

Eliminación de la tuberculosis, un vecindario por vez*

J. Peter Cegielski,¹ David E. Griffith,² Paul K. McGaha,³
Melanie Wolfgang,¹ Celia B. Robinson,³ Patricia A. Clark,²
Willis L. Hassell,² Valerie A. Robison,¹ Kerfoot P. Walker⁴
y Charles Wallace⁵

Forma de citar (artículo original)

Cegielski JP, Griffith DE, McGaha PK, Wolfgang M, Robinson CB, Clark PA, et al. Eliminating Tuberculosis One Neighborhood at a Time. *Am J Public Health.* 2013;103(7):1292–1300. doi:10.2105/AJPH.2012.300781.

RESUMEN

Objetivos. Evaluamos una estrategia para la prevención de la tuberculosis en las comunidades más afectadas por esta enfermedad.

Métodos. En 1996, trazamos un mapa de los casos de tuberculosis notificados (1985–1995) y de las personas con reacción positiva a la prueba de la tuberculina (1993–1995) en el condado de Smith, Texas, Estados Unidos de América. Definimos los dos conglomerados de mayor tamaño y densidad, identificando los dos vecindarios con mayor incidencia (180 manzanas y 3 153 residentes). Tras una preparación intensiva de la comunidad, personal sanitario capacitado ofreció a todos los residentes, de vivienda en vivienda, la posibilidad de hacerse la prueba de la tuberculina, a menos que estuviera contraindicado. A las personas con resultados positivos en esta prueba se las acompañó a un consultorio móvil para realizarles ahí radiografías, una evaluación clínica y, según fuera pertinente, proceder con el tratamiento preventivo con isoniazida. Para evaluar las repercusiones a largo plazo, trazamos un mapa de todos los casos de tuberculosis que se registraron en el condado de Smith durante el período equivalente después del proyecto.

Resultados. De las 2 258 personas que cumplían los requisitos para participar, 1 291 (57,1%) se sometieron a la prueba de la tuberculina, 229 (17,7%) presentaron resultados positivos en dicha prueba y 147 fueron tratadas. De 1996 al 2006, no se registró ningún caso de tuberculosis en ninguno de los vecindarios del proyecto, a diferencia de lo ocurrido en el decenio anterior a la intervención y en el resto del condado de Smith, donde aparecieron continuamente casos de tuberculosis.

Conclusiones. Dirigirse a los vecindarios con una incidencia alta para realizar el tamizaje activo en la comunidad y aplicar tratamiento preventivo con isoniazida puede acelerar la eliminación de la tuberculosis en los Estados Unidos.

© Organización Panamericana de la Salud, 2013, versión en español. Todos los derechos reservados.

© American Public Health Association, 2013, versión en inglés. Todos los derechos reservados.

¹ Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), Atlanta, Georgia, Estados Unidos de América. La correspondencia se debe dirigir a J. Peter Cegielski, pcegielski@cdc.gov

² Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Texas en Tyler, Texas, Estados Unidos de América.

³ Departamento Estatal de Servicios de Salud de Texas en Tyler, Texas, Estados Unidos de América.

Según una encuesta sobre la realización de la prueba de la tuberculina en el período 1999–2000, 4,2% de la población de los Estados Unidos —aproximadamente 11 millones de personas— tenían

⁴ Distrito de Salud Pública del Condado de Smith en Tyler, Texas, Estados Unidos de América.

⁵ Departamento Estatal de Servicios de Salud de Texas, Austin, Texas, Estados Unidos de América.

una infección latente por *Mycobacterium tuberculosis* (1). La reactivación de la infección latente por *M. tuberculosis* representa 70% de los nuevos casos de tuberculosis en los Estados Unidos (2, 3). Para eliminar la tuberculosis en los Estados Unidos será preciso prevenir estos casos.

El tratamiento de la infección latente por *M. tuberculosis* con isoniazida du-

* Traducción oficial al español del artículo original en inglés efectuada por la Organización Panamericana de la Salud, con autorización de la American Public Health Association. En caso de discrepancia entre ambas versiones, prevalecerá la original (en inglés).

rante 6 a 12 meses puede reducir sustancialmente la incidencia de tuberculosis (2, 4–7). Pero, ¿cómo se puede identificar y tratar a 11 millones de personas sin someter a pruebas de detección a toda la población? No es recomendable realizar la prueba de detección de la infección latente por *M. tuberculosis* en la población general, dado que el valor predictivo de una prueba de la tuberculina positiva en condiciones de baja prevalencia es escaso; el uso de la prueba de la tuberculina debe limitarse a las personas en alto riesgo (2, 8, 9). Por otro lado, los programas de detección activa y de tratamiento preventivo suelen fracasar debido a la elevada falta de participación y al desgaste en cada paso del proceso. Las claves para la detección activa y el tratamiento preventivo en la comunidad consistirían en dirigirse a las poblaciones de alto riesgo con una estrategia eficaz, aumentar al máximo la participación y reducir al mínimo las pérdidas durante el seguimiento, de manera que todo el proceso llegue a ser eficaz en función de los costos.

Muchos departamentos de salud locales trazan mapas de los casos de enfermedades transmisibles en sus comunidades y utilizan mapas de pared para indicar cada caso con alfileres que siguen un código de colores. Los grupos densos de alfileres indican cuáles son los vecindarios más afectados. La versión moderna de esta práctica venerable implica la utilización de un sistema de información geográfica computado. Formulamos la hipótesis de que con esta información podrían identificarse los vecindarios en alto riesgo de padecer tuberculosis. Si la tuberculosis se concentra en vecindarios específicos y persiste con el paso de los años, entonces es probable que los casos sigan dándose en esos mismos vecindarios. El hecho de dirigirse a estos vecindarios mediante programas de tamizaje y prevención debería evitar los futuros casos de tuberculosis. Mediante un sistema de información geográfica, identificamos dos vecindarios de alto riesgo en el condado de Smith, Texas, Estados Unidos, y llevamos a cabo un proyecto de tamizaje domiciliario y tratamiento preventivo. Diez años después, evaluamos las repercusiones de esta estrategia comparando la incidencia de tuberculosis antes y después del proyecto en los vecindarios donde se llevó a cabo la intervención con la incidencia de tuberculosis en el resto del condado.

