

DINAMICA DE LA TRANSMISION DE *TRYPANOSOMA CRUZI* EN UNA ZONA RURAL DE LA ARGENTINA: II. RELACION ENTRE LA INFECCION DOMESTICA EN NIÑOS Y PERROS Y LA DENSIDAD DE *TRITOMA INFESTANS* INFECTADOS¹

Ricardo E. Gürtler,² Cristina Wisnivesky-Colli,²
Nora D. Solarz,² Marta Lauricella³ y Marcos A. Bujas⁴

INTRODUCCION

El grado de infestación doméstica por los insectos triatomíneos vectores de la enfermedad de Chagas varía de acuerdo con factores entomológicos y antropológicos (1). Entre los primeros, un factor decisivo es la especie de vector circunstante y, en cuanto a los segundos,

se ha señalado la importancia de aspectos tales como el tipo de construcción de la vivienda (2, 3), el acceso a fuentes de alimentación para los insectos hematófagos (4-6) y el uso de insecticidas en la vivienda (7).

Se ha comprobado que la densidad domiciliar de *Panstrongylus megistus*, uno de los vectores de *Trypanosoma cruzi*, puede influir directamente en las tasas de positividad serológica a los antígenos de *T. cruzi* en los niños de una casa donde se haya encontrado por lo menos un vector infectado por *T. cruzi* (2). Asimismo, un informe preliminar de un estudio llevado a cabo en el Brasil reveló que el número de *P. megistus* infectados capturados en cada intento se relacionaba directamente con los patrones de las infecciones en curso

¹ Se publica en el *Bulletin of the Pan American Health Organization* Vol. 21, No. 3, 1987, con el título "Dynamics of transmission of *Trypanosoma cruzi* in a rural area of Argentina: II. Household infection patterns among children and dogs relative to the density of infected *Triatoma infestans*". Esta investigación recibió apoyo económico del Programa Especial PNUD/Banco Mundial/OMS de Investigaciones y Enseñanzas sobre Enfermedades Tropicales.

² Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias Biológicas. Dirección postal: Ciudad Universitaria, Pab. 2, 4o. piso, 1428 Buenos Aires, Argentina. La Dra. Cristina Wisnivesky-Colli es además investigadora en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

³ Instituto de Diagnóstico e Investigación de la Enfermedad de Chagas "Dr. Mario Fatala Chabén" (INDIECH), Buenos Aires.

⁴ Hospital Italiano, Servicio de Hemoterapia, Buenos Aires.

entre los miembros de una familia (8) y un informe posterior indica que el índice de captura puede servir de guía para pronosticar el riesgo de infección en el hombre (9). Un estudio más reciente señala una correlación inversa entre la proporción de *P. megistus* infectados capturados en cada vivienda y la edad del habitante seropositivo más joven (10).

Todavía no se dispone de este tipo de información tan valiosa obtenible de estudios transversales, con respecto a *Triatoma infestans*, vector principal de la enfermedad de Chagas. Es lamentable, ya que no solo proporcionaría indicios importantes sobre la dinámica de transmisión, sino que también podría ser útil en el diseño de programas de lucha y para estimar las densidades de infestación que se asocian con grados de transmisión de bajo riesgo. En consecuencia, uno de los objetivos de esta encuesta fue reunir información sobre el número de *Tr. infestans* infectados en una zona de transmisión activa de *T. cruzi* en la que nunca antes se había llevado a cabo una campaña oficial de aplicación de insecticidas y estudiar la intensidad de dicha transmisión a los niños y a los perros en las viviendas. Por otra parte, como se ha señalado que los reservorios caninos desempeñan un papel sumamente importante en los ciclos de transmisión doméstica de *T. cruzi* en zonas rurales de la Argentina (11, 12), y recientemente se ha determinado que son huéspedes amplificadores (13, 38), este estudio trata de establecer con mayor claridad la relación que existe entre la presencia de perros infectados en el hogar y la infección por *T. cruzi* en los niños.

MATERIALES Y METODOS

En diciembre de 1982 se llevó a cabo una encuesta transversal en la localidad de Amamá, provincia de Santiago del Estero, República Argentina. La descripción general de la zona del estudio y del diseño de la investigación aparecen en otra publicación (13).

Un equipo integrado por dos personas se encargó de buscar triatomíneos en todos los lugares de las viviendas, usando como únicos instrumentos pinzas y una linterna. Se revisaron las camas por separado. Todos los insectos capturados se mantuvieron con vida en recipientes rotulados. En una segunda etapa, se rociaron varias veces las paredes y techos con una solución de piretrina sintética (neopinamina al 0,2%) y la captura de insectos continuó durante un promedio de 1,5 horas por vivienda (un promedio de actividades de búsqueda por vivienda equivalente a 4 horas-hombre); transcurrido este período, por lo general ya no se encontraban más triatomíneos. Los insectos capturados se enviaron al laboratorio donde se realizaron análisis de materia fecal para detectar la presencia de tripanosomas y se estudiaron los hábitos alimentarios de estos insectos hematófagos (los resultados se publicarán por separado).

Mediante venipuntura, se obtuvieron muestras de sangre de todos los integrantes de las familias así como de los perros y los gatos.⁵ Se mezclaron los sueros humanos en una proporción de 1:1 con glicerina tamponada y luego se conservaron a la temperatura ambiente. En cuanto a los sueros de perros y gatos,

⁵ El estudio incluyó solo seis gatos y los datos pertinentes ya han sido publicados (11); por lo tanto, no se discuten en el presente trabajo.

ya se han divulgado los procedimientos usados para conservarlos y las pruebas de fijación del complemento (FC), hemaglutinación indirecta (HAI) y aglutinación directa (AD) que se realizaron (13).

