

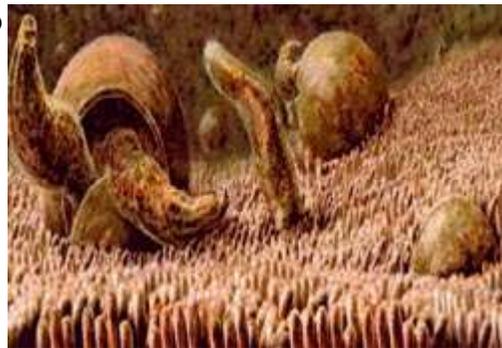
AGUA Y SALUD: *Cryptosporidium parvum*, AGENTE CAUSAL DE UNA NUEVA ENFERMEDAD RELACIONADA CON EL AGUA*

Victoriano Garza Almanza y Mario Morales Vallarta*

Area Salud Ambiental, Programa Ambiental, Universidad Autónoma de Cd. Juárez (México);
*Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León (México).
Email: vgarza@uacj.mx

Introducción

La aparición de nuevas enfermedades o el resurgimiento de viejos males están provocando serios daños a la salud de los pobladores de diversas regiones del planeta, y trastornos a los sistemas de vigilancia y control epidemiológico. Las nuevas enfermedades, también llamadas enfermedades "emergentes", pueden definirse como infecciones de reciente aparición en una población humana, o como enfermedades que han existido desde hace siglos pero que en los últimos años han incrementado su virulencia, su incidencia y su rango de acción geográfica.



Algunas de las enfermedades consideradas como nuevas son el HIV Sida, el síndrome del Hantavirus, la enfermedad de Lyme, el ébola, el síndrome de la guerra del golfo y el síndrome urémico hemolítico, entre otras (1). Se considera que los elementos que han provocado la emergencia de estas nuevas enfermedades son, entre otros, la oportunidad que brinda el aumento de la biomasa humana. Se calcula que hace 2 mil años la población del planeta era de 150 millones; hace 100 años era poco más de mil millones, y hoy supera los 6 mil millones de habitantes (2). Los grandes movimientos migratorios contemporáneos y la invasión del hombre a nichos escondidos –seguida de alteración y en ocasiones desaparición de esos componentes estructurales ecológicos-, lo pueden poner en contacto con microorganismos desconocidos de alto riesgo (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Factores que ocasionan la emergencia

de nuevas enfermedades

Crecimiento demográfico

Movimientos migratorios

Irrupción en ecosistemas

Las causas que han motivado el surgimiento de algunas de las nuevas enfermedades, obedecen a cambios en los ecosistemas, tales como: la construcción de presas, la deforestación o los trastornos globales en el clima; cambios en el uso de la tierra por efecto de la economía; movimientos migratorios debidos al pobre nivel de vida o a las guerras; el comercio internacional; el desarrollo tecnológico e industrial que permite la globalización de abasto alimenticio,

internacionalización de productos transgénicos y transplantes de órganos; la respuesta de los agentes microbianos a las medidas antibióticas o de selección ambiental; y el resquebrajamiento de las medidas de salud pública, entre otros factores (3) (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Enfermedades emergentes (4)

Agente	Factores contribuyentes a la emergencia
Virus:	
Encefalitis bovina espongiforme	Cambios en los procesos de alimentación
Ébola	Posible irrupción de nicho
Hantavirus	Cambios ecológicos incrementaron contacto con roedores
Fiebre boliviana hemorrágica (machupo)	Cambios en la agricultura favorecieron al huésped roedor
Fiebre Lassa	
HIV/Sida	Urbanización que favoreció al huésped roedor. Aumento en la exposición
	Migración a las ciudades. Viajes después de su aparición. Transmisión sexual. Diseminación vertical de madre a hijo. Jeringas hipodérmicas contaminadas. Transfusiones y transplantes
Bacterias:	
Cólera 01390	Probable introducción por barco desde Asia a Sudamérica
Enfermedad de los legionarios	Asociada al sistema de enfriamiento doméstico y al sistema de agua potable
Enfermedad de Lyme	Reforestación en el peridomicilio de casas habitación
<i>Helicobacter pylori</i>	Probablemente de amplia dispersión hasta ahora asociada a las úlceras gástricas
<i>Streptococcus</i> , grupo A	Desconocido
(invasivo, necrozante)	Tampones ultra absorbentes
Síndrome del <i>shock</i> tóxico (<i>Staphylococcus aureus</i>)	
Parásitos	Aguas superficiales contaminadas. Fallas en los sistemas de purificación del agua.
<i>Cryptosporidium parvum</i>	

