

Factores de riesgo y prevalencia de la cisticercosis en Morelos

◆ Gabriela Rosas
Gladys Fragoso

La cisticercosis es una enfermedad parasitaria causada por el metacéstodo *Taenia solium*, que afecta al hombre y al cerdo. El cisticerco recibe varios nombres comunes: granillo, alfilerillo, tomatillo, sapo, zahuate, liendrilla, granizo y gusano vesiculoso.¹ Esta parasitosis se conoce desde tiempos antiguos, a partir de la domesticación del ganado y el desarrollo de la agricultura.² El ciclo de vida de este parásito abarca dos hospederos: uno definitivo, el ser humano, en el que se alberga el gusano adulto o tenia (metacéstodo), y otro intermediario, el cerdo, en el que se encuentra en fase larvaria o cisticerco y al cual le produce cisticercosis.³ Fuera del ciclo, el humano también se puede enfermar de cisticercosis; en América, la forma más común de esta infección y

causante de consultas a las instancias de salud es la neurocisticercosis, en la que la larva se encuentra en el sistema nervioso central, mientras que en Asia y África lo es la cisticercosis subcutánea.⁴

La tenia, o solitaria, produce miles de huevos que se expulsan con la materia fecal, sueltos o dentro de estructuras llamadas proglótidos. El cerdo se infecta al ingerir los huevos, ya sea por alimentarse con las heces o por ingerir alimentos o agua contaminada con los huevos.⁵ Los huevos, al pasar por el tracto digestivo y entrar en contacto con el ácido clorhídrico, enzimas digestivas y bilis, se activan liberando los embriones, los cuales penetran la pared del intestino delgado y alcanzan los vasos sanguíneos pequeños, que les permiten ingresar al torrente circulatorio, por donde migran

¹ Jorge Tay, Ramón Lara, Manuel Gutiérrez y Óscar Velasco, *Parasitología médica*, Méndez Editores, México DF, 2002.

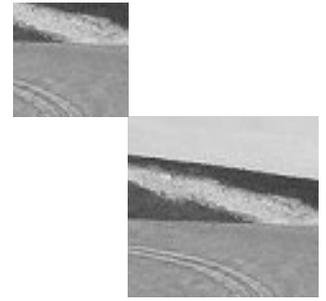
² Eric P. Hoberg, Nancy L. Alkire, Alan de Queiroz y Arlene Jones, "Out of Africa: origins of the *Taenia* tapeworms in humans", *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences*, núm. 268, 2001, pp. 781-787.

³ Antonio Becerril Flores y Raúl Romero Cabello, *Parasitología médica: de las moléculas a la enfermedad*, McGraw-Hill Interamericana, México DF, 2004.

⁴ Rodrigo Vega, Daniel Piñero, Bienvenue Ramanankandrasana, Michel Dumas, Bernard Bouteille, Agnes Fleury, Edda Sciutto, Carlos Larralde y Gladys Fragoso, "Population genetic structure of *Taenia solium* from Madagascar and Mexico: implications for clinical profile diversity and immunological technology", *International Journal of Parasitology*, vol. 33, núm. 13, 2003, pp. 1479-1485.

⁵ Elsa Sarti, Ana Flisser, Peter M. Schantz, Marcela Gleizer, Marta Loya, Agustín Plancarte, Guillermina Ávila, James Allan, Philip Craig, Mario Bronfman y Panduka Wijeyaratne, "Development and evaluation of a health education intervention against *Taenia solium* in a rural community in Mexico", *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 56, núm. 2, 1997, pp. 127-132; Fernando Díaz, Héctor H. García, Robert H. Gilman, Armando E. Gonzáles, Miguel Castro, Víctor C. W. Tsang, Joy B. Pilcher, Luz E. Vásquez, Manuel Lescano, César Carcamo, Guillermo Madico, Elba Miranda y The Cysticercosis Working Group in Peru, "Epidemiology of taeniasis and cysticercosis in a Peruvian village", *American Journal of Epidemiology*, vol. 135, núm. 8, 1992, pp. 875-882.