MÉTODOS

El Departamento Estatal de Servicios de Salud de Texas facilitó la dirección de todos los casos de tuberculosis notificados en el condado de Smith entre 1985 y 1995 ($n = 128$) y de todas las personas con resultados positivos en la prueba de la tuberculina entre 1993 y 1995 ($n = 311$). Notificar los casos de tuberculosis es un requisito legal y se hace prácticamente siempre. Sin embargo, no es obligatorio notificar los casos con reacción positiva a la prueba de la tuberculina pero sin enfermedad activa, por lo que el número de personas con reacción a la prueba de la tuberculina es una subestimación de la prevalencia real de infección tuberculosa latente. No obstante, la mayoría de los casos de infección latente por *M. tuberculosis* están registrados en los archivos del Departamento de Salud porque este brinda la posibilidad de someterse a las pruebas de detección y de recibir tratamiento sin cargo alguno para la persona. Utilizamos el programa informático ArcGIS (ESRI, Redlands, California, Estados Unidos) para georreferenciar y mostrar las direcciones. Incluimos a las personas con reacción a la prueba de la tuberculina porque permiten identificar la transmisión de la infección y a las personas en mayor riesgo de contraer tuberculosis. Delineamos los dos conjuntos de puntos más densos y de mayor tamaño, que indicaban cuáles eran los dos vecindarios con mayor incidencia del condado. Diez años después, repetimos el proceso, trazando un mapa de los domicilios de todos los casos de tuberculosis notificados en el condado de Smith entre 1996 y el 2006. Comparamos la distribución de los casos de tuberculosis antes y después del proyecto en los vecindarios a los que nos dirigimos y en el resto del condado. Para proteger la privacidad de las personas, los mapas de puntos se muestran en ejes de coordenadas sin puntos de referencia que permitan identificar los hogares.

Preparación de la comunidad

Hicimos una lista de todas las viviendas de los vecindarios en los que preveíamos actuar e identificamos todos los establecimientos no residenciales. Usando un logotipo distintivo, preparamos carteles y folletos bilingües (en inglés y español) que describían el programa de realización voluntaria de la prueba de la tuberculina, y expusimos

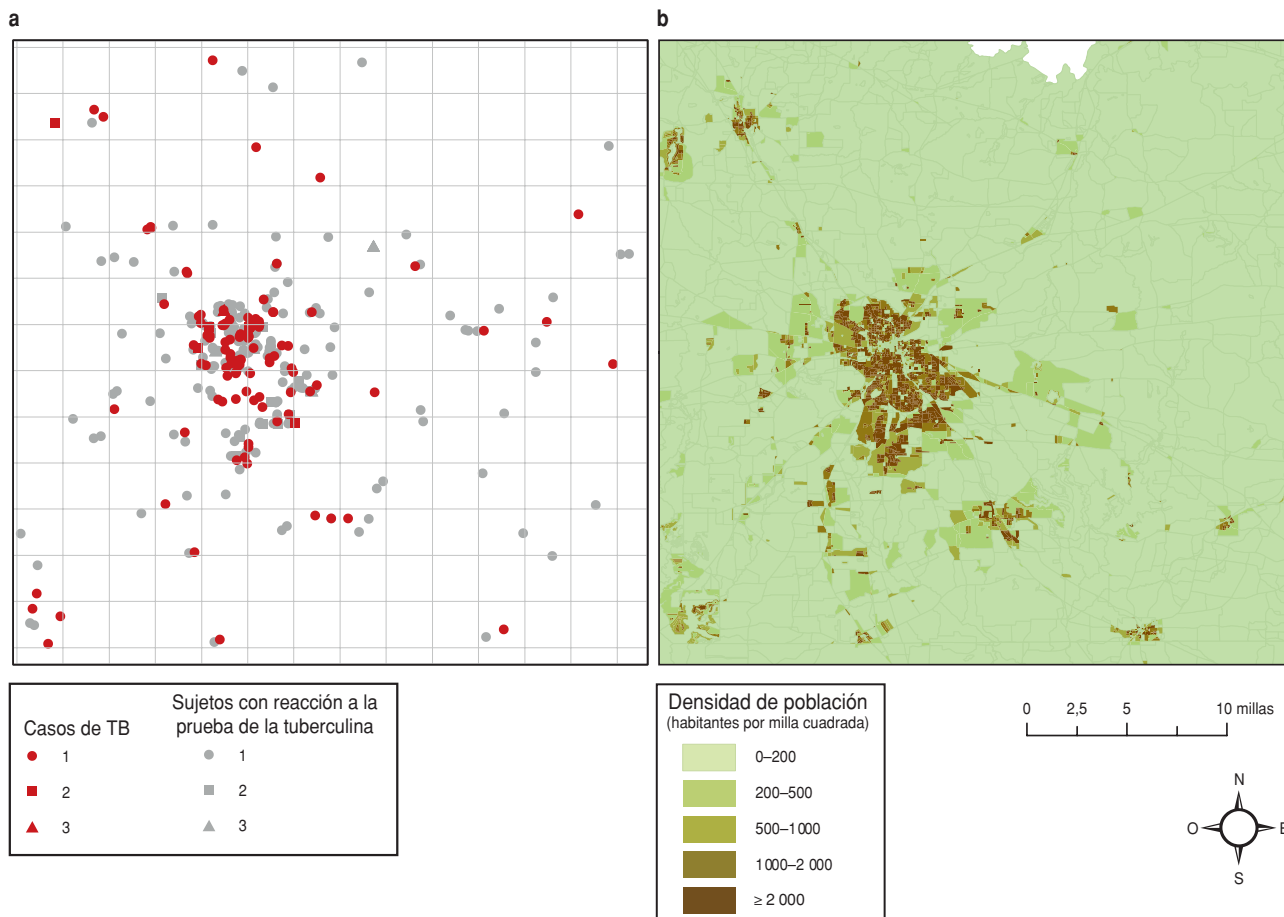
los carteles y distribuimos los folletos en todos los vecindarios. Los pastores anunciaron el proyecto en los servicios religiosos y distribuyeron folletos a sus feligreses. Las escuelas enviaron folletos a casa junto con las boletas de calificaciones de todos los escolares. Los anuncios de servicios públicos transmitieron la misma información en los periódicos y en las publicaciones periódicas locales, así como en la radio y las cadenas de televisión en inglés y en español, proporcionando los números de teléfono a los que podían llamar quienes quisieran obtener más información.