El cambio de las condiciones ecológicas y de las poblacionales humanas y animales, han hecho posible que ciertos microorganismos puedan manifestarse gracias a la oportunidad que encuentran para reproducirse en nuevos sustratos.

Criptosporidiosis

La criptosporidiosis es, relativamente, una enfermedad de nuevo registro en humanos, y es producida por el protozooario *Cryptosporidium parvum*. En 1907 Ernest Edward Tizzer aisló un parásito en glándulas gástricas de ratón de laboratorio, al que llamó *Cryptosporidium muris*. En 1912 encontró en intestino de ratón otra nueva especie, a la que denominó *Cryptosporidium parvum*. En la década de los cincuenta se le asoció con enfermedades diarréicas en aves de corral y, en 1971, el *Cryptosporidium parvum* cobró interés al descubrirse que también producía diarreas en ganado vacuno (5).

En 1976 se reportó el primer caso de cryptosporidiosis en humanos, pero después casi no se reportaron casos. No fue sino hasta 1982-1983 cuando se le asoció con severas diarreas en pacientes inmunocompetentes. Más tarde, la emergencia del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (VIH/Sida) hizo más evidente el problema que representaba este parásito. Los pacientes inmunocompetentes e inmunodeficientes no respondían al tratamiento antidiarréico conocido hasta entonces, y por esa causa morían. Este nuevo problema atrajo la atención de investigadores médicos (6).

Al ampliarse las investigaciones se descubrió que esta enfermedad también afecta a personas con sistema inmunológico normal, cualquiera que sea su edad, aunque las personas más susceptibles son los niños y los ancianos; y las personas en mayor riesgo de contraer la enfermedad son aquellas que cuidan niños pequeños y el personal médico que maneja muestras para análisis o que atiende enfermos que requieren ciertos cuidados (7).

Taxonomía

El género *Cryptosporidium* spp está clasificado de la siguiente manera (8):

Reino: Protista

Filum: Apicomplexa (esporozoarios)

Orden: Eucoccidiorida

Suborden: Eimeriorina

Familia: Cryptosporidiidae (un sólo género)

Género: *Cryptosporidium*

Especies: *parvum*, *muris*, *baileyi*, *meleagridis*.

Biología

El *Cryptosporidium spp.* crece y se reproduce dentro de las células epiteliales de los órganos digestivos de los vertebrados. Los organismos que infecta incluye a peces, serpientes, aves, roedores, ardillas, venados, caballos, cerdos, ovejas, reses, gatos, perros y otros. Algunos de ellos, como los roedores, son resistentes a la enfermedad, mientras que otros, como el ganado vacuno o el hombre, son susceptibles. No existe especificidad del parásito con el huésped, sino que presenta infectividad cruzada entre aves o entre mamíferos, pero no de aves a mamíferos ni al contrario.

El *Cryptosporidium spp.* es monoxeno (completa su ciclo en un huésped). La ruta de transmisión es fecal-oral, puede ser de persona a persona o de animal a persona por la ingestión de agua o comida contaminada. La persona o animal parasitado arroja los oocistos al exterior junto con las heces; la ingestión de los oocistos por algún huésped potencial puede resultar en una infección. Cuando los oocistos llegan al tracto gastrointestinal se liberan los esporozoitos y parasitan las células epiteliales; luego, el desarrollo de los diferentes estadios del parásito ocurren intracelularmente. Del esporozoito se diferencia el trofozoito.