◆ Profesora investigadora, Facultad de Medicina, UAEM
Investigadora, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM



hacia diversos órganos, como músculos estriados, corazón, cerebro, ojos y tejido subcutáneo, donde se establecen y desarrollan hasta alcanzar, después de aproximadamente ocho semanas, la fase de metacéstodo (cisticerco).⁶

El ciclo se completa cuando el hombre consume la carne mal cocida del cerdo infectado con cisticercos. Éstos se adhieren a las paredes del intestino humano pero por lo general sólo uno madura hasta convertirse en un gusano adulto hermafrodita, es decir, que posee órganos sexuales femeninos y masculinos, que al alcanzar la madurez sexual se puede autofecundar y producir huevos. Los proglótidos que contienen los huevos grávidos e infectivos son los más distales, y al desprenderse y romperse liberan a los huevos infectivos que salen al ambiente en las heces del hospedero.⁷

Por la alta prevalencia de la cisticercosis porcina (13%)⁸ en el estado de Morelos, ya que el ciclo de vida de este parásito se mantiene como consecuencia

de las condiciones de vida y la falta de hábitos de higiene de los habitantes de algunas comunidades (como defecar en el suelo y permitir al mismo tiempo que los cerdos deambulen libremente en busca de comida y agua, lo cual les posibilita alimentarse con las heces contaminadas), es factible estudiar a este parásito y a la enfermedad que produce,⁹ pero también trabajar en la aplicación de algunos métodos para controlarla, como la vacunación.¹⁰

Primeros estudios en Morelos

Los primeros estudios sobre cisticercosis en Morelos se realizaron en 1992 en la comunidad nahua de Xoxocotla, para indagar factores de riesgo y prevalencia de la teniosis-cisticercosis en humanos y cerdos. En esas investigaciones se eligieron 368 hogares que representaban 21% del total de la comunidad. Los resultados obtenidos a partir del análisis coproparasitoscópico de 1 531 individuos revelaron que el 0.3% estaban infectados con *Taenia sp.* —es

⁶ Antonio Becerril Flores y Raúl Romero Cabello, *Parasitología médica...*, *op. cit.*

⁷ Elsa Sartí *et al.*, “Development and...”, *op. cit.*; Fernando Díaz *et al.*, “Epidemiology of taeniasis...”, *op. cit.*

⁸ Julio Morales, José Juan Martínez, Jorge García Castella, Nelly Peña, Víctor Maza, Nelly Villalobos, Aline S. de Aluja, Agnes Fleury, Gladys Fragoso, Carlos Larralde y Edda Sciutto, “*Taenia solium*: the complex interactions of biological, social, geographical and commercial factors, involved in the transmission dynamics of pig cysticercosis in highly endemic areas”, *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, vol. 100, núm. 2, 2006, pp. 123-135.

⁹ Agnes Fleury, Julio Morales, Raúl J. Bobes, Michel Dumas, Oscar Yáñez, Jesús Piña, Roger Carrillo Mezo, José Juan Martínez, Gladys Fragoso, Alain Dessein, Carlos Larralde y Edda Sciutto, “An epidemiological study of familial neurocysticercosis in an epidemic Mexican community”, *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 100, núm. 6, 2006, pp. 551-558.

¹⁰ Julio Morales, José Juan Martínez, Karen Manoutcharian, Marisela Hernández, Agnes Fleury, Goar Gevorkian, Gonzalo Acero, Abel Blancas, Andrea Toledo, Jacquelynn Cervantes, Víctor Maza, Fabrice Quet, Henri Bonnabau, Aline S. de Aluja, Gladys Fragoso, Carlos Larralde y Edda Sciutto, “Inexpensive anti-cysticercosis vaccine: S3Pvac expressed in heat inactivated M13 filamentous phage proves effective against naturally acquired *Taenia solium* porcine cysticercosis”, *Vaccine*, vol. 26, núm. 23, 2008, pp. 2899-2905.

