

---

# *Cyclospora cayetanensis*: FUENTES Y MECANISMOS DE TRANSMISIÓN

LEONOR CHACÍN-BONILLA,  
FERNANDO BARRIOS  
y ROSITA CHENG-NG

---

## RESUMEN

El presente trabajo es una revisión de las fuentes y mecanismos de transmisión de *Cyclospora cayetanensis*, un coccidio patógeno emergente de distribución mundial que ocasiona diarrea en forma endémica y epidémica. La epidemiología de la infección no es del todo conocida. Los humanos parecen ser los únicos hospedadores del coccidio. Sin embargo, la función de los animales como reservorios naturales de *C. cayetanensis* permanece sin determinar. La transmisión del parásito ocurre a través de un vehículo ambiental. En los países en vías de desarrollo, la ciclosporiasis se ha relacionado con el agua y los alimentos contaminados, contacto con la tierra o animales, y variables asociadas con bajas condiciones socioeconómicas. La creciente globalización de productos alimenticios frescos y los viajes internacio-

nales han contribuido a la diseminación del parásito de áreas endémicas a las no endémicas. En los países industrializados la infección se ha relacionado con la diarrea de viajeros y han ocurrido numerosas epidemias debidas al consumo de alimentos importados de áreas endémicas. El agua también se ha asociado con epidemias, pero en menor cuantía. La existencia de incertidumbres en los mecanismos de transmisión y otros aspectos epidemiológicos de este coccidio indican la necesidad de continuar estudios epidemiológicos. En síntesis, la transmisión de *C. cayetanensis* tiene lugar a través de un vehículo ambiental, tal como agua, alimentos y suelos, pero la importancia relativa de las diversas fuentes y rutas de transmisión del parásito se desconoce.

 *Cyclospora cayetanensis* es un protozoo apicompleja intracelular obligatorio que constituye una causa emergente importante de diarrea en el mundo. La ciclosporiasis humana ha sido confirmada en América del Norte, Central y del Sur, el Caribe, Europa, Asia, África y Australia (Shields y Olson, 2003; Mansfield y Gajadhar, 2004).

En los países industrializados, la infección se ha asociado con viajeros hacia áreas endémicas (Shlim *et al.*, 1991; Puente *et al.*, 2006; Bourée *et al.*, 2007). *C. cayetanensis* fue reconocido como un patógeno de significación a comienzos de los años 90, cuando fue identificado como agente causal de numerosas epidemias de diarrea en EEUU y Canadá, algunas de alto perfil,

asociadas con frutas y vegetales frescos importados de países en vías de desarrollo (Herwaldt y Ackers, 1997; Sterling y Ortega, 1999; Herwaldt, 2000; Dawson, 2005). En Europa y Australia, la mayoría de los casos de ciclosporiasis ha estado relacionada con viajeros internacionales (Shlim *et al.*, 1991; Puente *et al.*, 2006; Bourée *et al.*, 2007). Por lo expuesto, los factores de riesgo y las rutas de transmisión de los casos de ciclosporiasis identificados en el mundo industrializado están bien definidos. Sin embargo, la epidemiología de la parasitosis en países en vías de desarrollo es poco conocida. En estos últimos se han realizado pocos estudios basados en comunidades, que evalúen estos aspectos. Los pocos datos existentes indican que la prevalencia de la infección en comunidades

fluctúa entre 0 y 41,6% (Ortega *et al.*, 1993; Madico *et al.*, 1997; Eberhard *et al.*, 1999a; Pradesaba *et al.*, 2001; Chacín-Bonilla *et al.*, 2003, 2007; López *et al.*, 2003; Burstein Alva, 2005; Devera *et al.*, 2005; Días Borges *et al.*, 2009), que la mayoría de las infecciones son asintomáticas por exposición frecuente al parásito (68,2-98,7%; Ortega *et al.*, 1993; Madico *et al.*, 1997; Eberhard *et al.*, 1999a; Chacín-Bonilla *et al.*, 2003, 2007; Devera *et al.*, 2005), y que la infección es estacional, coincidiendo con los meses calientes y lluviosos en Guatemala (Bern *et al.*, 1999), Honduras (Kaminsky, 2002), Jordania (Nimri, 2003), Nepal (Hoge *et al.*, 1993, 1995; Sherchand y Cross, 2001; Kimura *et al.*, 2005) e Indonesia (Fryauff *et al.*, 1999), con los meses más fríos y secos en Haití

---

## PALABRAS CLAVE / *Cyclospora cayetanensis* / Epidemiología / Transmisión /

Recibido: 18/01/2010. Modificado: 12/08/2010. Aceptado: 13/08/2010.

**Leonor Chacín-Bonilla.** Médica Cirujana y Doctora en Ciencias Médicas, La Universidad del Zulia (LUZ), Venezuela. Profesora, LUZ, Venezuela. Dirección: Postgrado de Inmunología, Instituto de Investigaciones Clínicas, Apartado 23, Maracaibo 4001-A, Venezuela. e-mail: leonorbonilla42@yahoo.com.

**Fernando Barrios.** Médico Cirujano, LUZ, Venezuela. Profesor, LUZ, Venezuela. e-mail: barriosf76@hotmail.com

**Rosita Cheng-Ng.** Licenciada en Bioanálisis y Magíster en Biología. LUZ, Venezuela. Profesora, LUZ, Venezuela. e-mail: rocheng69@yahoo.com

---

(Eberhard *et al.*, 1999a) y Perú (Ortega *et al.*, 1993; Bern *et al.*, 2002) y con los meses más calientes y secos en Turquía (Turgay *et al.*, 2007). No obstante, existen pocos datos acerca de los factores de riesgo, los modos de diseminación, la importancia relativa de éstos y otros rasgos epidemiológicos de *C. cayetanensis*. En el presente trabajo se revisa el conocimiento actual de las fuentes y rutas de transmisión de *C. cayetanensis*, haciendo énfasis en los mecanismos de diseminación del parásito en las áreas endémicas. Otros aspectos del parásito no son revisados, ya que existen varios trabajos que los tratan en detalle (Eberhard *et al.*, 1997; Shields y Olson, 2003; Mansfield y Gajadhar, 2004; Almirall *et al.*, 2008).

### Fuentes y mecanismos de transmisión

La transmisión directa de *C. cayetanensis* de persona a persona es muy poco probable, debido al tiempo que necesitan los ooquistes en el ambiente exterior para esporular y hacerse infecciosos (Ortega *et al.*, 1993; Mansfield y Gajadhar, 2004). Por lo tanto, estos ooquistes requieren de un vehículo de transmisión para infectar a otros hospedadores.

Las características biológicas de *C. cayetanensis* y los rasgos epidemiológicos de la infección que determinan las rutas de transmisión en humanos pudieran producir una interacción entre los diferentes modos de diseminación del parásito, pero la importancia relativa de cada uno de ellos se desconoce. En países en vías de desarrollo se han realizado pocos estudios acerca de las rutas de transmisión de la ciclosporiasis. Sin embargo, es de esperarse que existan varios mecanismos de diseminación en estas áreas. La Tabla I presenta los factores de riesgo para adquirir la infección, identificados mediante el modelo de regresión logística multivariable en estudios realizados en áreas endémicas. Con el análisis de variables mediante la prueba de  $\chi^2$  se han reportado como factores de riesgo la fuente de agua de consumo, el nadar en ríos o manantiales, el uso de pozo séptico y el contacto con perros o aves en Guatemala (Bern *et al.*, 1999); vivir en áreas rurales en China (Wang *et al.*, 2002) y la fuente de agua de consumo, ingerir vegetales sin lavar y el contacto con animales en Jordania (Nimri, 2003).