Los trofozoitos se multiplican asexualmente y producen merontes Tipo I (con 6-8 núcleos), y merontes Tipo II (con 4 núcleos). Los primeros producen de 6 a 8 merozoitos, y los otros sólo 4 merozoitos. Los merozoitos Tipo I producen autoinfección. Los merozoitos del Tipo II invaden nuevas células epiteliales y se transforman en microgametos y macrogametos; se fusionan y generan un cigoto. En el cigoto se producen esporozoitos potencialmente infectivos para constituir el oociste. Finalmente, los ooquistes son liberados vía heces. Cada generación de parásitos se desarrolla y madura en un período de 12 a 24 horas (9, 10).

Por su alta capacidad autoinfectiva y su rápido ciclo de vida en terneras experimentales, la producción de ooquistes puede llegar a cantidades que van desde los 2 mil hasta los 20 mil millones diarios.

Después de ser arrojados al ambiente los esporozoitos mueren, mientras los ooquistes pueden permanecer latentes más de un año en agua o en suelo húmedo (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Ciclo del *Cryptosporidium parvum* (11,12)

1. Ooquiste ingerido libera esporozoitos que parasitan células epiteliales del yeyuno e íleon
2. Los esporozoitos conforman trofozoitos Tipo I Y Tipo II, y hay multiplicación sexual intracelular
3. Diferenciación de trofozoitos Tipo II en microgametos y macrogametos
4. Reproducción sexual y formación del cigoto
5. Desarrollo de ooquistes
6. Liberación de ooquistes y esporozoitos vía fecal

Uno de los peligros que entraña este parásito es que la dosis infectiva para humanos es muy pequeña: estudios hechos en voluntarios indican que un promedio de 132 ooquistes son suficientes para provocar la infección en un adulto joven; caso contrario es el de los macacos, monos que al infectarse experimentalmente necesitan una dosis promedio de 200 mil ooquistes

para que inicien el proceso infectivo. En población expuesta, las tasas infectivas son del orden del 40%, mientras que en *Giardia lamblia* las tasas son del 5 al 15% (13).

Fuentes y rutas de transmisión

La criptosporidiosis puede ser transmitida a través del contacto animal-persona, persona-persona, a través del contacto de superficies fecalmente contaminadas, o bien, por la ingestión de alimentos o agua fecalmente contaminados (14).

Los brotes han estado asociados a las aguas recreativas fecalmente contaminadas (parques y albercas públicas), centros de cuidado infantil, hospitales, animales de laboratorio, turistas o negociantes viajeros enfermos de diarrea, y prácticas sexuales que impliquen contacto oral con heces de personas infectadas. No se ha probado aún la transmisión de mascotas a humanos, aunque se sospecha la ocurrencia de tales episodios (15).

Sobre todo en los países en vías de desarrollo, las aguas residuales municipales representan un alto riesgo en la transmisión de la criptosporidiosis. De hecho, se ha demostrado que hortalizas regadas con agua fecalmente contaminada (zanahoria, rábano, lechuga, cilantro, tomate), pueden ser portadoras de *Cryptosporidium parvum* (16)

El mayor riesgo de exposición para la población en países en vías de desarrollo lo representan las fuentes de abastecimiento de agua potable, que por deficiencias en el tratamiento o en el sistema de distribución pueden ser contaminadas y generar brotes epidémicos.

Síntomas

Los síntomas que presenta la criptosporidiosis incluyen diarrea acuosa profusa, calambres intestinales, vómitos, náuseas y un poco de temperatura. Clínicamente no se puede distinguir de otras enfermedades diarreicas; es una enfermedad aguda cuyo período de incubación va de una a dos semanas y su duración es variable (de 8 a 20 días).

En individuos sin problemas inmunológicos ni deficiencias nutricionales, la enfermedad es autolimitante; pero en individuos inmunocompetentes o inmunodeficientes la enfermedad se extiende indefinidamente hasta provocarles la muerte. En este último tipo de pacientes, hay casos en los que se han registrado más de 70 evacuaciones por día, con una pérdida de hasta 25 litros de líquido. Hasta el momento no hay tratamiento específico ni vacuna, pero se ha reportado la paromomicina oral como un tratamiento para reducir la diarrea. La manera más efectiva de combatirla es a base de rehidratación (17).

