contacto que se emplean comúnmente en las plantas de tratamiento de agua, ni se eliminan con eficacia por infiltración rápida en arena, a menos que vaya precedida de coagulación y floculación.

Criptosporidiosis

La criptosporidiosis es una afección gastrointestinal en humanos y animales, es causada por *Cryptosporidium*, un parásito protozoo entérico. Los síntomas de esta enfermedad (diarrea, dolor abdominal, náusea y vómito) persisten de 8 a 30 días. Es mucho más seria que la giardiasis y no existe tratamiento para la enfermedad. Los ooquistes (huevecillos) de *Cryptosporidium* con un tamaño de 3 a 5 μm , de forma esférica u ovoide, se vienen en las heces de mamíferos infectados y se transmiten por la ruta fecal/oral. Los *Cryptosporidium* se encuentran ampliamente distribuidos en el medio acuático (Lechevallier y col, 1990). En los abastecimientos de aguas de superficie de Estados Unidos, se encontró que alrededor del 80% contenía *Cryptosporidium* (Okun, 1993). Varios brotes confirmados de criptosporidiosis que se produjeron en Estados Unidos, Canadá e Inglaterra estuvieron asociados con plantas de tratamiento de agua ubicadas en ríos que recibían desagüe agrícola, una fuente común de *Cryptosporidium*. El brote de criptosporidiosis durante 1993 en Milwaukee, Wisconsin, afectó alrededor de 30,000 personas (Parmelee, 1993), de las cuales murieron 47 (Gooderham, 1993). También en este caso se consideró que el desagüe agrícola fue la fuente de contaminación.

A causa de su gruesa pared celular, los ooquistes de *Cryptosporidium* son resistentes a la inactivación por los desinfectantes ordinarios del agua potable, cloro y dióxido de carbono. El ozono, un agente oxidante más fuerte, parece más promisorio, pero de momento la eliminación física de los ooquistes por coagulación, floculación, sedimentación y filtración es el medio más idóneo de control.

Esquistosomiasis

También conocida como bilharziosis, la esquistosomiasis tiene como causa los tremátodos de la sangre, que son gusanos parásitos del género *Schistosoma*. Se trata de una enfermedad crónica, endémica en África, Sudamérica y partes de Asia, que afecta a millones de personas. Los síntomas son agrandamiento del hígado, presencia de diarrea y anemia. Los esquistosomas no son estrictamente microorganismos, y no se transmiten de manera forzosa por la ruta fecal/oral. El ciclo de vida del *Schistosoma* se muestra en la figura ****. El parásito deposita los huevecillos en el intestino de la persona afectada, de donde salen finalmente a través de las heces. Los huevecillos eclosionan en agua a miracidios pequeños y móviles. Estos en pocas horas deben encontrar un caracol huésped, pues de lo contrario mueren. Después de un periodo de incubación, los caracoles infectados excretan cercarias, capaces de sobrevivir de 2 a 3 días en agua. Las cercarias se adhieren a la piel humana y penetran hasta el torrente sanguíneo y después al hígado, donde maduran hasta convertirse en adultos. Aunque se conoce el ciclo vital y los métodos de control, la enfermedad va en aumento actualmente en las áreas endémicas. La falta de un saneamiento adecuado es el obstáculo principal para su control. Por desgracia, el aumento en el número de sistemas de irrigación y embalses de agua asociados a proyectos hidroeléctricos que suministran la energía necesaria para el desarrollo de los países tropicales también da origen a un incremento en el número y la propagación de los caracoles vectores. El control de la población de caracoles con veneno es eficaz sólo en parte, porque suele ser letal para otras formas de vida acuática. Una forma leve de esquistosomiasis, conocida como comezón del nadador, se presenta en ocasiones en algunas partes de Canadá y Estados Unidos.

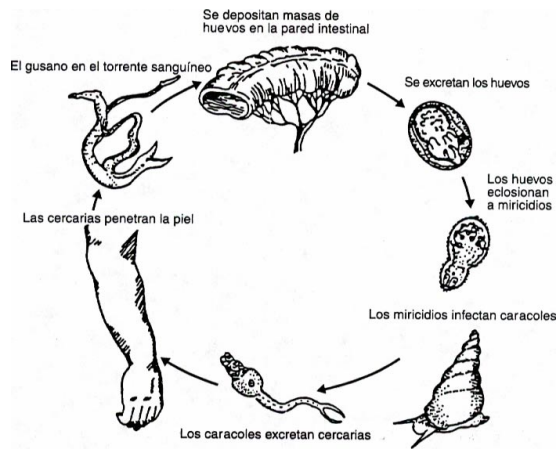


Figura. Ciclo vital de los esquistosomas.
Fuente: Mitchell (1974) (2).

Calidad del agua

Como se explicó anteriormente, resulta poco práctico detectar, diferenciar o hacer el recuento de los organismos patógenos que pueden estar presentes en el agua y en las aguas residuales. Por consiguiente, para vigilar la calidad del agua ésta se prueba en busca de organismos indicadores que están presentes cuando hay contaminación fecal. El grupo de coliformes es el indicador bacteriano más común de contaminación fecal, y la mayor parte de los países han establecido normas (requisitos legales) o pautas (objetivos o metas) para limitar la densidad media geométrica de bacterias coliformes totales o fecales en agua que se utiliza para distintos propósitos. Los siguientes son valores representativos:

Uso del agua	Coliformes máximas permisibles en 100 mL	
	Fecales	
	Totales	
• Agua potable.	1	0
• Abastecimiento de agua sin tratar.	5,000	500
• Recreativo.	1,000	100
• Aguas residuales tratadas.	-----	200

Bibliografía

1. Standard Methods for examinations of water and wastewater. 19TH edition. 1995.
2. Madigan, Martinko and Parker, Biology of Microorganisms, Eighth Edition by Southern Illinois University, Carbondale Sterilization, Cap XI, 1999.