Se efectuó el xenodiagnóstico en niños de hasta 12 años de edad y en perros y gatos utilizando 20 ninfas de *Tr. infestans* en tercero o cuarto estadio, colocadas en dos cajas. Los insectos se examinaron de acuerdo con procedimientos ya conocidos (13).

Los estudios serológicos de los sueros humanos fueron realizados en el INDIECH, según se describió en un trabajo anterior (14), e incluyeron las pruebas AD, HAI, técnica indirecta de anticuerpos fluorescentes (TIAF) y, en los casos en que se obtuvieron resultados contradictorios, el ensayo inmunoenzimático ELISA (5). Se determinaron positivos los títulos de 16 para la prueba AD, 32 para la HAI, 32 para la TIAF y 0,20 para la ELISA. Se consideraron seropositivos aquellos sujetos que presentaron resultados positivos en dos pruebas por lo menos. Los sujetos humanos seropositivos que presentaron un xenodiagnóstico positivo a *T. cruzi* se tuvieron por infectados.

RESULTADOS

La infestación doméstica por *Tr. infestans* mostró un patrón de densidad aproximadamente bimodal; cinco (25%) de las viviendas albergaban menos de 15 vectores y seis (30%), más de 100 insectos por vivienda (cuadro 1). Los adultos y las ninfas de quinto estadio constituyeron entre 80 y 100% del total de insectos capturados en cada vivienda.

El cuadro 2 indica los porcentajes de niños y perros infectados por *T. cruzi* en viviendas con distintas densidades de *Tr. infestans* infectados. En general, el porcen-

CUADRO 1. Densidad de la infestación por *Triatoma infestans* en viviendas de Amamá

Densidad (No. de insectos recolectados por vivienda) ^a	Viviendas examinadas	
	No.	%
1-14	5	(25)
15-49	1	(5)
50-69	3	(15)
70-99	5	(25)
≥ 100	6	(30)
Total	20	

^a Los insectos fueron recolectados con pinzas y linternas por equipos de dos hombres cada uno, durante períodos de dos horas en promedio y, en una segunda etapa, mediante el rociamiento repetido de paredes y techos con neopinamina al 0,2%.

taje de individuos infectados fue significativamente mayor (83,9%) en la población canina que entre los niños (47,8%) (prueba G, $p < 0,001$) (16).⁶ Se encontró una relación semejante en todos los grados de infestación, pero hubo diferencias estadísticamente significativas solo cuando el número de insectos infectados capturados era de 1-15 (prueba de Fisher, $p = 0,034$) y de más de 100 ($p < 0,001$) (16).

Las densidades domiciliarias inferiores a 16 *Tr. infestans* infectados se asociaron con las tasas de infección más bajas (niños, 15%; perros, 53%). Por el contrario, cuando los insectos capturados sobrepasaron ese número, la prevalencia de infección por *T. cruzi* en los niños estudiados aumentó a 54-70% y a 87-100% en los perros. Se encontraron diferencias muy significativas en los

⁶ La prueba G, que se describe en la referencia 16 (p. 590), es una prueba de independencia basada en una distribución multinomial. El estadístico G se ajusta más estrechamente a una distribución χ^2 que la clásica prueba de χ^2 .

CUADRO 2. Densidades de *Triatoma infestans* infectados por *Trypanosoma cruzi* y porcentajes de niños y perros infectados en viviendas con diferentes densidades de infestación

Escala de densidad de vectores infectados en las viviendas	Escala de vectores infectados recolectados por vivienda	No. de viviendas examinadas	Niños		Perros	
			No. examinado	% positivo ^a	No. examinado	% positivo ^a
0		2	20	33,3	7	42,9
1-15	(2-11)	4 ^b				
16-45	(29-41)	3 ^c	3	66,7	8	87,5
46-70	(52-70)	5	14	64,3	12	91,7
71-100	(71-76)	2	32	70,0	4	100
> 100	(108-145)	4				
Total		20	69	47,8	56	83,9

^a La infección en los niños (todos menores de 15 años) se determinó usando las técnicas serológicas TIAF, HAI, AD y ELISA, y xenodiagnóstico, la infección en los perros se detectó mediante las pruebas CF, HAI, AD y xenodiagnóstico. (Véase detalles en el texto, pp 132)

^b Incluye una vivienda donde no había niños.

^c Incluye una vivienda sin niños, donde se capturaron 29 vectores infectados. En las otras dos casas se capturaron 40 y 41 vectores

porcentajes globales de huéspedes infectados (niños + perros) en los dos grupos de viviendas (prueba G, $p < 0,001$), así como en los porcentajes de niños infectados (prueba de Fisher, $p < 0,001$); y en los de los perros (prueba de Fisher, $p < 0,002$). En las viviendas con más de 15 *Tr. infestans* infectados, de aquí en adelante denominadas viviendas de alto riesgo, el número mínimo de *Tr. infestans* infectados asociado con la presencia de un niño (infectado o no) era de 40. En consecuencia, el límite inferior de la escala debe considerarse como 40 insectos.

Para evaluar la intensidad de la transmisión de *T. cruzi* en las poblaciones de niños y perros, se calcularon las tasas de infección por *T. cruzi* entre los niños (cuadro 3) y los perros (cuadro 4), según los distintos grupos que residían en viviendas de alto riesgo y en las de

bajo riesgo. Las tasas globales de infección en los niños revelaron una tendencia de incremento lineal relacionada con la edad que era estadísticamente significativa (prueba Z, $p = 0,032$) (17)⁷; se encontraron tendencias similares, aunque no significativas, en relación con las dos escalas de densidad de insectos (≤ 15 y ≥ 40 *Tr. infestans* infectados por vivienda). Además, la diferencia en el porcentaje de niños de 0-4 años infectados que residían en las viviendas de alto riesgo y en las de bajo riesgo fue estadísticamente significativa ($p < 0,001$).