#### Transmisión por alimentos

En los países industrializados, los factores de riesgo y los modos de transmisión de los casos de ciclosporiasis

TABLA I  
FACTORES DE RIESGO PARA LA CICLOSPOROSIS EN ÁREAS ENDÉMICAS

País	Factor de riesgo	OR (IC <sub>95</sub> )	P	Referencia
Guatemala	Consumo de agua no tratada	4,2 (1,4-12,5)	0,009	Bern <i>et al.</i> (1999)
	Contacto con el suelo en <2 años	19,8 (2,2-182)	0,008	
Perú	Contacto con animales	1,72 (1,08-2,72)	0,02	Bern <i>et al.</i> (2002)
	Contacto con cobayos	1,56 (0,99-2,44)	0,05	
	Contacto con conejos	2,13 (1,23-3,69)	0,007	
Venezuela	Extrema pobreza	1,77 (1,69-1,84)	0,001	Chacín-Bonilla <i>et al.</i> 2007)
	Vivir en ranchos	10 (6,89-14,5)	0,01	
	Defecar en el suelo	2,64 (2,10-3,31)	0,01	
	Contacto con la tierra	3,32 (2,55-4,32)	0,01	
Haití	Consumo de agua de un pozo	18,5 (2,4-143,1)	NR*	López <i>et al.</i> (2003)
Nepal	Consumo de agua no tratada	3,98 (1,29-13,14)	0,012	Hoge <i>et al.</i> (1993)

OR: oportunidad relativa, IC<sub>95</sub>: intervalo de confianza 95%, NR\*: no reportado.

identificados y estudiados han sido determinados. La mayoría de los casos se ha relacionado con epidemias ocasionadas por alimentos contaminados importados de áreas endémicas o con viajes internacionales (Herwaldt y Ackers, 1997; Herwaldt, 2000; Gascón *et al.*, 2001; Mansfield y Gajadhar, 2004; Dawson, 2005; Bourée *et al.*, 2007). *Cyclospora cayetanensis* ha sido reconocida como el agente causal de numerosas epidemias de diarrea asociadas principalmente a alimentos frescos, como bayas y vegetales verdes, importados de las regiones en vías de desarrollo (Chambers *et al.*, 1996; Chalmers *et al.*, 2000; Herwaldt, 2000; Dawson, 2005).

La creciente globalización en el comercio de alimentos frescos y los viajes internacionales, y la tendencia moderna a consumir comida rápida fuera del hogar, ha contribuido a la diseminación de *C. cayetanensis* de las áreas endémicas a las no endémicas. En el mundo industrializado han ocurrido epidemias de ciclosporiasis que han sido asociadas con alimentos frescos difíciles de limpiar completamente y que son consumidos sin procesamiento alguno que pudiera inactivar o eliminar el coccidio (Mansfield y Gajadhar, 2004; Dawson, 2005).

La transmisión a través de alimentos contaminados se sugirió por primera vez en EEUU, en un piloto de aviación que enfermó a bordo después del consumo de alimentos procedentes de Haití (Connor y Shlim, 1995), caso que fue ampliamente reportado en 1996 y 1997 (Chambers *et al.*, 1996; Herwaldt y Ackers, 1997; Jacquette *et al.*, 1997; Pritchett *et al.*, 1997; Herwaldt, 2000). En 1996 se reportaron 1465 casos de ciclosporiasis provenientes de 20 estados y del Distrito de Columbia en EEUU, y de dos provincias del Canadá (Herwaldt y Ackers, 1997). Casi la mitad de los casos (725) estuvieron relacionados con epidemias ocurridas por consumo de alimentos en diversos agasajos, y los demás

fueron esporádicos. De 29 eventos bien documentados, 86% (Jacquette *et al.*, 1997) se relacionaron con frambuesas importadas de cinco granjas de Guatemala. En agosto 1997 se reportaron 1450 casos de la infección (Pritchett *et al.*, 1997). Numerosas epidemias de ciclosporiasis de alto perfil en EEUU y Canadá se han asociado a estas frutas guatemaltecas (Herwaldt y Ackers, 1997; Herwaldt, 2000; Shields y Olson, 2003; Dawson, 2005) y han ocurrido durante la primavera y comienzos del verano, que es una temporada caliente y lluviosa (Herwaldt, 2000; Shields y Olson, 2003). Se postuló que las frambuesas de Guatemala se contaminaron con insecticidas o fungicidas mezclados con agua que contenía ooquistes esporulados del parásito (Sterling y Ortega, 1999).

Otras epidemias en EEUU, Canadá y Europa han sido relacionadas con el consumo de lechugas, albahaca u otro tipo de vegetales verdes, y guisantes, sin conocerse con exactitud los países de origen de estos productos (Herwaldt, 2000; Brockmann *et al.*, 2001; López *et al.*, 2001; Doller *et al.*, 2002; CDC, 2004; FSS, 2004; Hoang *et al.*, 2005). En EEUU, el 90% de los casos de ciclosporiasis ha sido asociado con alimentos contaminados (Mead *et al.*, 1999). La Tabla II presenta algunas de las epidemias documentadas de ciclosporiasis relacionadas con el consumo de alimentos contaminados en el mundo industrializado. Contrario a lo que ocurre en EEUU y Canadá, la mayoría de los casos de infección en Europa y Australia se ha asociado con viajes internacionales a áreas endémicas (Shlim *et al.*, 1991; Mansfield y Gajadhar, 2004; Puente *et al.*, 2006; Bourée *et al.*, 2007). La ciclosporiasis transmitida a través de los alimentos representa una gran preocupación en la industria de producción de alimentos y un problema de salud pública mundial.

En países en vías de desarrollo, la infección ha sido asociada con el consumo de vegetales en Nepal (Sherchand

TABLA II  
ALGUNOS EJEMPLOS DE EPIDEMIAS DE CICLOSPOROSIS ASOCIADAS AL  
CONSUMO DE ALIMENTOS EN PAÍSES INDUSTRIALIZADOS

Año	País	Casos	Fuente	Referencia
1995	EEUU, Florida, Nueva York	70	Frambuesas	Shields y Olson (2003)
1996	EEUU, varios estados	725	Frambuesas	Chalmers <i>et al.</i> (2000); Herwaldt (2000)
1997	EEUU, varios estados	762	Frambuesas	Chalmers <i>et al.</i> (2000); Herwaldt (2000)
1997	EEUU	NR*	Lechugas	Chalmers <i>et al.</i> (2000); Herwaldt (2000)
1997	EEUU	NR	Albahaca	Chalmers <i>et al.</i> (2000); Herwaldt (2000)
1998	Canadá, Ontario	192	Frambuesas	Chalmers <i>et al.</i> (2000); Herwaldt (2000)
1999	Canadá, Ontario	104	Varias bayas	Shields y Olson (2003)
2000	Alemania	26	Ensalada	Brockmann <i>et al.</i> (2001)
2002	Alemania	34	Lechugas	Doller <i>et al.</i> (2002)
2004	EEUU	95	Ensalada	FSS (2004)
2004	EEUU	50	Guisantes	CDC (2004)