Métodos de detección

Al momento de preparar el presente trabajo no existía aún forma de cultivar in vitro el *Cryptosporidium parvum*, técnica necesaria para el monitoreo de los sistemas de abastecimiento de agua o los alimentos presuntamente contaminados. La identificación directa de ooquistes en muestras fecales se realiza con microscopía de inmunofluorescencia, lo que requiere de considerable experiencia. Con la prueba de ELISA (anticryptosporidium IgM, IgG e IgA) puede hacerse serodiagnos. Recientemente se desarrollaron métodos de PCR (Polymerase Chain Reaction) (18,19).

Epidemias

La primera epidemia que se registró de gastroenteritis causada por *Cryptosporidium parvum* fue en 1984 en el estado de Texas, a causa de la contaminación del agua de pozo. El resultado fue 2006 enfermos; en 1987 se dio la primera epidemia asociada al agua de río, en Carrollton, Georgia. El resultado: 12 mil 960 enfermos. En 1992 hubo múltiples epidemias asociadas al tratamiento deficiente de las plantas abastecedoras de agua potable.

En 1993 ocurrió una epidemia de criptosporidiasis en Milwaukee, Wisconsin, que afectó a 403 mil personas y provocó la muerte de más de 100 de ellas. Este hecho producido por la contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua potable de la ciudad, sin precedente en la historia de la salud pública y la ingeniería sanitaria de los Estados Unidos, puso en alerta al Departamento de Salud y a la Agencia de Protección al Ambiente de ese país. Ese mismo año, en Maine se originó una epidemia por la contaminación de sidra fresca de manzana; el resultado fue de 150 casos (20).

También, en 1993 tuvo lugar en Las Vegas, Nevada, la primera epidemia en una población que tiene las instalaciones más modernas para la potabilización del agua de bebida en el mundo. El resultado fue de 106 casos (21).

En México, las autoridades de salud carecen de información veraz sobre brotes de criptosporidiosis en el territorio nacional, y apenas existen estudios científicos sobre el tema. La base de datos Medline mostró, al momento de elaborar el artículo, cuatro estudios epidemiológicos transversales para identificar la prevalencia del parásito, realizados en la ciudad de México con grupos de niños y enfermos de cáncer. Grosso modo, la prevalencia reportada en enfermos con diarrea es del orden del 29.6% y de 11.4% en individuos aparentemente sanos (22,23,24,25).

Control

Los procesos convencionales de tratamiento del agua para su potabilización no eliminan al *Cryptosporidium parvum* ni lo retienen en sus filtros. Aunque los límites de sobrevivencia del parásito en el ambiente no están aún bien definidos, se ha encontrado que el ooquiste es la estructura de mayor durabilidad en condiciones físicas y químicas adversas y, además, es el componente infectante del *Cryptosporidium*. En tal sentido, los desinfectantes químicos comunes como el cloro no tienen efecto microbicida alguno sobre él (26,27,28).

Es importante mencionar que debido a su pequeño tamaño (de 3 a 7) y a su estructura elástica que les permite doblarse, los criptosporidios pueden atravesar los filtros de membrana y contaminar el agua que se pretende potabilizar. Debido a esta rara característica, el Centro de Control de Enfermedades de los Estados Unidos (CDC) recomienda que los filtros de agua caseros, que se utilizan para potabilizar el agua de bebida de las personas que tienen descompensación inmunológica o inmunodeficiencia adquirida, tengan poros de una micra (29).

Por tanto, se considera que la única manera de filtrar el parásito en las plantas potabilizadoras es mediante el empleo de filtros con poros cuyo diámetro sea menor a una micra. En cuanto al *Cryptosporidium parvum*, seguramente muchas de las empresas tratadoras de agua potable del país estarán fuera de la norma requerida para controlarlo (30).

La mejor forma de enfrentar esta situación en países como el nuestro es promoviendo el uso de la pasteurización del agua. Mediante este procedimiento el agua se somete a una alta temperatura por un espacio corto de tiempo y el parásito se destruye. Hasta hoy, la pasteurización sigue siendo la manera más apropiada para controlar las enfermedades de origen biológico transmitidas por agua (31).