Trabajo de campo

El personal de campo llevaba camisetas con el mismo logotipo y distintivos de identificación con fotos claramente visibles que establecían que eran empleados de la Universidad de Texas o del Distrito de Salud Pública del Condado de Smith. De cuatro a cinco trabajadores de campo fueron casa por casa en un horario vespertino durante la semana y en distintos horarios los fines de semana a lo largo de cinco meses en el verano de 1996. En cada vivienda, explicaron el proyecto, informaron acerca de la tuberculosis e invitaron a los residentes a participar, ofreciéndoles la realización de la prueba de la tuberculina en el acto, sin cargo alguno en ninguna de las partes de este proyecto. Cuando los residentes no querían participar o no se encontraban en casa, el personal de campo dejaba información impresa y regresaba en una fecha posterior, en diferentes días de la semana y en distintos momentos del día. Para determinar el denominador de la población, registramos el número de residentes en cada vivienda y la edad, el sexo, y la raza o el grupo étnico de cada uno.

Los residentes cumplían los requisitos para someterse a la prueba de la tuberculina si tenían al menos 1 año de edad, no se habían hecho esta prueba en el último año y accedían por escrito a que se la realizaran. Se consideró que los residentes no cumplían los requisitos para someterse a la prueba si tenían antecedentes de tuberculosis, resultados positivos previos en la prueba de la tuberculina o si habían recibido tratamiento preventivo con isoniazida. Realizamos una prueba de Mantoux convencional y determinamos los resultados al cabo de 48–72 horas. Además, registramos el país de nacimiento y los antecedentes de vacunación con el

FIGURA 1. Representación geográfica de a) los casos de tuberculosis notificados (1985–1995) y las personas con reacción positiva a la prueba de la tuberculina (1993–1995) y b) la densidad de población por manzana censal según el censo decenal de 1990, Condado de Smith, Texas, Estados Unidos



bacilo de Calmette-Guérin (BCG) y comprobamos si había una cicatriz de la BCG.

A las personas que presentaban reacciones cutáneas con una induración de 10 mm o mayor las condujimos a nuestro consultorio móvil, que se encontraba cerca, para realizar radiografías de tórax y una evaluación clínica. Un médico les prescribió el tratamiento preventivo con isoniazida siguiendo las directrices de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), de los Estados Unidos. Después de una sesión de orientación e información, el médico suministró la medicación para el primer mes y concertó una cita de seguimiento al cabo de 1 mes en el Departamento de Salud del Condado de Smith para proseguir el tratamiento y hacer el seguimiento.

Análisis

El análisis de los resultados se centró en la participación, las reacciones a la

prueba de la tuberculina, el tratamiento con isoniazida y la incidencia posterior de tuberculosis. Usamos la prueba de la χ^2 de Pearson y la prueba exacta de Fisher para comparar las proporciones y la incidencia acumulada. Utilizamos la prueba *t* o la prueba de la suma de rangos de Wilcoxon para comparar las variables continuas. Empleamos una regresión logística multifactorial para determinar los efectos independientes de cada variable, controlando la posible confusión por otros factores. Se consideró que un valor *P* inferior a 0,05 era estadísticamente significativo.