Por lo general las tasas de infección de los perros en las viviendas estudiadas fueron superiores a las de los niños en todos los niveles comparados (cuadro 4), aunque los números eran tan reducidos que no todas las diferencias fueron estadísticamente significativas.

⁷ Como indica la referencia 17 (pp. 307-309), la Z es una prueba de regresión lineal cuyo estadístico sigue una distribución normal.

CUADRO 3. Tasas de prevalencia de infección por *Trypanosoma cruzi* específicas por edad en niños menores de 15 años, según los niveles de riesgo de las viviendas indicados por la recolección de *Triatoma infestans* infectados

Nivel de riesgo de las viviendas	Niños examinados (por grupos de edad) ^a							
	0-4 años		5-9 años		10-14 años		Total ^a	
	No. examinado	% positivo	No. examinado	% positivo	No. examinado	% positivo	No. examinado	% positivo
Bajo (≤ 15 vectores infectados recolectados)	9 ^b	0	7	14,3	4	50,0	20	15,0
Alto (≥ 40 vectores infectados recolectados)	15 ^c	53,3	20	60,0	14	71,4	49	61,2
Total	24	33,3	27	48,1	18	66,7	69	47,8

^a De acuerdo con la prueba de Fisher (de dos colas), la diferencia entre el número de niños infectados en las viviendas de bajo riesgo y en las de alto riesgo fue estadísticamente significativa para el grupo de 0-4 años ($p < 0,001$), no significativa para los grupos de 5-9 y de 10-14 años, y significativa para todos los grupos en total ($p < 0,001$)

^b Incluye cuatro niños de menos de un año.

^c Incluye cuatro niños de menos de un año, de los cuales dos (gemelos) estaban infectados.

CUADRO 4. Tasas de prevalencia de infección por *Trypanosoma cruzi* específicas por edad en perros, según los niveles de riesgo de las viviendas indicados por la recolección de *Triatoma infestans* infectados

Nivel de riesgo de las viviendas	Perros examinados (por grupos de edad) ^a							
	0-4 años		5-9 años		10-14 años		Total ^a	
	No. examinado	% positivo	No. examinado	% positivo	No. examinado	% positivo	No. examinado	% positivo
Bajo (≤ 15 vectores infectados recolectados)	13 ^b	46,1	2	100	0	—	15	53,3
Alto (≥ 40 vectores infectados recolectados)	29 ^c	93,1	9	100	3	100	41	95,1
Total	42	78,6	11	100	3	100	56	83,9

^a De acuerdo con la prueba de Fisher (de dos colas) la diferencia entre el número de perros infectados en las viviendas de bajo riesgo y en las de alto riesgo fue estadísticamente significativa para el grupo de 0-4 años de edad ($p < 0,005$) y todos los grupos juntos (0-14 años) ($p < 0,002$)

^b Incluye cuatro perros de un año de edad o menos, ninguno de los cuales estaba infectado.

^c Incluye 14 perros de un año de edad o menos, de los cuales 12 estaban infectados.

Específicamente, al comparar los datos en los cuadros 3 y 4, la prueba de Fisher (de dos colas) reveló una diferencia significativa entre los datos sobre perros y niños de 0-4 años infectados tanto en las viviendas de bajo riesgo (6/13 perros en contraste con 0/9 niños, $p = 0,046$) como en las de alto riesgo (27/29 perros contra 8/15 niños, $p < 0,01$), y una di-

ferencia marginalmente significativa entre los datos sobre perros y niños de 5-9 años infectados en las viviendas de alto riesgo ($p = 0,059$). Al considerar la proporción de perros infectados en cada vivienda, se encontró que en cuatro de

cada cinco viviendas de bajo riesgo, de 33 a 50% de los perros estaban infectados, mientras que en 14 de cada 15 viviendas de alto riesgo entre 80 y 100% de los perros estaban infectados.

Se encontraron siete madres (58%) de 36 a 75 años de edad con resultados serológicos negativos entre las 12 que habitaban viviendas de alto riesgo. Por contraste, en las viviendas de bajo riesgo solo una madre de 23 años de edad resultó seropositiva entre las seis que se examinaron. Su hijo de cinco años estaba infectado y había nacido en la misma vivienda donde, según los informes de la madre, hacía mucho tiempo que no había triatomíneos.

El cuadro 5 indica la relación entre niños menores de 10 años infectados por *T. cruzi* y la infección en perros domésticos. Solo se tuvieron en cuenta los perros de hasta cuatro años de edad, ya que los más viejos estaban todos infectados. El grado de asociación entre las infecciones caninas y de los niños se investigó utilizando el método descrito por Mott *et al.* (18). Es decir, cada perro menor de cuatro años en las viviendas se consideró sucesivamente como un sujeto de referencia; se registraron su edad y estado de infección (infectado o no), y se determinó el número de niños menores de 10 años infectados en la misma vivienda. Mediante este método, la razón

entre la prevalencia de infección en "cohabitantes" con los animales de referencia infectados y la prevalencia en "cohabitantes" con animales de referencia no infectados puede considerarse una indicación del riesgo relativo en ambos grupos.