decir, que se puede precisar el género *Taenia* pero no se sabe si la especie es *solium* o *saginata*—, pero en 5.8% de los casos se encontró que alguna vez habían arrojado proglótidos junto con las heces. De 1 552 muestras de suero revisadas, 10.8% fueron casos positivos en pruebas por Inmunoblot, lo que indicó que si éstos no presentaban signos de neurocisticercosis en el momento de la prueba, era factible que ello se debiera a que hubo algún contacto con el parásito en algún momento, que el cisticerco se encontraba en cualquier parte del cuerpo que no fuera el cerebro o que estuviera infectado por una tenia que podría ser *saginata* o *solium*, ya que ambos tipos comparten antígenos y los anticuerpos que producen pueden reconocer antígenos de cisticerco de *solium* por antigenicidad cruzada.¹¹

Entre los resultados más interesantes que se obtuvieron de los análisis de seroprevalencia están los siguientes: 1. Los individuos seropositivos frecuentemente pertenecían a una misma familia y alguno de ellos había tenido proglótidos, pero ninguno era dueño de un cerdo cisticercoso. 2. Los que reportaron crisis epilépticas eran seropositivos. 3. La seropositividad se incrementaba con la edad, cuyo máximo era el rango de cuarenta y seis a cincuenta y cinco años.

4. Los factores de riesgo asociados con esta seropositividad fueron el contacto directo con un individuo portador de la tenia adulta, el consumo

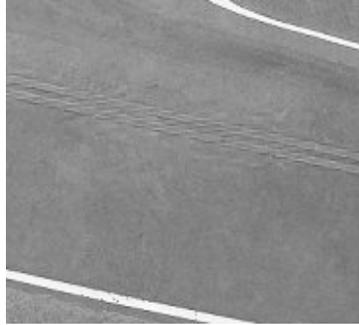
frecuente de carne de cerdo mal cocida y, por ello, posiblemente con cisticercos, la falta de higiene personal y, sobre todo, la pobreza económica y la falta de programas educativos. En cuanto al estudio de los animales, de los 571 cerdos revisados en la lengua, 4% de ellos estaban infectados y su tasa de infección se incrementaba de acuerdo con la edad de cada animal y con la necesidad de alimentarse con heces humanas.

Este estudio condujo a realizar campañas educativas para la comunidad cuyo objetivo era prevenir la transmisión de la cisticercosis y la teniasis, pero sus resultados, si bien fueron positivos, también fueron fugaces, lo que dejó en claro que la educación era insuficiente y que se necesitaba implementar otra forma de control de la parasitosis, como la vacunación.

Intervención en municipios

A partir de 2003, como parte del estudio de este problema en comunidades del estado dentro del marco del proyecto de investigación conducido por el doctor Julio Morales, se ha llevado a cabo un trabajo de intervención que ha permitido evaluar factores biológicos y de riesgo asociados con esta parasitosis, su prevalencia, así como el consumo, distribución y comercialización de cerdos rurales. Para esto, el doctor Morales investigó cuál era la cantidad total de cerdos en cada uno de

¹¹ Cassey Barton Behravesh, Lillian F. Mayberry, Jack R. Bristol, Víctor M. Cárdenas, Karen D. Mena, J. Martínez Ocaña, Ana Flisser y Karen F. Snowden, "Population-based survey of taeniasis along the United States-Mexico border", *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, vol. 12, núm. 4, 2008, pp. 325-333.



los municipios y detectó, mediante inspecciones de lengua, cuántos de ellos estaban infectados. Los resultados mostraron una marcada variación geográfica en la prevalencia de la infección: 0% en Atlatlahucan y Temoac y 26% en Puente de Ixtla y Tlaquiltenango, es decir, que en los municipios del norte del estado hubo una baja prevalencia, mientras que en los del sur, colindantes con los estados de Guerrero y Puebla, se registró una alta proporción de individuos infectados.¹²