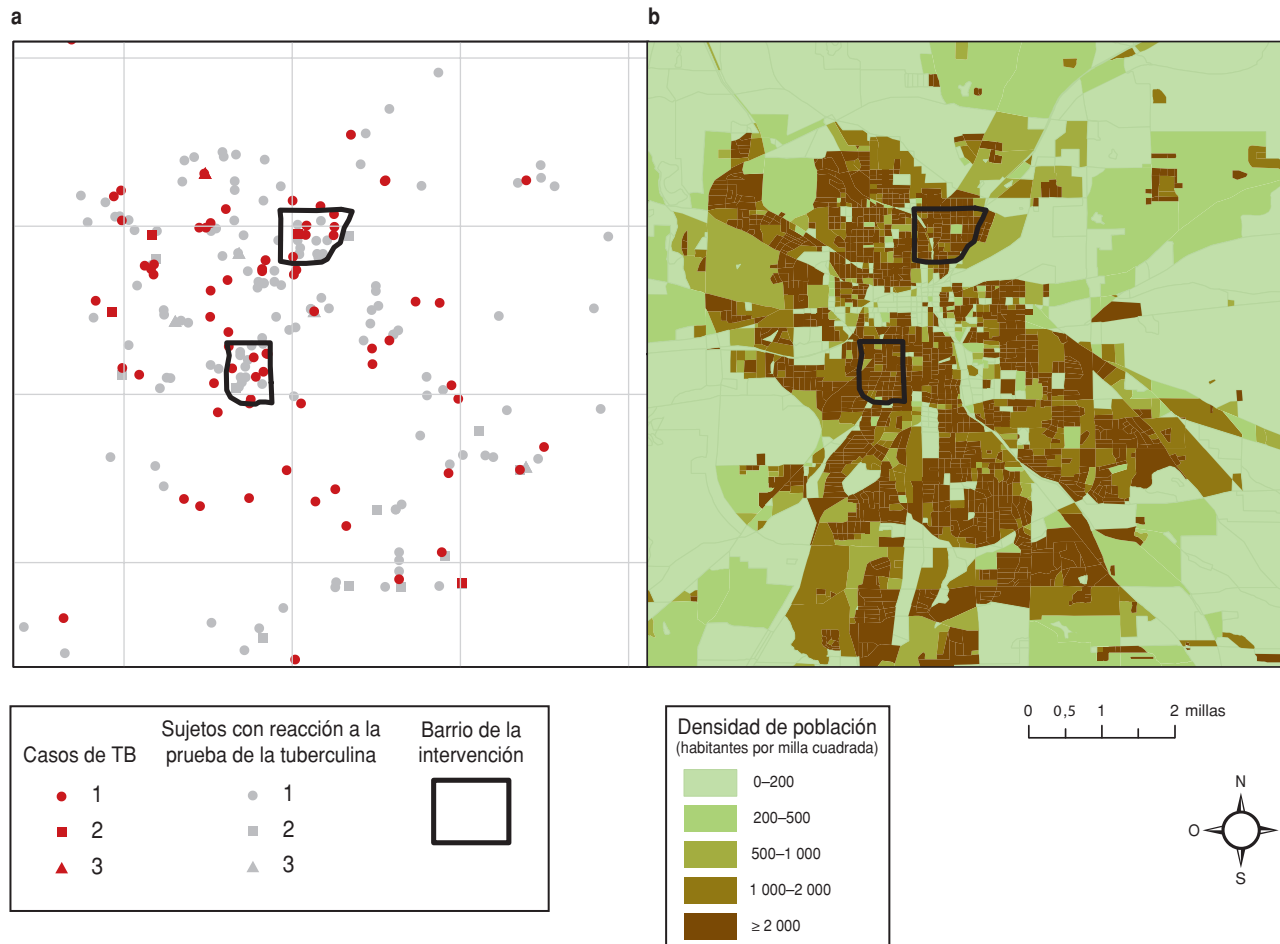
RESULTADOS

La tasa de mapeo satisfactorio fue de 88% para los casos de tuberculosis y de 92% para las personas con resultados positivos en la prueba de detección en el período anterior a la intervención. Estas tasas aumentaron hasta 91% y 95%,

respectivamente, cuando el personal de campo localizó físicamente las direcciones que no concordaban y las incluyeron en los mapas.

Los mapas mostraban varios conglomerados de puntos en la ciudad de Tyler (Texas, Estados Unidos), dos de ellos más grandes y más densos que los demás, correspondientes a dos vecindarios de ingresos bajos a medianos (figuras 1 y 2). Para mostrar la densidad de población, junto a los mapas de puntos se presentan mapas de coropletas del número de habitantes por manzana según la Oficina del Censo de los Estados Unidos. Los mapas se muestran en ejes de coordenadas simples, a fin de preservar el modelo espacial y proteger la privacidad de las personas. Los vecindarios donde se llevó a cabo la intervención se describen en las figuras 2 y 3. El vecindario 1 tenía 10 × 12 cuadras y el vecindario 2 ocupaba 6 × 10 cuadras. El número de casos de tuberculosis disminuyó de 15

FIGURA 2. Representación geográfica de a) los casos de tuberculosis notificados (1985–1995) y las personas con reacción positiva a la prueba de la tuberculina (1993–1995) y b) la densidad de población por manzana censal según el censo decenal de 1990, zona metropolitana de Tyler, Condado de Smith, Texas, Estados Unidos



casos de un total de 128 en el condado de Smith entre 1985 y 1995 (figuras 2 y 4) hasta 0 casos de un total de 75 casos entre 1996 y el 2006 (figuras 3 y 4; $P = 0,002$). Un caso se registró a 1 cuadra de distancia del vecindario 2 (figura 3).

Características de los hogares y relación con el tamizaje

En los dos vecindarios había 1 013 viviendas ocupadas en total (cuadro 1). Los ocupantes de 512 hogares (50,5%) recibieron a los trabajadores y estuvieron de acuerdo en someterse a la prueba de la tuberculina. No hubo ninguna diferencia significativa entre los vecindarios en lo que respecta a las tasas de respuesta y de participación.

La probabilidad de aceptar la realización de la prueba de la tuberculina fue mayor en los hogares más grandes en lo que se refiere al número de residentes.