Siguiendo este enfoque, se encontró que la presencia en una vivienda de un perro menor de cuatro años infectado se asociaba con tasas de infección en niños menores de 10 años dos a 11 veces más altas que las encontradas en viviendas donde no había perros de esa edad infectados. Cuanto más joven era el perro infectado, más alta era la tasa de infección entre los niños. En consecuencia, cuando había un perro infectado de dos años o menos, la probabilidad relativa de que un niño menor de 10 años estuviera infectado resultó casi 11 veces mayor que cuando el perro de referencia no estaba infectado.

Los datos recolectados sugieren que el estado de infección por *T. cruzi* en perros de hasta cuatro años de edad podría emplearse para estimar la probabilidad de infección en niños menores de 10 años (cuadro 6) (19). Por

CUADRO 5. Relación entre la infección por *Trypanosoma cruzi* en niños y en perros domésticos

Grupos de edad de los perros usados como sujetos de referencia (SR) ^a	Proporción de niños infectados de acuerdo con el estado de los SR						Razón de prevalencia ^b
	SR infectado			SR no infectado			
	No. de niños infectados	No. de niños en el grupo	% de niños infectados	No. de niños infectados	No. de niños en el grupo	% de niños infectados	
≤ 1 año	19	33	57,6	1	19	5,3	10,9
2-3 años	32	57	56,1	1	4	25,0	2,2

^a Todos los perros menores de cuatro años en las viviendas se usaron sucesivamente como sujetos de referencia (SR)

^b Proporción entre el porcentaje de niños infectados cuando el SR estaba infectado y el porcentaje de niños infectados cuando el SR no estaba infectado

CUADRO 6. Tasas de infección por *Trypanosoma cruzi* en niños menores de 10 años en viviendas con y sin un perro de menos de cuatro años infectado

Presencia de un perro infectado < 4 años	Niños infectados ^a			Viviendas positivas ^b		
	No. infectado	No. examinado	% de infectados	No. positivo	No. examinado	% de positivas
Sí	21	38	55,3	10	11	90,9
No	2	16	12,5	2	5	40,0

^a Sensibilidad. 91% (21/23), especificidad* 45% (14/31).

^b Se consideraba positiva una vivienda cuando albergaba por lo menos un niño infectado. Sensibilidad: 83% (10/12), especificidad. 75% (3/4)

consiguiente, en este estudio 91% (21/23) de los niños menores de 10 años infectados por *T. cruzi* y 83% (10/12) de las viviendas en que habitaban uno o más de esos niños podrían haberse localizado por la presencia de un perro menor de cuatro años infectado.

DISCUSION

Los resultados de este trabajo demuestran que las viviendas estudiadas se pueden agrupar en dos amplias categorías de riesgo con respecto a la infección por *T. cruzi* entre los niños. Estas categorías de riesgo se definen de acuerdo con la densidad de vectores *Tr. infestans* infectados por el parásito. Las conclusiones son similares a las derivadas de otro estudio sobre la agrupación de seropositividad en familias (20), pero tienden a no apoyar la relación dosis-respuesta encontrada en otra encuesta (2).

Dicho con mayor precisión, las densidades de vectores que permitían capturar menos de 15 *Tr. infestans* infectados parecen ser inferiores al umbral en que se efectúa la transmisión de *T. cruzi* a los niños, ya que solo había tres infectados entre los 20 que habitaban en tales

viviendas. Es probable que esos niños contrajeran la infección antes de que se iniciaran las aplicaciones de insecticida en cada vivienda (véase más adelante). Por el contrario, más de la mitad de los niños menores de 10 años habían sido infectados en las casas donde se capturaron 40 o más *Tr. infestans* infectados. Lamentablemente, el pequeño número de núcleos familiares estudiados y la ausencia de viviendas donde hubiera niños, que albergaran de 15 a 39 vectores infectados, impiden examinar más a fondo el fenómeno del umbral que debe ser investigado en estudios más amplios.

Por otra parte, teniendo en cuenta que no se había llevado a cabo ninguna campaña de lucha antivectorial en esta zona sumamente infestada, cabe destacar que algunas familias pudieron evitar que la población de *Tr. infestans* alcanzara niveles "peligrosos" quemando tabletas de hexacloruro de benceno (HCB) y manteniendo buenas condiciones de higiene (7). Esto es alentador porque indica la factibilidad de interrumpir la transmisión de *T. cruzi* a la población humana con procedimientos más económicos que los que se usan actualmente. Como se señaló antes (2), conviene que los programas de control presten suficiente atención a estos aspectos cuantitativos de la transmisión.

Uno de los mayores inconvenientes en el análisis de los datos obtenidos es resultado del método de muestreo

no calibrado que se usa, cuya imprecisión y parcialidad con respecto a los insectos grandes (ninfas de quinto estadio y adultos) ya se ha hecho notar (9, 21). Para disminuir esta dificultad, se intensificaron los esfuerzos de recolección de vectores hasta que por lo general ya no se podían capturar más insectos. Sin embargo, como en los estudios de poblaciones de *Tr. infestans* mediante la demolición de viviendas se han registrado grandes densidades de ninfas que fluctúan desde 100 en la Argentina (22) hasta 90–500 (23) e incluso 2 300 (24) en el Brasil, es probable que las cantidades de triatomíneos infectados detectados en este estudio constituyan una subestimación del tamaño real de la población de esos insectos.