Al estudiar de cerca la enfermedad se constató que el principal factor de riesgo al que estaban expuestos los cerdos era el consumo de heces humanas que podrían estar infectadas con huevos de tenia, así como el consumo de agua contaminada. La infección del cerdo se ve favorecida, como ya se dijo, por los hábitos de higiene de las personas de las comunidades quienes, por una parte, defecan en el suelo, lo que hace que las heces sean accesibles al cerdo y contaminen los charcos de agua, y por otra, permiten a los animales deambular libremente en busca de comida y agua, ya que su misma situación económica no les permite

alimentarlos ni proporcionarles agua limpia en los bebederos. En cuanto a los factores biológicos se detectaron los siguientes.

Edad del cerdo. La prevalencia de la cisticercosis en los cerdos aumentaba con la edad, tanto en el macho como en la hembra, de manera que los menores de seis meses tienen una prevalencia menor (11.9%) que los de mayor edad (17.0%).¹³

Castración. De un total de 1 087 cerdos de dos a doce meses de edad, los machos representaban el 44% (481 machos), de los cuales 45% (cerca de la mitad, 215) fueron castrados. Se observó que la frecuencia de animales con parásitos era casi del doble en los machos castrados (44%) que en los no castrados (22%) ($p < 0.0001$).¹⁴ Por lo tanto, se concluyó que los cambios endócrinos generados por la castración producen mayor susceptibilidad a la parasitosis.¹⁵

Gestación. Las hembras preñadas tuvieron una prevalencia de 29.9% contra 16.9% en hembras no gestantes, lo que quiere decir que la inmunodeficiencia propia del embarazo las hace más susceptibles que en condiciones normales.¹⁶

¹² Julio Morales *et al.*, “*Taenia solium*: the complex...”, *op. cit.*

¹³ Estos datos confirman lo señalado en Elsa Sartí, Peter M. Schantz, Agustín Plancarte, Marianna Wilson, Iván O. Gutiérrez, Alejandro S. López, Jacqueline Roberts y Anna Flisser, “Prevalence and risk factors for *Taenia solium* taeniasis and cysticercosis in humans and pigs in a village in Morelos, Mexico”, *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 56, núm. 2, 1992, pp. 667-685.

¹⁴ Esta fórmula indica una validación estadística en la cual la probabilidad de que dos muestras sean iguales es menor que 0.0001%.

¹⁵ Julio Morales, Teresa Velasco, Víctor Tovar, Gladys Fragoso, Agnes Fleury, Constantino Beltrán, Nelly Villalobos, Aline S. de Aluja, Luis Felipe Rodarte, Edda Sciutto y Carlos Larralde, “Castration and pregnancy of rural pigs significantly increase the prevalence of naturally acquired *Taenia solium* cysticercosis”, *Veterinary parasitology*, vol. 108, núm. 1, 2002, pp. 41-48.

¹⁶ *Ibid.*

Hábitos de consumo

Los hábitos relacionados con el consumo de cerdo son importantes desde el punto de vista de la propagación del parásito. Lo que se reportó en esta investigación fue que los habitantes de esos lugares se alimentaban con la carne de los cerdos de su propia comunidad, lo que significaba que, en caso de que el animal estuviera infectado, el parásito se quedaría “en casa”. Pero también se detectó que los cerdos eran vendidos para su consumo a otras comunidades, tanto su carne como los animales vivos, y en estas circunstancias no había inspección sanitaria, por lo cual si el cerdo o su carne estaban infectados y las condiciones de consumo eran favorables para el parásito, éste podría continuar su ciclo de vida en otro lugar, lo que ayudaría a la dispersión geográfica de la parasitosis. También se dio el caso de que los cerdos eran llevados a rastros locales en donde sí había inspección sanitaria, de manera que si algún animal estaba infectado, la carne se decomisaba e incineraba para detener la continuidad del ciclo del parásito.¹⁷