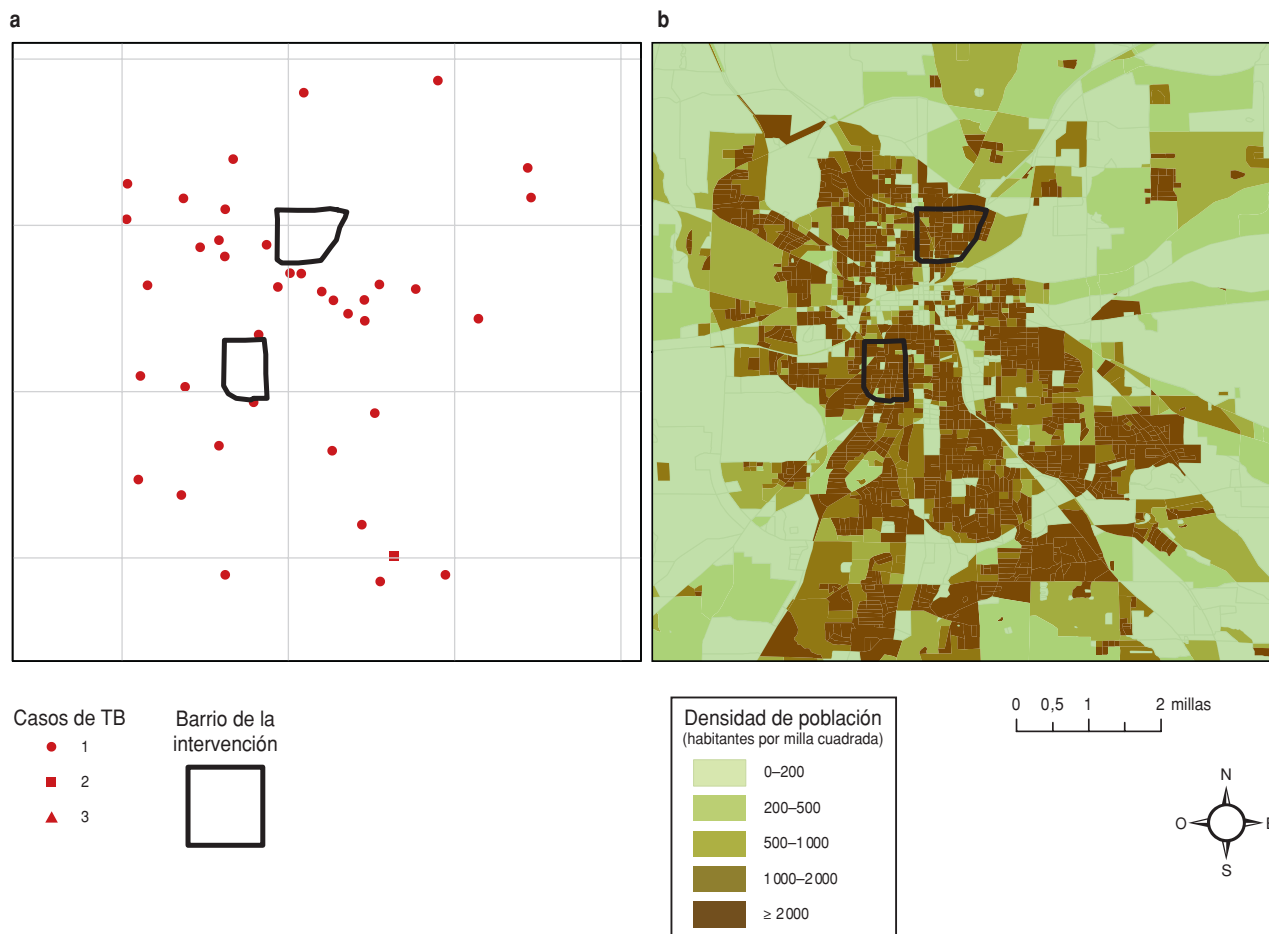
Solo 78 de 232 hogares con un solo ocupante (33,6%) aceptaron someterse a la prueba de la tuberculina, en comparación con 434 de 714 hogares con varios ocupantes (60,8%). Los hogares eran más grandes en el vecindario 1 (mediana: 4 residentes; intervalo entre cuartiles: 2–5) que en el vecindario 2 (mediana: 2 residentes; intervalo entre cuartiles = 1–4; $P < 0,001$), pero la relación entre la realización de la prueba de la tuberculina y el tamaño del hogar fue válida en ambos vecindarios.

Los vecindarios diferían en cuanto a la raza o al grupo étnico de los residentes. En el vecindario 1 había una proporción mayor de hogares con residentes hispanos, mientras que en el vecindario 2 había proporciones similares de hogares con residentes hispanos, afrodescendientes y blancos no hispanos. En promedio, los hogares hispanos tenían más residentes y también mayor probabilidad de participación: 262 (74,0%) aceptaron someterse

a la prueba de la tuberculina, en comparación con 143 hogares con residentes blancos no hispanos (49,1%) y 106 hogares con residentes afrodescendientes (45,5%; $P < 0,001$); estas proporciones fueron similares en ambos vecindarios ($P > 0,5$). Mediante la regresión logística multifactorial, la raza o el grupo étnico por un lado y el tamaño del hogar por otro se asociaron independientemente a la probabilidad de participación. Por cada persona adicional residente en el hogar (hasta ocho o más), la razón de posibilidades ajustada para cualquier prueba realizada en el hogar fue de 1,26 (intervalo de confianza [IC] de 95% = 1,15–1,39).

En lo que respecta al tiempo de trabajo del personal, el trabajo de campo se prolongó durante 98 días. Las pruebas de la tuberculina se realizaron en 76 de estos días, incluidos 65 días de trabajo de campo programado y 11 días con viajes adicionales para hacer la prueba a

FIGURA 3. Representación geográfica de a) los casos de tuberculosis notificados (1996–2006) y b) la densidad de población por manzana censal según el censo decenal del 2000, zona metropolitana de Tyler, Condado de Smith, Texas, Estados Unidos



una sola persona. El personal de campo determinó los resultados de las pruebas de la tuberculina en 77 días, incluidos 65 días programados regularmente y 12 días de viajes especiales. Las radiografías de tórax se llevaron a cabo en 44 días. El personal de campo realizó las visitas a las 1 013 viviendas ocupadas a una velocidad de 10,3 por día de trabajo de campo (13,3 por día de realización de las pruebas de la tuberculina). En las 512 viviendas en las que se realizó la prueba de la tuberculina fue a un ritmo de 5,2 por día de trabajo de campo (6,7 por día de realización de pruebas de la tuberculina).