NR: no reportado.

y Cross, 2001) y Jordania (Nimri, 2003). Se han identificado ooquistes de *C. cayetanensis* en el 1,8% de muestras de vegetales estudiadas provenientes de mercados en Perú (Ortega *et al.*, 1997b), en lechugas de mercados en Costa Rica (Calvo *et al.*, 2004) y en Venezuela (Devera *et al.*, 2006), en vegetales verdes y frondosos en Nepal (Sherchand y Cross, 2001) y en lechugas (Abou el Naga, 1999) y bivalvos (Negm, 2003) de mercados en Alejandría, Egipto. En un estudio de viajeros a zonas endémicas afectados con diarrea, las fresas, leche de búfala y pescados marinados fueron identificados como factores de riesgo (Gascón *et al.*, 2001). En naciones en vías de desarrollo se han reportado pocas epidemias de ciclosporiasis, y al menos once están documentadas. De éstas, seis se han asociado al consumo de frutas, vegetales o jugos en México, Guatemala, Colombia, Perú e Indonesia (Tabla III). Todos estos hallazgos sugieren que *C. cayetanensis* tiene el potencial de ser transmitida por alimentos contaminados con ooquistes del parásito.

#### Transmisión por agua

El agua contaminada con los ooquistes de *C. cayetanensis* es una

fuente común de ciclosporiasis; no obstante, no existen evidencias definitivas al respecto (Mansfield y Gajadhar, 2004). En el mundo industrializado se han documentado varias epidemias de la infección asociadas al agua. Sin embargo, no se han observado epidemias de alto perfil como las ocasionadas por *Cryptosporidium* y *Giardia* (Dawson, 2005). El primer brote de la infección por *C. cayetanensis* en EEUU fue en un hospital de Chicago, donde 23 casos de diarrea ocasionados por el parásito fueron asociados a la fuente de agua de consumo del hospital (Huang *et al.*, 1995). En ese país también se han reportado casos de ciclosporiasis autóctonos esporádicos que no han sido asociados con alimentos importados y que se han relacionado con el agua (Sterling y Ortega, 1999). De 325 epidemias de diarreas ocasionadas por protozoarios y asociadas al agua en el mundo, *C. cayetanensis* ha sido el agente causal de seis (1,8%; Karanis *et al.*, 2007).

En los países en vías de desarrollo se han realizado muy pocos estudios para determinar las fuentes y modos de transmisión de *C. cayetanensis*. En un estudio controlado en Guatemala se asociaron algunas variables relacionadas al agua con el riesgo de adquirir la infección. El consumo de

agua no tratada, la fuente de agua de consumo y el nadar en ríos o manantiales fueron factores de riesgo. Sin embargo, solo el consumo de agua no tratada permaneció como un riesgo después del análisis con el modelo de regresión logística multivariable (Bern *et al.*, 1999). En áreas rurales de ese país, usando técnicas moleculares, tres de cinco muestras de fuentes de aguas usadas para el consumo público fueron positivas para *C. cayetanensis* (Dowd *et al.*, 2003). En Perú, el coccidio fue asociado con el consumo de agua no clorinada (Zerpa *et al.*, 1995) e identificado en aguas servidas (Sturbaum *et al.*, 1998). En Haití, el único factor de riesgo para la infección fue el consumo de agua de un pozo artesanal (López *et al.*, 2003).

En Nepal, la ciclosporiasis se asoció con el consumo de agua no tratada o leche mezclada con esta agua (Hoge *et al.*, 1993), y una epidemia ocurrida en soldados extranjeros se relacionó con la ingestión de agua, en la cual se identificaron ooquistes de *Cyclospora*. El agua era una mezcla de agua de río y de agua potable tratada con cloro y filtrada, pero los organismos no fueron completamente eliminados (Rabold *et al.*, 1994; Tabla III). En otro estudio, el agua de tomar y las aguas servidas fueron identificados como probables fuentes de *C. cayetanensis* (Sherchand y Cross, 2001). En Hanoi, Vietnam, el parásito fue descrito en agua para el consumo, en ríos y en lagos (Miegeville *et al.*, 2003).

En Alejandría, Egipto, *C. cayetanensis* fue identificado en diferentes fuentes de agua, incluyendo piscinas (Youseff *et al.*, 1998). También en Egipto, un estudio diseñado para investigar la prevalencia y los factores de riesgo para la ciclosporiasis demostró que el agua fue una fuente de infección importante. En cinco áreas residenciales de una villa, se detectaron ooquistes de *Cyclospora* en varias fuentes de agua usadas para el consumo humano, tales como un drenaje, un canal de irrigación y aguas subterráneas. Las densidades altas de ooquistes conseguidas en las muestras de agua estudiadas sugieren contaminación con aguas servidas. Estos resultados reflejan la alta contaminación ambiental del área y sugieren al agua como el principal vehículo de transmisión del parásito (El-Karamany *et al.*, 2005). En otro estudio, el coccidio se observó en 0,24% de 840 muestras de agua potable en siete distritos (Elshazly *et al.*, 2007). La identificación reciente de *C. cayetanensis* en bivalvos en Alejandría, Egipto (Negm, 2003), ha

TABLA III  
EPIDEMIAS DE CICLOSPOROSIS EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO

Año	País	Población	Casos	Fuente	Referencia
1989	Nepal	Extranjeros	535	NR*	Shlim <i>et al.</i> (1991)
1989		Extranjeros	14	Agua de consumo	Rabold <i>et al.</i> 1994
1992		Extranjeros	964	Agua de consumo	Hoge <i>et al.</i> (1993)
1995-1998	Indonesia	Extranjeros	558	Frutas, vegetales	Fryauff <i>et al.</i> (1999)
2001		Extranjeros	29	NR	Blans <i>et al.</i> (2005)
2001	México	Asistentes a una boda	92	Berros	Ayala-Gaytán <i>et al.</i> (2004)
1999-2002	Brasil	Pacientes de laboratorio	132	NR	Zini <i>et al.</i> (2004)
2002	Colombia	Universitarios	56	Ensaladas, jugos	Botero-Garcés <i>et al.</i> (2006)
2003	Guatemala	Extranjeros	11	Jugo de frambuesa	Puente <i>et al.</i> (2006)
2004	Perú	Soldados	77	Salsas de vegetales	Torres-Slimming <i>et al.</i> (2006)
2005		Soldados	35	Alimentos, agua	Mundaca <i>et al.</i> (2008)

NR\*: no reportado.

creado expectativas y preocupación. Se desconoce el papel que en la presencia y mantenimiento del parásito en hospedadores marinos desempeñan el ecosistema marino y la llegada a este ambiente de las aguas desde la tierra. Sin embargo, la presencia del coccidio en bivalvos sugiere que el uso del mar con fines recreativos es un factor de riesgo potencial. En áreas endémicas, por lo menos tres epidemias se han asociado al agua de consumo (Tabla III).