Conclusión

El reconocimiento del *Cryptosporidium parvum* como agente etiológico de una nueva enfermedad, surgió ante la imposibilidad de diagnosticar, por métodos convencionales, la causa de una serie de brotes de enfermedades diarreicas en grupos de individuos con insuficiencia inmunológica, y, consecuentemente, por la necesidad de identificar y controlar al presunto microorganismo patógeno.

A partir de entonces, las diferentes técnicas diagnósticas, adecuadas o desarrolladas para la detección, aislación e identificación del parásito en muestras de agua, alimentos o biológicas, han permitido a los investigadores comenzar a develar la complejidad del *Cryptosporidium*, y tratar de entender la importancia que tiene la enfermedad producida por este microorganismo, conocida como cryptosporidiosis, dentro del marco de la salud pública de algunos países, principalmente en los países industrializados.

Considerando que, en gran medida, su transmisión está asociada a la calidad del agua y a ciertos productos alimenticios, como las legumbres y algunas frutas, se presume que las poblaciones vulnerables, como en las otras clases de enfermedades diarreicas, son aquellos grupos que carecen de agua potable, servicios de saneamiento, higiene en la preparación de los alimentos, y que muestran una educación deficiente.

La mayor información sobre este parásito, daños a la salud e incidencia en determinados grupos susceptibles, se ha generado en países desarrollados. Los gobiernos de algunos de ellos, como los Estados Unidos, han actuado estableciendo normas sanitarias y ambientales para la prevención de la enfermedad y el control de fuentes contaminantes.

En los países en vías de desarrollo poco se sabe de la probable presencia de la criptosporidiosis, forma de transmisión y efectos en la salud pública, y mucho menos se han discutido estrategias para la implementación de técnicas de análisis diagnóstico, detección de brotes, desarrollo de estudios epidemiológicos y evaluación del impacto de la enfermedad en el progreso socioeconómico de sus regiones. Además, la cryptosporidiosis, como enfermedad diarreica aguda, es clínicamente poco conocida y se le suele confundir con otras enfermedades. Tampoco se sabe que posibles secuelas genere en poblaciones de bajos recursos y subalimentadas.

Considerando la información oficial publicada, en México parece que la tendencia es a tratar la cryptosporidiosis, exclusivamente, como el producto morbil de un parásito oportunista en enfermos de SIDA. De ser así, se corre el riesgo de dejar al margen de la investigación epidemiológica, y de lo que de sus hallazgos resulte, a una inmensa mayoría de zonas rurales y urbanas pobres y vulnerables.

Referencias

- 1 Morse, SS. 1995. Factor in the Emergence Old Infectious Diseases. Perspectives, 1 (1)
2. Cohen, JE. 1995. How many people can the earth support. W.W. Norton & Co. USA. 532 p.e
3. Morse, SS., *Op. cit.*
4. *Idem.*
5. Barer, MR. and AE Wright. 1990. Cryptosporidium and water. Lett. Appl. Microbiol., 11: 271-277.

6. [Millard PS, KF Gensheimer, DG Addiss, DM Sosin, GA Beckett, A Houck-Jankoski, and A Hudson.](#) 1994. An Outbreak of Cryptosporidiosis from Fresh-pressed Apple Cider. *Jour. Am. Med. Assoc.*, 272: 1592-1596.

7. [DuPont HL, CL Chappell, CR Sterling, PC Okhuysen, JB Rose, and W Jakubowski.](#) 1995, The Infectivity of *Cryptosporidium Parvum* in Healthy Volunteers. *New Engl. J. Med.*, 332: 855-859.

8. Curds, CR. 1992, *Protozoa in the Water Industry*. Cambridge, Cambridge University Press. 122 p.

9. Barer, MR. and AE Wright, *Op. cit.*

10. Juranek, DD. 1995. Cryptosporidiosis: Sources of Infection and Guidelines for Prevention. *Clinical Infect. Diseases*, 21, (suppl.1): S57-S61.