La investigación dirigida por el doctor Morales ha puesto en claro la complejidad de los factores

que intervienen en la transmisión de *Taenia solium* a los cerdos, que explica por qué la educación no es suficiente para el control de la parasitosis; por ello se propuso intervenir mediante la vacunación de animales en aquellos poblados donde la prevalencia porcina era más alta. Y este no es un aspecto trivial, ya que Morelos fue el estado donde se puso a prueba, en condiciones normales de transmisión, la vacuna S3Pvac en su versión más económica, la cual utiliza al fago recombinante M13 como portador de los péptidos vacunales que la conforman: GK1, KETc1 y KETc12.¹⁸ Esta vacuna se aplicó a 1 047 cerdos mantenidos en condiciones de traspatio en dieciséis comunidades de la Sierra de Huautla, en el sur del estado: Ajuchitlán, Chimalacatlán, El Limón, Huautla, Xochipala, Huaxtla, El Tepehuaje, Huizaxtla, La Era, Los Elotes, Los Sauces, Quilamula, Rancho Viejo, San José de Pala, Santiopa y El Vergel.

En ellas, la prevalencia de esta parasitosis en cerdos de más de tres meses de edad oscilaba alrededor del 13%. El programa de vacunación comenzó en abril de 2004 y concluyó en julio de 2006. Los resultados obtenidos indicaron que la vacuna había

¹⁷ Julio Morales *et al.*, “*Taenia solium*: the complex...”, *op. cit.*

¹⁸ Karen Manoutcharian, Gabriela Rosas, Aline S. de Aluja, Gladys Fragoso, Marisela Hernández, Luis Felipe Rodarte, Nelly Villalobos, Mercedes Baca, Carlos Larralde, Goar Gevorkian y Edda Sciutto, “Advances in the development of a recombinant vaccine against cysticercosis, identification and molecular characterization of *T. Crassiceps*”, *Vaccine*, núm. 95, 1995, pp. 63-68; Edda Sciutto, Aline S. de Aluja, Gladys Fragoso, Luis Felipe Rodarte, Marisela Hernández, Nelly Villalobos, Alesandro Padilla, Nicola Keilbach, Mercedes Baca, Tzipe Govezensky, S. Díaz y Carlos Larralde, “Immunization of pigs against *Taenia solium* cysticercosis: factors related to effective protection”, *Veterinary parasitology*, vol. 60, núms. 1 y 2, 1995, pp. 53-67; Mirna Huerta, Aline S. de Aluja, Gladys Fragoso, Andrea Toledo, Nelly Villalobos, Marisela Hernández, Goar Gevorkian, Gonzalo Acero, Alicia Díaz, I. Álvarez, Roberto Ávila, Constantino Beltrán, Gema García, Juan José Martínez, Carlos Larralde y Edda Sciutto, “Synthetic peptide vaccine against *Taenia solium* pig cysticercosis: successful vaccination in a controlled field trial in rural Mexico”, *Vaccine*, vol. 20, núm. 1, 2001, pp. 262-266.



logrado disminuir 70% la frecuencia de la cisticercosis, cuando ésta se diagnosticaba por la lengua, y 54% cuando esto se hacía en la necropsia. Aunque la vacuna no logró dar protección por completo en condiciones reales de transmisión de la infección, sí consiguió disminuir de manera importante (84%), en relación con los controles, la cantidad de cisticercos en los cerdos vacunados, así como el grado de daño producido por los parásitos. En los animales vacunados los cisticercos tuvieron daños en relación con los controles, que pueden manifestarse en la incapacidad del parásito para continuar con su ciclo de vida.¹⁹ Estos resultados se mantuvieron sin importar si los cerdos se encontraban en lugares de alto o de bajo riesgo (con letrinas o en ausencia de ellas), o cuál era el género del cerdo y su condición (hembra preñada o macho castrado).