Todos los hallazgos mencionados sugieren que el agua de consumo, incluyendo el agua potable tratada con cloro, las aguas de recreación o el uso de aguas servidas para la irrigación de cultivos en áreas endémicas, tienen el potencial de diseminar los ooquistes de *C. cayetanensis* en el ambiente. El agua contaminada usada para regar los cultivos de alimentos que son consumidos crudos, sin ningún procesamiento, puede representar una ruta de infección. Se considera que los ooquistes transportados por aguas contaminadas probablemente medien la contaminación de los alimentos, pero no existen evidencias concluyentes que soporten esta suposición (Mansfield y Gajadhar, 2004). La presencia de *C. cayetanensis* en los ecosistemas acuáticos sugiere la importancia del agua en la diseminación de la ciclosporiasis.

#### Transmisión por el suelo

En regiones industrializadas, casi todos los casos de ciclosporiasis se han asociado con alimentos o aguas contaminadas por lo que se considera que la infección es transmitida a través de estos vehículos ambientales (Mansfield y Gajadhar, 2004). Sin embargo, en un estudio de una epidemia en Florida, EEUU, la infección fue asociada con el desempeño de trabajos de jardinería y contacto con la tierra (Koumans *et al.*, 1998) y en Alemania, una epidemia de ciclosporiasis fue relacionada con lechugas provenientes de granjas de Italia y Francia, donde se sospechó que los ooquistes de *Cyclospora* pudieron haber sido transmitidos por trabajadores nativos de áreas endémicas a través de contacto con tierra o agua (Doller *et al.*, 2002).

En países en vías de desarrollo, el contacto con la tierra ha sido considerado factor de riesgo para la ciclosporiasis. Esta variable fue un importante riesgo para la infección en niños menores de dos años de edad en Perú (Madico *et al.*, 1997) y Guatemala (Bern *et al.*, 1999). También fue una importante fuente de la infección en niños de comunidades venezolanas (Chacín-Bonilla *et al.*, 2007) y africanas (El-Karamany *et al.*, 2005).

En el mundo en vías de desarrollo, las variables asociadas a las bajas condiciones socioeconómicas de una

porción importante de la población pudieran predisponer a los individuos a la adquisición de la infección. En áreas donde la pobreza determina la carencia de infraestructuras sanitarias que conduce a la defecación inadecuada de las personas y la contaminación de los suelos, éstos pudieran ser una fuente importante de la infección. En un estudio epidemiológico sobre ciclosporiasis realizado en la Isla de San Carlos, estado Zulia, Venezuela (Chacín-Bonilla *et al.*, 2007), para determinar los factores de riesgo de la infección, el modelo de regresión logística multivariable implicó significativamente varios factores de riesgo que incluyeron vivir en áreas de pobreza extrema (oportunidad relativa, OR= 1,77; IC<sub>95</sub>= 1,69-1,84), residir en ranchos o casas pequeñas (OR= 10; IC<sub>95</sub>= 6,89-14,5), el uso de un área del patio para defecar (OR= 2,64, IC<sub>95</sub>= 2,10-3,31) y el contacto con tierra contaminada con heces humanas (OR= 3,32, IC<sub>95</sub>= 2,55-4,32). El principal hallazgo del estudio fue la alta correlación de la prevalencia de la infección con los ambientes conducentes a la contaminación ambiental con heces humanas ( $p < 0,001$ ), lo cual sugiere que el contacto con la tierra contaminada es un mecanismo importante de transmisión en esta comunidad. De hecho, este factor estuvo fuertemente asociado a la infección ( $p < 0,01$ ). Estos hallazgos indican una relación inversa entre el estado socioeconómico y la ciclosporiasis y que la infección, como otras infecciones transmisibles, afecta principalmente a las familias pobres. En un estudio realizado en Haití, donde el único factor de riesgo para la infección fue el consumo de agua de un pozo artesanal, se consideró que una de las causas de la contaminación de esta fuente de agua podría haber sido la defecación ambiental indiscriminada, puesto que en el área las letrinas eran escasas (López *et al.*, 2003). En China, en la provincia Anhui, los porcentajes de la infección fueron mayores en las áreas rurales donde existían deficientes condiciones sanitarias y de higiene personal, y frecuente contaminación ambiental con heces humanas (Wang *et al.*, 2002).

Varios estudios han demostrado una mayor prevalencia de la infección en niños  $\leq 10$  años (Bern *et al.*, 1999; Kaminsky, 2002; López *et al.*, 2003; Núñez *et al.*, 2003; Chacín-Bonilla *et al.*, 2007; Turgay *et al.*, 2007). Las razones que expliquen este hallazgo no están claras. Pudiera ser que este resultado se relacione no solo con la edad sino también con factores de exposición al parásito y de conducta humana relacionada con la pobreza. En países en vías de desarrollo, el dramático incremento poblacional y la masiva migración rural hacia el medio urbano en las últimas décadas ha traído como conse-

cuencia el rápido desarrollo de centros urbanos sin planificación alguna, con condiciones sanitarias y disposición de basura inadecuada, hacinamiento y poca educación sanitaria. En estos ambientes, la contaminación de la tierra por hábitos de defecación inadecuados podría ser un determinante significativo para la infección, como es el caso de la Isla de San Carlos, Venezuela (Chacín-Bonilla *et al.*, 2007). Puesto que en ausencia de letrinas se defeca en el patio o en la vecindad de las casas, donde los niños juegan, aquellos que son menos supervisados pueden ser más propensos a evacuar en sitios ya contaminados con excretas y por lo tanto estar expuesto con mayor frecuencia a la infección. Esta situación destaca el papel clave de las condiciones sanitarias inadecuadas como un factor de riesgo para *C. cayetanensis* en áreas pobres donde la transmisión del parásito a través de la tierra contaminada pudiera ser una importante ruta de diseminación.

Se ha postulado que la contaminación de las frambuesas guatemaltecas, causantes de epidemias en países desarrollados, es a través del agua de río usada para diluir los insecticidas o fungicidas utilizados en los cultivos, o a través de las manos contaminadas de los que recojen o manipulan las frutas (Sterling y Ortega, 1999; Sathyanarayanan y Ortega, 2004). Sin embargo, realmente no se conoce la vía de contaminación de estas frutas. El coccidio pudiera teóricamente contaminar los cultivos a través de varias rutas: por medio de agua contaminada con material fecal que es usada para irrigar o rociar los cultivos, por contacto con tierra contaminada o por las personas que manipulan las frutas (Dawson, 2005), a través de las manos sucias con tierra contaminada. Por lo tanto, uno de los mecanismos de contaminación de los cultivos de frambuesas pudiera ser por medio de suelos contaminados. Actualmente se considera que *C. cayetanensis* es un coccidio transmitido por agua o alimentos contaminados (Mansfield y Gajadhar, 2004). Sin embargo, las infecciones asociadas al contacto con la tierra en países en vías de desarrollo proveen evidencias para pensar que este mecanismo de diseminación pudiera ser de significación en áreas con poco saneamiento ambiental y la pobreza un factor predisponente. Falta por determinar con qué frecuencia ocurre esta vía de transmisión.