Características de las personas y relación con el tamizaje

Contabilizamos 3 153 residentes en estos dos vecindarios y dispusimos de los datos completos de 2 881 (91,4%; cuadro 2). En esta población, 1 654 (57,4%)

sujetos eran hispanos, 651 (22,6%) afrodescendientes y 576 (20,0%) blancos no hispanos. Los denominadores de cada variable y la tabulación múltiple excluyen los datos faltantes. En general, hubo 1 464 participantes de sexo femenino (50,9%) y 1 416 de sexo masculino (49,1%), siendo las cifras similares en ambos vecindarios. La mediana de la edad fue de 23,0 años en el vecindario 1 (intervalo entre cuartiles = 10,0–38,0 años) y 27,0 años en el vecindario 2 (intervalo entre cuartiles = 12,0–40,0 años; $P < 0,001$). En el vecindario 1 había familias más numerosas, especialmente familias hispanas con más niños, en comparación con el vecindario 2.

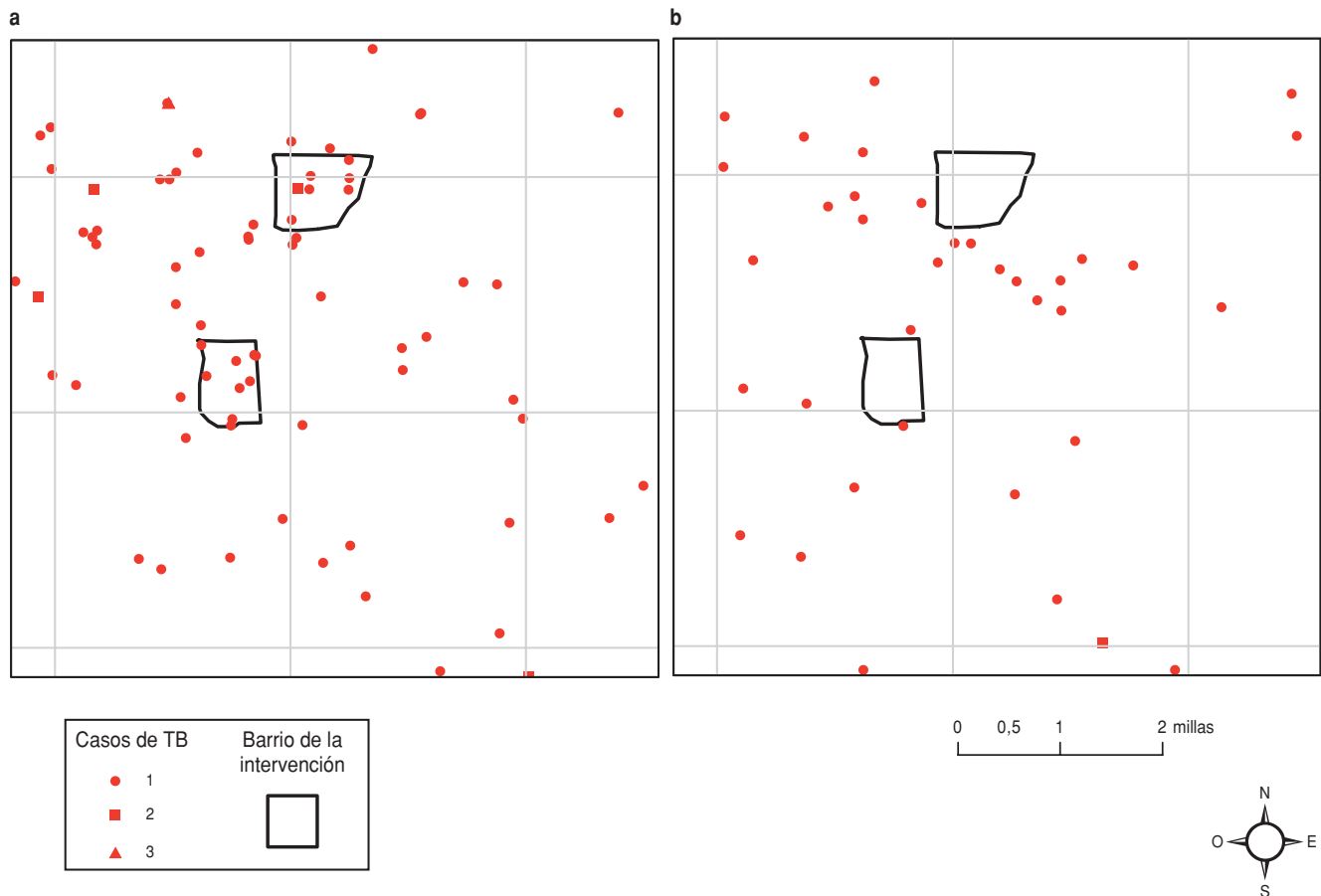
Resultados del tamizaje y del tratamiento preventivo con isoniazida

De los 2 258 (74,3%) sujetos que cumplían los requisitos para la prueba, 1 291

(57,1%) se sometieron a ella; en 1 236 (95,7%) de ellos se determinaron los resultados de la prueba de la tuberculina (cuadro 3). Encontramos 229 (18,5%) reacciones cutáneas positivas con una induración de 10 mm o más. La mediana del diámetro de la induración en las pruebas de la tuberculina positivas fue de 17 mm (intervalo entre cuartiles = 13–20 mm). Se encontraron reacciones positivas en la prueba de la tuberculina en 156 de 759 personas (20,6%) del vecindario 1 y en 73 de 477 personas (15,3%) del vecindario 2 ($P = 0,025$).