Por otra parte, se debe examinar la suposición generalmente aceptada de que los números de vectores evaluados durante la encuesta representan el nivel de exposición experimentado por el grupo de estudio, ya que: a) la densidad de poblaciones de *Tr. infestans* tiende a variar poco si las condiciones se mantienen constantes, pero están sujetas a fluctuaciones periódicas (25–28); b) las poblaciones de insectos en la zona estudiada también parecen depender de la frecuencia con que los habitantes de las viviendas queman tabletas de HCB (7), procedimiento que algunas veces se pospone por dificultades de abastecimiento o por la falta de recursos económicos; c) las tasas de infección en los triatomíneos pueden variar de acuerdo con el número y las especies de huéspedes infectados disponibles (10, 29, datos inéditos); d) periódicamente, los techos de paja de la zona de estudio se renovaban par-

cialmente (cada 1–7 años) como consecuencia del deterioro natural y se quemaban los matorrales. Si bien no se han cuantificado las repercusiones de estas medidas, lo más probable es que la infestación persista y con el tiempo alcance las densidades habituales.

A pesar de estas variables, se puede considerar estable el patrón general de transmisión de *T. cruzi* ya que la población humana estudiada se estableció allí hace mucho tiempo y no se han producido modificaciones sociales ni ecológicas notables; tampoco se han llevado a cabo campañas de lucha antivectorial. Sin embargo, se descubrieron algunas excepciones al patrón estable señalado mediante entrevistas retrospectivas con los dueños de viviendas. Entre otras cosas, en las viviendas de bajo riesgo donde habitaban los dos niños de mayor edad infectados (10 y 14 años) las condiciones habían cambiado drásticamente en los últimos 10 años, ya que al enfermarse de gravedad uno de los niños, ambas familias decidieron iniciar la lucha contra los insectos. De hecho, los dos niños podrían haber sido infectados antes de que se iniciaran las medidas de control. Además, el único niño menor de 10 años infectado en una vivienda de bajo riesgo nació de madre seropositiva y habitaba una casa donde, según esta informo, no había triatomíneos desde hacía mucho tiempo y se aplicaba insecticida con frecuencia. Esta infección tal vez fuera un caso congénito o de transmisión a través de la leche materna.

El estudio también comprobó la presencia de individuos no infectados (notablemente mujeres adultas) que habían residido durante varios años en viviendas sumamente infestadas, lo cual coincide con los resultados de otros trabajos publicados (9, 23). Esas observaciones sugieren la existencia de factores, aún no determinados, relacionados con el sexo o

la edad, que impiden adquirir la infección. En cuanto al sexo, se han registrado asimetrías específicas en estudios experimentales anteriores (30) y se ha dicho que la resistencia de las mujeres a *T. cruzi* es mayor que la de los hombres (31).

Este estudio no solo apoya las observaciones anteriores sobre la eficiencia de la transmisión de *T. cruzi* en los perros domésticos (13), sino que también establece claramente que en las viviendas estudiadas, los perros tenían mayores probabilidades de contraer la infección que los niños. Un caso específico es el que se observó en una vivienda de bajo riesgo, donde se detectaron dos perros infectados y dos niños no infectados, ambos pares de edades y períodos de residencia similares. Se aduce que esos patrones de infección en reservorios caninos se producen por una serie compleja de circunstancias que implican mayor contacto entre el vector y el perro, mayor susceptibilidad del animal al parásito y la existencia de otras vías de transmisión: al lamer pelo contaminado, por transmisión congénita o a través de la leche materna, o bien por ingestión de insectos o roedores infectados (13).

Nuestros datos prueban que hay una estrecha asociación entre la presencia de perros infectados y la infección en niños que residen en la misma vivienda. En consecuencia, los perros podrían usarse en programas de control, con dos fines: para indicar el grado de riesgo y la presencia de niños potencialmente infectados en viviendas determinadas y para servir de centinelas naturales que ayuden a detectar la introducción de *T. cruzi* en el ciclo de transmisión doméstica, especialmente durante la etapa de vigilancia, ya que el parásito se transmite a los reservorios caninos más rápidamente que a los niños.

La utilización de perros como centinelas de *T. cruzi* ya ha sido sugerida

por diferentes investigadores en Venezuela (32) y el Brasil (33), donde se ha observado la asociación entre tasas bajas de infección en poblaciones de perros y la ausencia de infestación domiciliar por especies locales de vectores en zonas bajo vigilancia epidemiológica. No obstante, faltan datos complementarios sobre la forma en que los perros participaron anteriormente en los ciclos de transmisión doméstica activa en cada zona estudiada en esos países.

Por otra parte, para que sirvan como instrumentos de vigilancia, los reservorios deben adquirir el parásito fácilmente y, sobre todo, tener mayores probabilidades de contraer la infección que la población humana expuesta. Tal vez no sea este el caso en ciertas zonas donde la transmisión es mediada por *Rhodnius prolixus* o *P. megistus* (11, 34) y las tasas de prevalencia canina son bajas. En estos casos hay varianzas considerables y no es conveniente confiar en pequeñas reducciones porcentuales como indicadoras de un cambio significativo en las condiciones de transmisión; se deben escoger otros parámetros, tales como la infestación o densidad de vectores infectados. Sin embargo, en cualquier circunstancia es preciso obtener datos básicos sobre las tasas locales de infección en niños y perros antes de contar con los reservorios caninos como centinelas eficientes de la enfermedad. Por último, la viabilidad operacional del empleo de perros centinela obviamente depende de los hábitos que distinguen la posesión de perros en la localidad estudiada (en las zonas rurales de la Argentina, por ejemplo, es común encontrar tres o cuatro perros por vivienda) (11).