#### Transmisión zoonótica

El papel que los animales juegan en la transmisión de *C. cayetanensis* es controversial y necesita ser dilucidado. No existen evidencias de la existencia de un animal que actúe como un verdadero hospedador natural de *C. cayetanensis*,

y se cree que está restringida a los humanos por varias razones. Primero, tanto las fases asexuales como las sexuales del parásito se han observado en el hombre (Sun *et al.*, 1996; Ortega *et al.*, 1997a), lo cual sugiere que no se necesita un hospedador intermediario para que el parásito complete su ciclo evolutivo. Segundo, no se ha identificado el parásito en el examen de heces de una gran cantidad de animales en áreas endémicas, como por ejemplo en 140 perros en Brasil (Carollo *et al.*, 2001) y en 327 animales en Haití, incluyendo pollos, palomas, patos, pavos, cobayos, cerdos, perros, gatos, cabras, caballos y vacas (Eberhard *et al.*, 1999b). Tercero, no se ha logrado establecer la infección experimentalmente en animales modelo (Eberhard *et al.*, 2000). Sin embargo, el contacto con animales se ha señalado como un factor de riesgo para la ciclosporiasis en Guatemala (Bern *et al.*, 1999), Perú (Bern *et al.*, 2002), Jordania (Nimri, 2003), Nepal (Sherchand y Cross, 2001) y Egipto (El-Karamany *et al.*, 2005), y se han identificado organismos similares a *Cyclospora* en patos (Zerpa *et al.*, 1995), pollos (García-López *et al.*, 1996; Sherchand y Cross, 2001), ratones y ratas (Sherchand y Cross, 2001), perros (Yai *et al.*, 1997), monos y primates no humanos (Smith *et al.*, 1996; López *et al.*, 1999; Eberhard *et al.*, 2001). Recientemente se reportó la presencia de *C. cayetanensis*, confirmada por la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa, en un mono, dos perros, y una ave (Chu *et al.*, 2004). Aunque este hallazgo es quizás el más valioso desde el punto de vista zoonótico, no es evidencia de transmisión zoonótica porque no se sabe si esos animales actúan simplemente como transportes o reservorios naturales del parásito. Por lo tanto, la transmisión zoonótica de *C. cayetanensis* permanece sin dilucidar. Sería necesario realizar estudios histológicos en estos animales para evidenciar la presencia y desarrollo de las fases evolutivas del parásito en las células epiteliales del intestino.

#### Transmisión aérea

Ooquistes de *C. cayetanensis* fueron identificados en el esputo de dos individuos adultos, que no estaban infectados con el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), uno procedente de Argentina y otro de Egipto. Ambos pacientes tenían tos, expectoración purulenta, disnea y pérdida de peso. Uno de ellos tenía antecedentes de tuberculosis (TB) tratada y curada (Di Giulio *et al.*, 2000); el otro tenía una TB activa (Hussein *et al.*, 2005). Se desconoce si existe una interacción entre el bacilo de la TB y *C. cayetanensis* o si el parásito ha sido identificado en pacientes con TB por el hecho de que las técnicas

de ácido alcohol resistencia son generalmente las de elección para ambos agentes patógenos en el laboratorio clínico. Aunque hasta el presente no existen evidencias de la transmisión aérea del parásito, la presencia de éste en el esputo de estos pacientes causa preocupación sobre la posibilidad de la transmisión del coccidio por esta vía. Falta por dilucidar bajo que circunstancias y con que frecuencia ocurre.

#### Perspectivas

La poca sensibilidad y especificidad de los métodos de diagnóstico convencionales para *C. cayetanensis* sugieren que la ciclosporiasis ha sido subestimada. En países en vía de desarrollo es necesario un mayor conocimiento y familiaridad con el parásito, y la implementación de técnicas de diagnóstico en los laboratorios clínicos y en el campo que ayudarían a investigar las fuentes y rutas de transmisión del coccidio y a controlar epidemias localmente y en el exterior ocasionadas por productos importados.

El mejoramiento de las técnicas de diagnóstico y de los métodos y sistemas epidemiológicos para el parásito y la infección ofrecería una mejor evaluación de los factores de riesgo y la epidemiología de la parasitosis, lo cual conduciría a medidas mejores de prevención y control de la infección. Los mecanismos de transmisión y la importancia relativa de cada uno de ellos no son bien conocidos. Se requieren estudios epidemiológicos en áreas endémicas, con técnicas de biología molecular, para conocer los modos de transmisión del parásito, sus frecuencias relativas y cómo interactúan las rutas de diseminación.

En regiones endémicas para *C. cayetanensis*, las infecciones asociadas al contacto con la tierra proveen razones para pensar que este mecanismo de transmisión puede ser más frecuente de lo que se cree. Es necesario determinar la frecuencia con que ocurre este tipo de transmisión y si las variables asociadas con las bajas condiciones socioeconómicas son factores que predisponen a la infección. En los estudios ambientales de este parásito se debe incluir el examen de muestras de tierra para determinar su presencia.

Se requiere evidenciar si existe o no la transmisión zoonótica y aérea de *C. cayetanensis*. Se necesita investigar el papel que desempeñan los animales en el ciclo de vida del parásito. A pesar de los avances en el conocimiento de *C. cayetanensis*, aún hay muchas incertidumbres que indican la necesidad de realizar estudios en diversos aspectos relacionadas con este coccidio.

#### Conclusión

La transmisión de *C. cayetanensis* ocurre a través de un vehículo ambiental, tal como agua, alimentos y suelos, pero la importancia relativa de las diversas fuentes y rutas de transmisión del parásito se desconoce.