Usando una regresión logística multifactorial, determinamos que la edad, la raza negra o el grupo étnico hispano, el nacimiento en otro país y los antecedentes de vacunación con la BCG eran variables predictivas independientes de la reactividad a la prueba de la tuberculina (cuadro 3). Los factores de riesgo más notables, cada uno en relación con

FIGURA 4. Ubicación espacial relativa de los casos de tuberculosis notificados en a) 1985–1995 y b) en 1996–2006, zona metropolitana de Tyler, Condado de Smith, Texas, Estados Unidos



su grupo de referencia respectivo, fueron el nacimiento en otro país (razón de posibilidades ajustada [*adjusted odds ratio* o AOR] = 3,23; $P = 0,001$), el grupo étnico hispano (AOR = 3,16; $P = 0,01$), la raza negra (AOR = 2,26; $P = 0,04$), el hogar con un solo residente (AOR = 2,23; $P = 0,05$) y la vacunación con la BCG (AOR = 2,04; $P = 0,001$). El sexo, el vecindario y el tamaño del hogar, excepto en el caso de los hogares con un único residente, no fueron variables predictivas independientes de la reactividad a la prueba de la tuberculina.

A 219 (95,6%) de las 229 personas con reacciones cutáneas positivas se les realizaron radiografías de tórax (es decir, solo 10 personas no llegaron a esta etapa). De ellas, 184 (84,0%) tenían radiografías de tórax normales, 23 (10,5%) presentaban signos de una tuberculosis antigua curada (granulomas calcificados o fibrosis) y 4 mostraban signos de un posible proceso patológico activo. Estas 4 personas fueron evaluadas en el Cen-

tro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Texas, y se descartó la presencia de una tuberculosis activa en los 4 casos. Las 12 personas restantes tenían alteraciones radiográficas que no se relacionaban con la tuberculosis (por ejemplo, operaciones quirúrgicas o traumatismos anteriores). No hubo ninguna diferencia significativa entre los dos vecindarios con respecto a la evaluación clínica o los resultados radiográficos.

Se indicó el tratamiento preventivo con isoniazida a 142 personas: 62,0% de las 229 con reacción positiva a la tuberculina o 11,5% de las 1 236 cuyos resultados de la prueba de la tuberculina se conocían. En 1996, los CDC no recomendaban el tratamiento preventivo con isoniazida para las personas mayores de 35 años con resultados positivos en una prueba de la tuberculina con una antigüedad indeterminada (es decir, sin pruebas de una conversión reciente en las pruebas de la tuberculina). Por lo tanto, se inició el tratamiento preventivo con isoniazida

en 141 de las 142 personas: 99,3% de aquellas a las que se les indicó, 61,1% de las que presentaban resultados positivos en la prueba de la tuberculina y 10,9% de las que se sometieron a la prueba de la tuberculina. No hubo ninguna diferencia significativa entre los dos vecindarios a este respecto. Por otra parte, otros 17 integrantes de los hogares de esas 141 personas acudieron por iniciativa propia porque no se encontraban en el hogar cuando el personal de campo lo visitó. El Departamento de Salud del Condado las evaluó y les recetó tratamiento preventivo con isoniazida. De estos 158 sujetos, 5 rechazaron el tratamiento y 6 cambiaron de dirección. De las 147 personas restantes, 68 (46%) siguieron tratamiento con isoniazida durante al menos 6 meses, 75 (51%) durante al menos 5 meses, 89 (61%) durante al menos 4 meses y 101 (69%) realizaron al menos 3 meses de tratamiento. Las 46 personas restantes recibieron 2 meses o menos de tratamiento.

CUADRO 1. Características de los hogares en relación con la prueba de la tuberculina: Condado de Smith, Texas, Estados Unidos, 1996

Característica	No. (%) o media ± DE (mediana; intervalo)
Hogares ^a	1 013
Personas por hogar	3,3 ± 2,2 (3; 1–14)
Hogares en los que se realizó la prueba	512 (50,5)
Personas sometidas a la prueba en los hogares en los que se realizó la prueba	3,8 ± 2,3 (3; 1–14)
Personas no sometidas a la prueba en los hogares en los que se realizó la prueba	2,6 ± 1,8 (2; 1–11)
Hogares con residentes afrodescendientes ^b	
Total	233 (23,0)
Hogares en los que se realizó la prueba	106 (45,5)
Hogares con residentes hispanos ^b	
Total	354 (34,9)
Hogares en los que se realizó la prueba	262 (74,1)
Hogares con residentes blancos no hispanos ^b	
Total	291 (28,7)
Hogares en los que se realizó la prueba	143 (49,1)

^a Se entiende por hogar las casas, los apartamentos, las viviendas móviles y otros lugares de residencia donde suele comer y dormir la población civil que no reside en centros asistenciales.

^b Los hogares mixtos se incluyen en estas cifras según la raza o el grupo étnico del jefe del hogar. Los 14 hogares mixtos incluyeron a residentes blancos e hispanos ($n = 5$), afrodescendientes e hispanos ($n = 4$), afrodescendientes y blancos ($n = 4$), y blancos y asiáticos ($n = 1$).

Incidencia de tuberculosis de 1996 al 2009

La incidencia de tuberculosis descendió de 15 casos (1985–1995) a ningún caso (1996–2006) en los vecindarios a los que se dirigió la intervención, en comparación con un descenso de 128 casos a 75 casos en todo el condado de Smith ($P = 0,002$). En ese mismo período, el número total de casos en Texas disminuyó, pasando de 23 852 a 18 491. Posteriormente, se notificaron 18 casos en el condado de Smith del 2007 al 2009, incluido un caso del 2007 en el vecindario 2. Ninguna de las personas que se sometieron a la prueba de la tuberculina y recibieron tratamiento en 1996 se encontraba entre estos casos. Considerando los denominadores de población de la Oficina del Censo de los Estados Unidos, las tasas de incidencia de tuberculosis en el condado de Smith fueron en promedio de 8,1 por 100 000 habitantes al año (IC de 95% = 5,2–11,0) entre 1985 y 1995, y de 3,7 por 100 000 habitantes al año (IC de 95% = 1,2–6,1) entre 1996 y el 2006. En este mismo período, la tasa general en Texas disminuyó de 12,5 por 100 000 habitantes al año (IC de 95% = 10,2–14,8) a 8,1 por 100 000 habitantes al año (IC de 95% = 5,7–10,4). En cambio, la incidencia anual de tuberculosis en los dos vecindarios en los que se realizó la intervención fue por término medio de 39,6 por 100 000 habitantes al año

(IC de 95% = 30,4–48,8) de 1985 a 1995, ningún caso de 1996 al 2006 ($P < 0,001$), y 1,4 por 100 000 habitantes al año (IC de 95% = 0–6,0) de 1996 al 2009 ($P < 0,001$), lo que representa un solo caso en el 2007.