La correlación encontrada en este estudio y en una encuesta anterior del Brasil (35) entre la presencia de perros infectados por *T. cruzi* (o gatos, en el estudio brasileño) y tasas altas de infección en niños de la misma vivienda, implícitamente señala que la presencia de esos animales constituye un factor de riesgo para la población humana. Aunque sería difícil comprobar una asociación causal —a menos que la eliminación o reducción del factor de riesgo resulte en una disminución de la tasa de prevalencia de la enfermedad en la población humana expuesta (36)— el hecho de que la persistencia de la parasitemia en los perros estudiados es independiente de su edad (13, 38) apoya la hipótesis de que existe un vínculo causal indirecto mediado por un vector entre las infecciones de los animales y las de los humanos. Se puede llegar a una conclusión similar a partir del estudio brasileño, donde se observó un efecto sinérgico por la presencia de infestación domiciliaria y de animales domésticos infectados que se refleja en las tasas de seropositividad de los niños.

La eliminación de animales domésticos infectados no solo es una medida conveniente, sino que puede proporcionar información nueva y valiosa sobre su función epidemiológica, especialmente en zonas infectadas por *P. megistus* donde actualmente se trata de definir la importancia de los perros como reservorios (6). Antes de diseñar o poner en práctica una campaña de control de los perros y otros reservorios domésticos en cualquier localidad, es preciso considerar la relación entre seres humanos y

perros desde el punto de vista sociológico así como las funciones y valores que se atribuyen a los perros y otras mascotas, ya que estos factores pueden determinar si la población acepta o no las medidas de control que afecten a esos animales (37).

RESUMEN

Se realizó un estudio transversal de 20 hogares en Amamá, provincia de Santiago del Estero, Argentina, que es una zona de transmisión activa de *Trypanosoma cruzi*, donde no se había llevado a cabo oficialmente ninguna aplicación de insecticidas contra vectores de la enfermedad de Chagas. La encuesta se hizo con objeto de recolectar datos sobre el número de vectores (*Triatoma infestans*) y la intensidad de la transmisión de *T. cruzi* en perros y niños, y la relación entre la presencia de perros infectados en las viviendas y la infección por *T. cruzi* en los niños. Los insectos fueron capturados por equipos de dos hombres cada uno, con pinzas y linternas y luego rociando las paredes y los techos de las viviendas con una solución de piretrina sintética. De todos los miembros de las familias y de las mascotas domésticas se tomaron muestras de sangre que se sometieron a pruebas serológicas para la detección de *T. cruzi*; también se efectuó xenodiagnóstico de los mismos sujetos.

En la recolección de insectos se encontraron relativamente pocos *Tri. infestans* (menos de 15 por casa) en una cuarta parte de las viviendas y densidades relativamente altas (más de 50 insectos) en todas las demás con excepción de una. Asimismo, se capturaron menos de 16 vectores infectados por *T. cruzi* en seis viviendas, mientras que en casi todas las demás se encontraron por lo menos 40. Hay diferencias estadísticamente signifi-

cativas entre las tasas de infección por *T. cruzi* de niños y perros tanto en viviendas de alto riesgo como en las de bajo riesgo. La información obtenida también sugiere que la captura de menos de 15 *Tri. infestans* infectados en una vivienda representa una densidad por debajo del umbral necesario para la transmisión eficiente de *T. cruzi* a los niños; que es posible interrumpir la transmisión de *T. cruzi* satisfactoriamente mediante procedimientos de control más económicos que los que se usan hoy día; que en las viviendas de estudio los perros tenían una mayor probabilidad de contraer la infección que los niños cohabitantes; que la presencia de perros domésticos infectados puede aumentar el riesgo de transmisión de *T. cruzi* a los residentes humanos; que el estado de la infección por *T. cruzi* en los perros puede servir de base para estimar la probabilidad de infección por *T. cruzi* en niños pequeños, y que los perros pueden servir de centinelas naturales en la fase de vigilancia para detectar la introducción de *T. cruzi* en el ciclo de transmisión doméstica. □

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestra gratitud a las siguientes personas: Sres. Lucio Chary, Dido López y Alberto Velázquez (Servicio Nacional de Lucha, Santiago del Estero), por su valiosa colaboración sobre el terreno; Sra. María Moyano y familia, por su amable ayuda; Dr. Rodolfo Carcavallo (Servicio Nacional de Lucha, Córdoba), por facilitarnos servicios de transporte; Dras. Ana María de Rissio y Mirta Moreno (INDIECH), por efectuar las pruebas serológicas. También agradecemos a los Dres. Elsa Segura, Jorge Yanovsky y Jorge E. Rabinovich sus útiles críticas a una versión anterior de nuestro manuscrito, a la

Dra. Ana Haedo (CONICET-FCEN) su contribución en el análisis estadístico de los datos y a la Lic. Rita E. Gonnet su colaboración en la redacción de nuestro trabajo.

REFERENCIAS

- 1 Zeledón, R. Vectores de la enfermedad de Chagas y sus características ecofisiológicas. *Interciencia* (Caracas) 8(5):384-395, 1983.
- 2 Mott, K. E., Muniz, T. M., Lehman, J. S. Jr., Hoff, R., Morrow, R. H., de Oliveira, T. S., Sherlock, I. y Draper, C. C. House construction, triatomine distribution, and household distribution of seroreactivity to *Trypanosoma cruzi* in a rural community in northeast Brazil. *Am J Trop Med Hyg* 27(6):1116-1122, 1978.
- 3 Schofield, C. J. y Marsden, P. D. The Effect of wall plaster on a domestic population of *Triatoma infestans*. *Bull Pan Am Health Organ* 16(4):356-360, 1982.
- 4 Schofield, C. J. Nutritional status of domestic populations of *Triatoma infestans*. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 74(6):770-778, 1980.
- 5 Marsden, P. D., Virgens, D., Magalhães, E., Tavares-Neto, J., Ferreira, R., Costa, C. H., Castro, C. N., Macedo, V. y Prata, A. Ecología doméstica do *Triatoma infestans* em Mambai, Goiás, Brasil. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* 24(6):364-373, 1982.
- 6 Piesman, J., Sherlock, I. A. y Christensen, H. A. Host availability limits population density of *Panstrongylus megistus*. *Am J Trop Med Hyg* 32(6):1445-1450, 1983.
- 7 Solarz, N. D., Wisnivesky-Colli, C., Gürtler, R. E., López, D. y Chary, L. Características socioeconómicas de una población rural del Chaco Santiagueño, y su relación con las densidades de *Triatoma infestans* domiciliarias. In: *6a. Reunión Nacional de Investigadores de la Enfermedad de Chagas. Buenos Aires, Argentina, octubre de 1983. Libro de resúmenes.* Buenos Aires, Subsecretaría de Ciencia y Tecnología, 1983, p. 123.