#### REFERENCIAS

- Abou el Naga IF (1999) Studies on a newly emerging protozoal pathogen: *Cyclospora cayetanensis*. *J. Egypt Soc. Parasitol.* 29: 575-586.
- Almirall P, Escobedo A, Cimerman S (2008) *Cyclospora cayetanensis*: un protozoo intestinal emergente. *Rev. Panam. Infectol.* 10: 24-29.
- FSS (2004) *Salad implicated in US Cyclospora outbreak*. Food Safety and Security. p. 7, www.pjbames.co.uk/fss/foodsafety.hhm.
- Ayala-Gaytán JJ, Díaz-Olachea C, Riojas-Montalvo P, Palacios-Martínez C (2004) Cyclosporiasis: clinical and diagnostic characteristics of an epidemic outbreak. *Rev. Gastroenterol. Mex.* 69: 226-229.
- Bern C, Hernández B, López MB, Arrowood MJ, Álvarez de Mejía M, de Mérida AM, Hightower AW, Venczel L, Herwaldt BL, Klein RE (1999) Epidemiologic studies of *Cyclospora cayetanensis* in Guatemala. *Emerg. Infect. Dis.* 5: 766-774.
- Bern C, Ortega YR, Checkley W, Roberts JM, Lescano AG, Cabrera L, Verastegui M, Black RE, Sterling C, Gilman RH (2002) Epidemiologic differences between cyclosporiasis and cryptosporidiosis in Peruvian children. *Emerg. Infect. Dis.* 8: 581-585.
- Blans MCA, Ridwan BU, Verweij JJ, Rozenberg-Aroka M, Verhoef J (2005) Cyclosporiasis outbreaks, Indonesia. *Emerg. Infect. Dis.* 11: 1453-1455.
- Botero-Garcés J, Montoya-Palacio MN, Barguil JJ, Castaño-González A (2006) Brote epidémico por *Cyclospora cayetanensis* en Medellín, Colombia. *Rev. Salud Públ.* 8: 258-268.
- Bourée P, Lancon A, Bisaro F, Bonnot G (2007) Six human cyclosporiasis: with general review. *J. Egypt Soc. Parasitol.* 37: 349-360.
- Brockmann S, Dietrich K, Doller PC, Dreweck C, Filipp N, Wagner-Wiening C, Wiedenmann A, Kiehl W (2001) Cyclosporiasis in Germany. *Eurosurveill. Weekly* 5: 22.
- Burstein Alva S (2005) Cyclosporiasis: una parasitosis emergente (I). Aspectos clínicos y epidemiológicos. *Rev. Gastroenterol. Perú* 25: 328-335.
- Calvo M, Carazo M, Arias ML, Chaves C, Monges R, Chinchilla M (2004) Prevalencia de *Cyclospora* sp., *Cryptosporidium* sp., microsporidios y determinación de coliformes fecales en frutas y vegetales frescos de consumo crudo en Costa Rica. *Arch. Latinoam. Nutr.* 54: 428-432.
- Carollo MC, Amato Neto V, Braz LM, Dowoong K (2001) Pesquisa de oocistos de *Cyclospora* sp., em fezes de cães da Grande São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 34: 597-598.
- CDC (2004) Outbreak of cyclosporiasis associated with snow peas-Pennsylvania, 2004. Center for Disease Control and Prevention *M.M.W.R. Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 53, 876-878.
- Chacín-Bonilla L, Mejía de Young M, Estévez J (2003) Prevalence and pathogenic role of *Cyclospora cayetanensis* in a Venezuelan commu-