Otra información que este trabajo reveló fue que la vacuna no modificaba el peso del cerdo, mientras que la infección sí lo hace.²⁰ Esta vacuna es producto de una labor de investigación en el país de casi veinte años por parte de la doctora Edda Sciutto y su grupo de colaboradores, entre quienes puede mencionarse a las doctoras Gladis Fragoso, Aline S. de Aluja, Agnes Fleury y Gabriela Rosas, así como al doctor Carlos Larralde, entre otros, mexicanos y extranjeros. Además, es la primera en todo el mundo que se ha verificado en condiciones naturales de transmisión y cuya eficiencia ha sido comprobada.

Infección en humanos

Este grupo de trabajo también ha realizado estudios en Morelos acerca de esta infección en humanos. En 2006 se publicó el trabajo de la doctora Agnes Fleury, quien realizó una investigación en la comunidad nahua de Cuentepec, en el municipio de Temixco, con aproximadamente 3 000 habitantes, cuya principal forma de subsistencia es la agricultura tradicional, si bien la migración juega un papel importante, ya que los jóvenes se ven obligados a salir en busca de mejores opciones de trabajo hacia los grandes centros urbanos del país, de Estados Unidos y de Canadá. La razón por la cual se escogió a esta comunidad para realizar dicho estudio es porque en ella se dan las condiciones que hacen posible la persistencia del ciclo de vida del parásito, como las inadecuadas condiciones socioeconómicas y, en consecuencia, sanitarias, en que viven sus habitantes: deyección en el suelo, contaminación fecal del ambiente, métodos rústicos de crianza de cerdos, consumo de carne de cerdo mal cocida y sin inspección sanitaria, además de pobreza de hábitos de higiene y alimentación. Se revisaron 1 087 cerdos, que representan 84% de la población total de cerdos de la comunidad, y en inspección de lenguas se detectó una prevalencia de 33%; en humanos, la seroprevalencia fue de 43.8%.

Hasta años recientes, los habitantes de esta comunidad estaban relativamente aislados de

¹⁹ Mirna Huerta *et al.*, "Synthetic peptide...", *op. cit.*

²⁰ Julio Morales *et al.*, "Inexpensive anti-cysticercosis...", *op. cit.*

otras comunidades por la falta de caminos, lo cual actualmente se refleja en algunos aspectos: en el momento en que se realizó este estudio, 98% de ellos habían vivido ahí toda su vida y 9.8% no hablaban español; además, la mayoría se habían casado con personas de la misma comunidad, lo que se reflejaba en la poca cantidad de apellidos diferentes (veintiocho). Este estudio mostró que en lugares de alta endemicidad, como Cuentepec, comunidad que se considera de este tipo por la alta prevalencia de cisticercosis porcina (32.8%) y seroprevalencia en humanos (43.8%), no toda la gente está infectada por el parásito pero muchas personas, si no es que todas, están expuestas.

También se tuvo en cuenta la relevancia de edad, género, factores genéticos y exposición en el estudio de susceptibilidad a la neurocisticercosis, en el cual se detectó una frecuencia de 9.1%, confirmada posteriormente por tomografía computarizada, si bien la mayoría de los casos fueron asintomáticos. Asimismo, se observó que la posibilidad de infección aumentó con la edad pero el género

no influye en la susceptibilidad del hospedero, y no hubo agregación familiar, si bien en el caso de la neurocisticercosis múltiple sí se encontró una relación significativa entre madre e hijo.

Los resultados de este reporte indicaron que la neurocisticercosis no sólo es producto de factores de exposición, ya que ninguno de los factores de riesgo evaluados se asoció con la enfermedad, sino que debe ocurrir una interacción muy compleja entre la genética del individuo y los factores ambientales para que la enfermedad se presente.

A la fecha, el estado de Morelos sigue siendo un lugar importante para llevar a cabo estas investigaciones. Entre sus objetivos pendientes está el estudio acerca de la seroprevalencia de la enfermedad, tanto porcina como humana, especialmente en las comunidades donde se han aplicado vacunas, pues de esa forma será posible saber qué efectos han tenido éstas en el proceso de transmisión de la enfermedad. Aún falta mucho por hacer para liberar a nuestro estado y al país de esta enfermedad parasitaria.