- 8 Minter, D. M., Minter-Goedbloed, E., Marsden, P. D., Miles, M. A., y Macedo, V. Domestic risk factor—an attempt to assess risk of infection with *Trypanosoma cruzi* in houses in Brazil. *Trans R Trop Med Hyg* 67(3):290, 1973.
- 9 Minter, D. M. Triatomine Bugs and the Household Ecology of Chagas' Disease. In: Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene. *Medical Entomology Centenary Symposium Proceedings*. London, 1978, pp. 85–93.
- 10 Piesman, J., Mota, E., Sherlock, J. A. y Todd, C. S. *Trypanosoma cruzi*: Association between seroreactivity of children and infection rates in domestic *Panstrongylus megistus* (Hemiptera: Reduviidae). *J Med Entomol* 22(2):130–133, 1985.
- 11 Wisnivesky-Colli, C., Gürtler, R. E., Solarz, N. D., Lauricella, M. D. y Segura, E. L. Epidemiological role of humans, dogs, and cats in the transmission of *Trypanosoma cruzi* in a central area of Argentina. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* 27(6):346–352, 1985.
- 12 Wisnivesky-Colli, C., Gürtler, R. E., Solarz, N. D., Salomón, D. y Ruiz, A. M. Feeding patterns of *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) in relation to transmission of American trypanosomiasis in Argentina. *J Med Entomol* 19(6):645–654, 1982.
- 13 Gürtler, R. E., Lauricella, M., Solarz, N. D., Bujas, M. A. y Wisnivesky-Colli, C. Dynamics of transmission of *Trypanosoma cruzi* in a rural area of Argentina: I. The dog reservoir: An epidemiological profile. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* 28(1):28–35, 1986.
- 14 Ruiz, A. M., Wisnivesky-Colli, C., Gürtler, R. E., Lazzari, J., Bujas, M. A. y Segura, E. L. Infección por *Trypanosoma cruzi* en humanos, perros, y cabras en áreas rurales de la provincia de Córdoba. *Medicina* (Buenos Aires) 45(5):539–546, 1985.
- 15 Voller, A., Draper, C. C., Bidwell, D. E. y Bartlett, A. Microplate enzyme-linked immunosorbent assay for Chagas' disease. *Lancet* 1:426–428, 1975.
- 16 Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. *Biometry*. San Francisco, W. H. Freeman, 1969.
- 17 Snedecor, G. W. y Cochran, W. G. *Métodos estadísticos*. México, Compañía Editorial Continental, 1980.
- 18 Mott, K. E., Lehman, J. S., Hoff, R., Morrow, R. H., Muniz, T. M., Sherlock, I., Draper, C. C., Pugliese, C. y Guimarães, A. C. The epidemiology and household distribution of seroreactivity to *Trypanosoma cruzi* in a rural community in northeast Brazil. *Am J Trop Med Hyg* 25(4):552–561, 1976.
- 19 Murphy, J. R. The relationship of relative risk and positive predictive value in 2 × 2 tables. *Am J Epidemiol* 117(1):86–89, 1983.
- 20 Krieger, H., Cabello, P. H. y Lourenço, N. S. A distribuição familiar da sorologia para o *T. cruzi* em Bambuí (MG). In: *IX Reunião Anual de Pesquisa Básica em Doença de Chagas. Novembro de 1982, Caxambú, Minas Gerais, Brasil*. Belo Horizonte, Brasil, 1982.
- 21 Schofield, C. J. A comparison of sampling techniques for domestic populations of Triatominae. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 72(5):449–455, 1978.
- 22 Ronderos, R. A., Schnack, J. A., Ghilini, J. M. y Spinelli, G. R. Estudio ecológico sobre una población domiciliaria de *Triatoma infestans* Klug de la Provincia Biogeográfica Chaquense. *Ecosur* (Corrientes, Argentina) 8(15):1–24, 1981.
- 23 Marsden, P. D., Alvarenga, N. J., Cuba, C. C., Shelley, A. J., Costa, C. H. y Boreham, P. F. L. Studies of the domestic ecology of *Triatoma infestans* by means of house demolition. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* 21(1):13–25, 1979.
- 24 Dias, E. y Zeledón, R. Infestação domiciliaria em grau extremo por *Triatoma infestans*. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 53(2–4):473–486, 1955.
- 25 Dias, E. Variações mensais da incidência das formas evolutivas do *Triatoma infestans* e do *Panstrongylus megistus* no município de Bambuí, Estado de Minas Gerais. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 53(2–4):457–472, 1955.
- 26 Schofield, C. J. Density regulation of domestic populations of *Triatoma infestans* in Brazil. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 74(6):761–769, 1980.
- 27 Rabinovich, J. E. y Dorta, R. J. Simulación de poblaciones de insectos en computadores digitales: Programa e implementación de la información biológica. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* (México) 20(1):53–88, 1973.