- nity. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 68: 304-306.
- Chacín-Bonilla L, Barrios F, Sánchez Y (2007) Epidemiology of *Cyclospora cayetanensis* infection in San Carlos Island, Venezuela: strong association between socio-economic status and infection. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 101: 1018-1024.
- Chalmers RM, Nichols G, Rooney R (2000) Foodborne outbreaks of cyclosporiasis have arisen in North America. Is the United Kingdom at risk? *Comm. Dis. Public Health* 3: 50-55.
- Chambers J, Somerfeldt S, Mackey L, Nichols S, Ball R, Roberts D, Dufford N, Reddick A, Gibson J (1996) Outbreaks of *Cyclospora cayetanensis* infection in United States. *M.M.W.R. Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 45: 549-551.
- Chu D-MT, Sherchand JB, Cross JH, Orlandi PA (2004) Detection of *Cyclospora cayetanensis* in animal fecal isolates from Nepal using an FTA filter-base polymerase chain reaction method. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 71: 373-379.
- Connor BA, Shlim DR (1995) Foodborne transmission of *Cyclospora*. *Lancet* 346: 1634.
- Dawson D (2005) Foodborne protozoan parasites. *Int. J. Food Microbiol.* 103: 207-227.
- Devera R, Blanco Y, Cabello E (2005) Elevada prevalencia de *Cyclospora cayetanensis* en indígenas del estado Bolívar, Venezuela. *Cad. Saúde Públ.* 21: 1778-1784.
- Devera R, Blanco Y, González H, García L (2006) Parásitos intestinales en lechugas comercializadas en mercados populares y supermercados de Ciudad Bolívar, Estado Bolívar, Venezuela. *Rev. Soc. Ven. Microbiol.* 26: 100-107.
- Días Borges J, Rodríguez Alarcón RS, Amato Neto V, Gakiya E (2009) Parasitoses intestinais de indígenas da comunidade Mapuera (Oriximiná, Estado do Pará, Brasil): elevada prevalência de *Blastocystis hominis* and finding of *Cryptosporidium* sp. and *Cyclospora cayetanensis*. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 42: 348-350.
- Di Giulio AB, Cribari MS, Bava AJ, Cicconetti JS, Collazos R (2000) *Cyclospora cayetanensis* in sputum and stool samples. *Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo* 42: 115-117.
- Doller PC, Dietrich K, Filipp N, Brockmann S, Dreweck C, Vonthein R, Wagner-Wiening C, Wiedermann A (2002) Cyclosporiasis outbreak in Germany associated with the consumption of salad. *Emerg. Infect. Dis.* 8: 922-994.
- Dowd SE, John D, Eliopolus J, Gerba CP, Naranjo J, Klein R, López B, de Mejía M, Mendoza CE, Pepper IL (2003) Confirmed detection of *Cyclospora cayetanensis*, *Encephalitozoon intestinalis* and *Cryptosporidium parvum* in water used for drinking. *J. Water Health* 1: 117-123.
- Eberhard ML, Pieniazek NJ, Arrowood MJ (1997) Laboratory diagnosis of *Cyclospora* infections. *Arch. Pathol. Lab. Med.* 121: 792-797.
- Eberhard ML, Nace EK, Freeman AR, Streit TG, Da Silva AJ, Lammie PJ (1999a) *Cyclospora cayetanensis* infections in Haiti: A common occurrence in the absence of watery diarrhea. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 60: 584-586.
- Eberhard ML, Nace EK, Freeman AR (1999b) Survey for *Cyclospora cayetanensis* in domestic animals in an endemic area in Haiti. *J. Parasitol.* 85: 562-563.
- Eberhard ML, Ortega YR, Hanes DE, Nace EK, Do RQ, Robl MG, Won KY, Gavidia C, Sass NL, Mansfield K, Gozalo A, Griffiths J, Gilman R, Sterling CR, Arrowood MJ (2000) Attempts to establish experimental *Cyclospora cayetanensis* infection in laboratory animals. *J. Parasitol.* 86: 577-582.
- Eberhard ML, Njenga MN, da Silva AJ, Owino D, Nace EK, Won KY, Mwenda JM (2001) A survey for *Cyclospora* spp. in Kenyan primates, with some notes on its biology. *J. Parasitol.* 87: 1394-1397.
- El-Karamany EM, Zaher TI, El-Bahnasawy MM (2005) Role of water in the transmission of cyclosporiasis in Sharkia Governorate, Egypt. *J. Egypt Soc. Parasitol.* 35: 953-962.
- Elshazly AM, Elsheikha HM, Soltan DM, Mohammad KA, Morsy TA (2007) Protozoal pollution of surface water sources in Dakahlia Governorate, Egypt. *J. Egypt Soc. Parasitol.* 37: 51-64.
- Fryauff DJ, Krippner R, Prodjodipuro P, Ewald C, Kawengian S, Pagelow K, Yun T, von Heydewolf-Wehnert C, Oyoyo B, Gross R (1999) *Cyclospora cayetanensis* among expatriate and indigenous populations of West Java, Indonesia. *Emerg. Infect. Dis.* 5: 585-588.
- García-López HL, Rodríguez-Tovar LE, Medina-De la Garza CE (1996) Identification of *Cyclospora* in poultry. *Emerg. Infect. Dis.* 2: 356-357.
- Gascón J, Álvarez M, Valls EM, Bordas MJ, Jiménez de Anta TM, Corachan M (2001) Cyclosporiasis: a clinical and epidemiological study in travelers with imported *Cyclospora cayetanensis* infection. *Med. Clin. (Barc.)* 116: 451-464.
- Herwaldt BL (2000) *Cyclospora cayetanensis*: A review, focusing on the outbreaks of cyclosporiasis in the 1990s. *Clin. Infect. Dis.* 31: 1040-1057.
- Herwaldt BL, Ackers ML (1997) An outbreak in 1996 of cyclosporiasis associated with imported raspberries. *N. Engl. J. Med.* 336: 1548-1556.
- Hoang LM, Fyfe M, Ong C, Harb J, Champagne S, Dixon B, Isaac-Renton J (2005) Outbreak of cyclosporiasis in British Columbia associated to imported Thai basil. *Epidemiol. Infect.* 133: 23-37.
- Hoge CW, Shlim DR, Rajah R, Triplett J, Shear M, Rabold JG, Echeverría P (1993) Epidemiology of diarrhoeal illness associated with coccidian-like organism among travellers and foreign residents in Nepal. *Lancet* 341: 1175-1179.
- Hoge CW, Echeverría P, Rajah R, Jacobs J, Matthouse S, Chapman E, Jiménez LM, Shlim DR (1995) Prevalence of *Cyclospora* species and other enteric pathogens among children less than 5 years of age in Nepal. *J. Clin. Microbiol.* 33: 3058-3060.
- Huang P, Weber JT, Sosin DM, Griffin PM, Long EG, Murphy JJ, Kocka F, Peters C, Kallick C (1995) The first reported outbreak of diarrheal illness associated with *Cyclospora* in the United States. *Ann. Intern. Med.* 123: 409-414.
- Hussein EM, Abdul-Manaem AH, el-Attary SL (2005) *Cyclospora cayetanensis* oocysts in sputum of a patient with active pulmonary tuberculosis, case report in Ismailia, Egypt. *J. Egypt Soc. Parasitol.* 35: 787-793.
- Jacquette G, Guido F, Jacobs J, Smith P, Adler D (1997) Update. Outbreaks of cyclosporiasis - United States, 1997. *M.M.W.R. Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 46: 461-462.
- Kaminsky RG (2002) Comparación epidemiológica entre apicomplexa intestinales en población hospitalaria en Honduras. *Rev. Med. Hond.* 70: 164-172.
- Karanis P, Kourenti C, Smith H (2007) Waterborne transmission of protozoan parasites: a worldwide review of outbreaks and lessons learnt. *J. Water Health* 5: 1-38.
- Kimura K, Rai SK, Rai G, Insiengmay S, Kawabata M, Karanis P, Uga S (2005) Study on *Cyclospora cayetanensis*, associated with diarrheal disease in Nepal and Lao PDR. *Southeast Asian J. Trop. Med. Publ. Health* 36: 1371-1376.
- Koumans EHA, Katz DJ, Malecki JM, Kumar S, Wahlquist SP, Arrowood MJ, Hightower AW, Herwaldt BL (1998) An outbreak of cyclosporiasis in Florida in 1995: a harbinger of multistate outbreaks in 1996 and 1997. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 59: 235-242.
- López AS, Dodson DR, Arrowood MJ, Orlandi PA Jr, Da Silva AJ, Bier JW, Hanauer SD, Kuster RI, Oltman S, Baldwin MS, Won KY, Nace EM, Eberhard ML, Herwaldt BL (2001) Outbreak of cyclosporiasis associated with basil in Missouri in 1999. *Clin. Infect. Dis.* 32: 1010-1017.
- López AS, Bendik JM, Alliance JY, Roberts JM, da Silva AJ, Moura INS, Arrowood MJ, Eberhard ML, Herwaldt BL (2003) Epidemiology of *Cyclospora cayetanensis* and other intestinal parasites in a community in Haiti. *J. Clin. Microbiol.* 41: 2047-2054.
- López FA, Manglicmot J, Schmidt TM, Yeh C, Smith HV, Relman DA (1999) Molecular characterization of *Cyclospora*-like organisms from baboons. *J. Infect. Dis.* 179: 670-676.
- Madico G, McDonald J, Gilman RH, Cabrera L, Sterling CR (1997) Epidemiology and treatment of *Cyclospora cayetanensis* infection in Peruvian children. *Clin. Infect. Dis.* 24: 977-981.
- Mansfield LS, Gajadhar AA (2004) *Cyclospora cayetanensis* a food-and waterborne coccidian parasite. *Vet. Parasitol.* 126: 73-90.
- Mead PS, Slutsker L, Dietz V, McCaig LF, Bresee JS, Shapiro C, Griffin PM, Tauxe RV (1999) Food-related illness and death in the United States. *Emerg. Infect. Dis.* 5: 607-625.
- Miegeville M, Koubi V, Dan LC, Barbier JP, Cam PD (2003) *Cyclospora cayetanensis* et sa présence en milieu hydrique à Hanoi (Vietnam). Etude dans l'environnement (eaux de forage, lacs et rivières). *Bull. Soc. Path. Exot.* 96: 149-152.
- Mundaca CC, Torres-Slimming PA, Araujo-Castillo RV, Moran M, Bacon DJ, Ortega Y, Gilman RH, Blazes DL (2008) Use of PCR to improve diagnostic yield in an outbreak of cyclosporiasis in Lima, Perú. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 102: 712-717.
- Negm AY (2003) Human pathogenic protozoa in bivalves collected from local markets in Alexandria. *J. Egypt. Soc. Parasitol.* 33: 991-998.
- Nimri LF (2003) *Cyclospora cayetanensis* and other intestinal parasites associated with diarrhea in rural area of Jordan. *Int. Microbiol.* 6: 131-135.
- Núñez FA, González OM, González I, Escobedo AA, Cordovi RA (2003) Intestinal coccidia in Cuban pediatric patients with diarrhea. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 98: 539-542.
- Ortega YR, Sterling CR, Gilman RH, Cama VA, Díaz F (1993) *Cyclospora* species-a new protozoan pathogen of humans. *N. Engl. J. Med.* 328: 1308-1312.
- Ortega YR, Nagle R, Gilman RH, Watanabe J, Miyagui J, Quispe H, Kanagusuku P, Roxas C, Sterling CR (1997a) Pathologic and clinical findings in patients with cyclosporiasis and a description of intracellular parasite life-cycle stages. *J. Infect. Dis.* 176: 1584-1589.
- Ortega YR, Roxas CR, Gilman RH, Miller NJ, Cabrera L, Taquiri C, Sterling CR (1997b) Isolation of *Cryptosporidium parvum* and *Cyclospora cayetanensis* from vegetables collected in markets of an endemic region in Peru. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 57: 683-686.