11. Barer, MR. and AE Wright, *Op. cit.*

12. Juranek, DD, *Op.cit*

13. DuPont, HL et.al., *Op.cit.*

14. Blewett, DA. 1989, Disinfection and Oocysts. en Angus K.W. and D. A. Blewett (eds.), *Cryptosporidiosis, Proc. First Int. Workshop, The Animal Disease Research Association*. 107-116.

15. Millard, PS *et. al., Op.cit.*

16. [Scott R, E May, E Matsushita, and A Warren.](#) 2001. Protozoan predation as a mechanism for the removal of cryptosporidium oocysts from wastewaters in constructed wetlands. *Water Sci. Technol.* 2001;44(11-12):191-8.

17. Juranek, DD, *Op.cit.*

18. [LeChevallier MW, WD Norton, and RG Lee.](#) 1991a. Occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium* spp in surface water supplies. *Appl. Environ. Microbiol*, 57: 2610-2616.

19. [LeChevallier MW, WD Norton, and RG Lee.](#) 1991b. *Giardia* and *Cryptosporidium* spp in Filtered Drinking Water Supplies. *Appl. Environ. Microbiol.*, 57: 2617-2621.

20. Millard, PS *et. al., Op.cit.*

21. *Idem.*

22. Enriquez J, CR Avila, I Santos, J Tanaka-Kido, O Vallejo and CR Sterling. 1997. *Cryptosporidium* Infections in Mexican Children: Clinical, Nutritional, Enteropathogenic, and Diagnostic Evaluations. *Am. Jour. Trop. Med. Hyg.*, 56 (3).

23. [Garcia-Velarde E, M Chavez-Legaspi, P J Coello-Ramirez, Gonzalez, and S Aguilar-Benavides](#). 1991. Cryptosporidium sp in 300 Children with and without Diarrhea. Arch. Invest. Med. (Mex.), 22 (3-4).
- 24 Gaurner, J. T. Matilede-Nava, R. Villaseñor-Flores and G. Sanches-Mejorada 1997. Frequency of Intestinal Parasites in Adult Cancer Patients in Mexico. Arch. Med. Res., 28 (2).
25. [Miller K, C Duran-Pinales, A Cruz-Lopez, L Morales-Lechuga, D Taren, and FJ Enriquez](#). 1994. Cryptosporidium Parvum in Children With Diarrhea in Mexico. Am. Jour. Trop Med. Hyg., 51 (3).
- 26 Campbell, I., S Tzipori, , G. Hutchinson, and KW Angus,. 1982. Effect of disinfectants on survival of Cryptosporidium oocysts. Vet. Rec. 111:414-415.
27. [Korich DG, JR Mead, MS Madore, NA Sinclair, and CR Sterling](#). 1990. Effects of Ozone, Chlorine Dioxide, Chlorine, and Monochloramine on Cryptosporidium Parvum Oocyst Viability. Appl. Environ. Microbiol., 56: 1423-1428.
28. [Robertson LJ, AT Campbell, and HV Smith](#). 1992. Survival of Cryptosporidium Parvum Oocysts Under Various Environmental Pressures. Appl. Environ. Microbiol., 58: 3494-3500.
29. Dawson, DJ, M Maddocks, J Roberts, and JS Vider,. 1993. Evaluation of recovery of Cryptosporidium parvum oocysts using membrane filtration. Lett. Appl. Microbiol. 17:276-279.
30. Ongerth, JE. and JP Pecoraro. 1995. Removing Cryptosporidium Using Multimedia Filters. J. AWWA, 87 (12): 83-89.
- 31 Harp, JA. 1996. Effect of Pasteurization on Infectivity of Cryptosporidium Parvum Oocysts in Water or Milk. Appl. Environ. Microbiol., 62: 2866-2868.

Este trabajo comprende una parte del proyecto "Impacto epidemiológico ambiental del reuso de las aguas residuales de Ciudad Juárez en el Valle de Juárez", financiado por el Sistema de Investigación Regional Francisco Villa (SIVILLA) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), proyecto N° 9702072.