- 28 Gorla, D. E. Estudio del comportamiento dinámico de poblaciones de *Triatoma infestans* en condiciones naturales y su respuesta a la aplicación de insecticidas con y sin poder residual. Informe final, Beca de Perfeccionamiento. Buenos Aires, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, 1983.
- 29 Gürtler, R. E., Wisnivesky-Colli, C., Solarz, N., López, D. y Velázquez, A. Dinámica de la infección por *Trypanosoma cruzi* en poblaciones domiciliadas de *Triatoma infestans*. In: *6a. Reunión Nacional de Investigadores de la Enfermedad de Chagas, Buenos Aires, Argentina, octubre de 1983. Libro de Resúmenes*. Buenos Aires, Subsecretaría de Ciencia y Tecnología, 1983, p. 125.
- 30 Chapman, W. L., Hanson, W. L. y Waits, V. B. The influence of gonadectomy of the host on parasitemia and mortality of mice infected with *Trypanosoma cruzi*. *J Parasitol* 61(2):213-216, 1975.
- 31 Goble, F. C., Konopka, E. A. y Boyd, J. L. Sex of Host as a Factor in Protozoal Pathogenesis. In: *Second International Congress of Protozoology*. Excerpta Medica Foundation, 1965. International Congress Series No. 91, pp. 54-55.
- 32 Gamboa C., J. Evaluación de las medidas anti-triatominas por medio de la prevalencia de *Schizotrypanum cruzi* en perros. *Boletín Informativo de la Dirección de Malariología y Saneamiento Ambiental* (Moracay, Venezuela) 7(6):321-325, 1967.
- 33 Forattini, O. P., Da Rocha e Silva, E. O., Rabello, E. X., Rehder de Andrade, J. C. y Correia Rodrigues, V. L. C. Aspectos ecológicos da tripanossomíase americana: XIII. Potencial enzoótico doméstico em área de ocorrência de *Panstrongylus megistus* sob vigilância epidemiológica. *Rev Saude Publica* 12(4):417-424, 1978.
- 34 Minter, D. M. Effects on Transmission to Man of the Presence of Domestic Animals in Infested Households. In: *Organización Panamericana de la Salud. New Approaches in American Trypanosomiasis Research*. Washington, DC, 1976. Publicación Científica 318.
- 35 Mott, K. E., Mota, E. A., Sherlock, I., Hoff, R., Muniz, T. M., Oliveira, T. S. y Draper, C. C. *Trypanosoma cruzi* infection in dogs and cats and household seroreactivity to *T. cruzi* in a rural community in northeast Brazil. *Am J Trop Med Hyg* 27(6):1123-1127, 1978.
- 36 Walter, S. D. The estimation and interpretation of attributable risk in health research. *Biometrics* 32(4):829-849, 1976.
- 37 Organización Mundial de la Salud. Guidelines for Dog Rabies Control. Ginebra, 1984. Documento mimeografiado VPH/83.43.
- 38 Gürtler, R. E., Solarz, N. D., Lauricella, M. A., Haedo, A. S., Pietrokowsky, S. M., Alberti, A. A. y Wisnivesky-Colli, C. Dynamics of transmission of *Trypanosoma cruzi* in a rural area of Argentina: III. Persistence of *T. cruzi* parasitemia among canine reservoirs in a two-year follow-up. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* 28(4):213-219, 1986.

SUMMARY

DYNAMICS OF TRANSMISSION OF *TRYPANOSOMA CRUZI* IN A RURAL AREA OF ARGENTINA: II. HOUSEHOLD INFECTION PATTERNS AMONG CHILDREN AND DOGS RELATIVE TO THE DENSITY OF INFECTED *TRIAATOMA INFESTANS*

A cross-sectional survey of 20 households was conducted at Amamá (Santiago del Estero Province, Argentina), an area where active *Trypanosoma cruzi* transmission was occurring and where no official insecticide applications against Chagas' disease vectors had been made. The survey sought to collect data on the numbers of *Triatoma infestans* vectors present, the intensity of *T. cruzi* transmission to dogs and children, and relationships between the presence of infected household dogs and *T. cruzi* infection among children. Bugs were collected with forceps and flashlights by two-man teams and later by spraying the walls and roofs of the study houses with a synthetic pyrethrin solution. Blood samples, obtained from all members of each study household and from household pets, were tested serologically for *T. cruzi*; in addition, study subjects were tested for *T. Cruzi* by xenodiagnosis.

The bug collection effort found relatively few *Tr. infestans* (less than 15 per house) in about a quarter of the study households, and relatively high densities (over 50 bugs) in all but one of the rest. Similarly, less than 16 *T. cruzi*-infected vectors were found in six study homes, while most of the rest yielded at least 40. Statistically significant differences were found between the *T. cruzi* infection rates of both children and dogs in low-risk and high-risk settings. Examination of the collected information also suggests that vector captures of less than 15 infected *Tr. infestans* appear to be below threshold densities for successful transmission of *T. cruzi* to children; that relatively cheaper control procedures than those currently employed may successfully interrupt *T. cruzi* transmission; that dogs in the study households were more likely to acquire the infection than children inhabiting the same house; that the presence of infected household dogs may increase the risk of *T. cruzi* transmission to human residents; that the status of *T. cruzi* infection among dogs can provide a basis for assessing the likelihood of *T. cruzi* infection of young children; and that dogs may serve as natural sentinels in the surveillance phase to detect introduction of *T. cruzi* into the domestic transmission cycle.