- Pratdesaba RA, González M, Piedrasanta E, Mérida C, Contreras K, Vela C, Culajay F, Flores L, Torres O (2001) *Cyclospora cayetanensis* in three populations at risk in Guatemala. *J. Clin. Microbiol.* 39: 2951-2953.
- Pritchett R, Gossman C, Radke V, Moore J, Busenlehner E, Fischer K, Doerr K, Winkler C, Franklin-Thomsen M, Fiander J (1997) Outbreak of cyclosporiasis. Northern Virginia-Washington, DC.-Baltimore, Maryland, Metropolitan Area, 1997. *M.M.W.R. Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 46: 689-691.
- Puente S, Morente A, García-Benayas T, Subirats M, Gascón J, González-Lahoz JM (2006) Cyclosporiasis: a point source outbreak acquired in Guatemala. *J. Travel Med.* 13: 334-337.
- Rabold G, Hoge CW, Shlim DR, Kefford C, Rajah R, Echeverría P (1994) *Cyclospora* outbreak associated with chlorinated drinking water. *Lancet* 344: 1360-1361.
- Sathyannarayanan L, Ortega YR (2004) Effects of pesticide on sporulation of *Cyclospora cayetanensis* and viability of *Cryptosporidium parvum*. *J. Food Prot.* 67: 1044-1049.
- Sherchand JB, Cross JH (2001) Emerging pathogen *Cyclospora cayetanensis* infection in Nepal. *Southeast Asian J. Trop. Med. Publ. Health* 32 (Suppl.): 143-150.
- Shields JM, Olson BH (2003) *Cyclospora cayetanensis*: a review of an emerging parasitic coccidian. *Int. J. Parasitol.* 33: 371-391.
- Shlim DR, Cohen MT, Eaton M, Rajah R, Long EG, Ungar BL (1991) An alga-like organism associated with an outbreak of prolonged diarrhea among foreigners in Nepal. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 45: 383-389.
- Smith HV, Paton CA, Girdwood RW, Mtambo MM (1996) *Cyclospora* in non-human primates in Gombe, Tanzania. *Vet. Rec.* 138: 528.
- Sterling CR, Ortega YR (1999) *Cyclospora*: An enigma worth unraveling. *Emerg. Infect. Dis.* 5: 48-53.
- Sturbaum GD, Ortega YR, Gilman RH, Cabrera C, Klein DA (1998) Detection of *Cyclospora cayetanensis* in wastewater. *Appl. Env. Microbiol.* 64: 2284-2286.
- Sun T, Ilardi CF, Ansnis D, Bresciani AR, Goldenberg S, Roberts B, Teichberg S (1996) Light and electron microscopic identification of *Cyclospora* species in the small intestine. Evidence of the presence of asexual life cycle in human host. *Am. J. Clin. Pathol.* 105: 216-220.
- Torres-Slimming PA, Mundaca CC, Moran M, Quispe J, Colina O, Bacon DJ, Lescano AG, Gilman RH, Blazes DL (2006) Outbreak of cyclosporiasis at a naval base in Lima, Perú. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 75: 546-548.
- Turgay N, Yolasmaz A, Erdogan DD, Zeyrek FY, Uner A (2007) Incidence of cyclosporiasis in patients with gastrointestinal symptoms in western Turkey. *Med. Sci. Monit.* 13: 34-39.
- Wang K-X, Li CP, Wang J, Tian Y (2002) *Cyclospora cayetanensis* in Anhui, China. *World J. Gastroenterol.* 15: 1144-1148.
- Yai LEO, Bauab AR, Hirschfeld MPM, de Oliveira ML, Damaceno JT (1997) The first two cases of *Cyclospora* in dogs, São Paulo, Brazil. *Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo.* 39: 177-179.
- Youseff MY, Khalifa AM, el Azzouni MZ (1998) Detection of *Cryptosporidia* in different water sources in Alexandria by monoclonal antibody test and modified Ziehl-Neelsen stain. *J. Egypt Soc. Parasitol.* 28: 487-496.
- Zerpa R, Uchima N, Huicho L (1995) *Cyclospora cayetanensis* associated with watery diarrhoea in Peruvian patients. *J. Trop. Med. Hyg.* 98: 325-329.
- Zini RM, Santos CC, Almeida I, Aparecida ZC, Peresi JT, Marques C (2004) Atuação do Laboratório de Saúde Pública na elucidação do surto de diarréia causado por *Cyclospora cayetanensis* no município de General Salgado-SP. *Rev. Inst. Adolfo Lutz* 63: 116-121.

## ***Cyclospora cayetanensis*: SOURCES AND TRANSMISSION MECHANISMS**

Leonor Chacín-Bonilla, Fernando Barrios and Rosita Cheng-Ng

### **SUMMARY**

The present paper is a review of the sources and transmission mechanisms of *Cyclospora cayetanensis*, an emergent coccidian pathogen that causes endemic and epidemic diarrheal illness worldwide. The epidemiology of the infection is not well known. Humans appear to be the only natural hosts. However, the role of animals as natural reservoirs of *C. cayetanensis* remains to be determined. Transmission of the parasite occurs through an environmental vehicle. In developing countries, cyclosporiasis has been associated with contaminated water or foods, contact with soil or animals, and variables related with low socioeconomic status. In industrialized countries, the infection has been linked to traveller's diarrhea and numerous high profile foodborne out-

breaks have been associated with imported fresh produce from endemic areas. Waterborne epidemics have also been reported to a lesser extent. Increasing globalization of fresh food supply and international travel have contributed to the spread of *C. cayetanensis* from endemic to non-endemic areas. The existence of several uncertainties in the routes of transmission and other epidemiologic aspects of the parasite highlight the need for continued research in several aspects of the epidemiology of the infection. In conclusion, transmission of *C. cayetanensis* occurs through environmental vehicles such as water, food and soil. However, the relative importance of the various sources and transmission routes remains unknown.

## ***Cyclospora cayetanensis*: FONTES E MECANISMOS DE TRANSMISSÃO**

Leonor Chacín-Bonilla, Fernando Barrios e Rosita Cheng-Ng

### **RESUMO**

O presente trabalho é uma revisão das fontes e mecanismos de transmissão de *Cyclospora cayetanensis*, um coccídio patógeno emergente de distribuição mundial que ocasiona diarréia em forma endêmica e epidêmica. A epidemiologia da infecção não é totalmente conhecida. Os humanos parecem ser os únicos hospedeiros do coccídio. No entanto, a função dos animais como reservatórios naturais de *C. cayetanensis* permanece sem ser determinado. A transmissão do parasita ocorre através de um veículo ambiental. Nos países em desenvolvimento, a ciclosporoze tem sido relacionada com a água e os alimentos contaminados, contato com a terra ou animais, e variáveis associadas a baixas condições socioeconômicas. A crescente globalização de produtos alimentícios frescos e as viagens internacionais tem contri-

buido à disseminação do parasita das áreas endêmicas para as não endêmicas. Nos países industrializados a infecção tem sido relacionada com a diarréia de viajantes e tem ocorrido numerosas epidemias devidas ao consumo de alimentos importados de áreas endêmicas. A água também tem sido associada com epidemias, mas em menor quantia. A existência de incertezas nos mecanismos de transmissão e outros aspectos epidemiológicos deste coccídio indicam a necessidade de continuar estudos epidemiológicos. Em síntese, a transmissão de *C. cayetanensis* ocorre através de um veículo ambiental, tal como água, alimentos e solos, mas a importância relativa das diversas fontes e rotas de transmissão do parasita se desconhece.