DISCUSIÓN

El informe *Ending neglect* (2000) del Instituto de Medicina pide que se acelere la disminución de la tuberculosis mediante la realización focalizada de la prueba de la tuberculina y el tratamiento de la infección latente (10). La recomendación de este instituto fue posterior a un informe de los CDC en el que se indicaba que 79,7% de los casos de tuberculosis potencialmente prevenibles en las minorías se habían dado en solo 106 condados con 10 o más de tales casos, lo que representaba solamente 3,4% del total de 3 138 condados de los Estados Unidos (11). Por consiguiente, los CDC recomendaron que los representantes y los proveedores de atención sanitaria de las comunidades en riesgo, los organismos gubernamentales pertinentes y las organizaciones interesadas trabajasen conjuntamente con estos condados para redoblar los esfuerzos para eliminar la tuberculosis (11, pp. 7, 8). Esta aplicación de un sistema de información georreferenciada para identificar los vecindarios en alto riesgo, seguida del tamizaje activo en la comunidad y el tratamiento preventivo, se ajusta precisamente a esta norma.

En lo que respecta al tamaño de la zona geográfica y de la población, los condados y los códigos postales son unidades relativamente grandes y heterogéneas. Los programas de tamizaje y prevención de la tuberculosis probablemente incluirían a demasiadas personas de bajo riesgo y su alcance sería demasiado grande para la mayoría de los presupuestos locales destinados a proyectos de salud pública. Se necesitaban mejores medios para dirigirse a las comunidades de alto riesgo. Pensamos que si trazáramos un mapa de los casos de tuberculosis y de sus contactos infectados en el nivel de los domicilios específicos y sumáramos estos datos con el transcurso de los años, la tuberculosis tendería a agruparse en ciertos vecindarios. Si la distribución espacial se mantenía relativamente estable o aumentaba con el tiempo, se podrían predecir las zonas de alto riesgo de futuros casos de tuberculosis en el nivel del vecindario. En definitiva, la ubicación pasada de la tuberculosis en una comunidad, hablando desde el punto de vista epidemiológico, puede ser la mejor variable predictiva de la ubicación de los futuros casos de tuberculosis. Moonan et al. aplicaron un principio similar y combinaron el análisis de información georreferenciada con la vigilancia epidemiológica molecular para identificar las zonas geográficas con mayor transmisión de la misma cepa y mayores tasas de infección (12, 13).

La tasa de positividad en la prueba de la tuberculina en los dos vecindarios donde se actuó fue casi 4,5 veces superior al promedio nacional calculado (1). Los CDC han definido varios grupos de alto riesgo a los que deben dirigirse las medidas de tamizaje y prevención, entre los que se encuentran las personas nacidas en países de prevalencia alta y las poblaciones de ingresos bajos que no están suficientemente atendidas desde el punto de vista médico, incluidas las minorías raciales o étnicas (3, 9, 11). Estas eran precisamente las características de los dos vecindarios. Según los CDC,

cada Departamento de Salud debe evaluar la prevalencia, la incidencia y las características sociodemográficas de los casos y las personas infectadas de su comunidad. Sobre la base de estos datos, los programas de tamizaje mediante la prueba de la tuberculina deben dirigirse a los grupos de alto riesgo de cada comunidad (14, p. 1628).

CUADRO 2. Características de las personas en relación con la participación en la prueba de la tuberculina, Condado de Smith, Texas, Estados Unidos, 1996

Característica	No. (%) o media ± DE (mediana; intervalo)	P
Población total contabilizada ^a	3 153	
Datos completos disponibles ^b	2 881 (91,4)	
Total		
Sujetos que cumplían los requisitos	2 258 (57,1)	
Sujetos que se sometieron a la prueba	1 291 (57,1)	
Sujetos que se negaron a someterse a la prueba	968 (33,6)	
Sujetos que no cumplían los requisitos	622 (21,6)	
Sexo		
Sujetos sometidos a la prueba		<0,001
Varones	585 (20,3)	
Mujeres	706 (24,5)	
Sujetos que se negaron a someterse a la prueba		<0,001
Varones	537 (18,6)	
Mujeres	430 (14,9)	
Sujetos que no cumplían los requisitos		0,3
Varones	294 (10,2)	
Mujeres	328 (11,4)	
Edad (años)		
Sujetos que se sometieron a la prueba	28,17 ± 19,41 (25; 1-92)	0,26 ^c
Sujetos que se negaron a someterse a la prueba	29,73 ± 21,47 (27; 0-94)	0,001 ^d
Sujetos que no cumplían los requisitos	24,80 ± 19,25 (23; 0-87)	0,001 ^e
Raza o grupo étnico		
Sujetos que se sometieron a la prueba		<0,001
Afrodescendientes	202 (7,0)	
Hispanos	859 (29,8)	
Blancos no hispanos	229 (7,9)	
Sujetos que se negaron a someterse a la prueba		
Afrodescendientes	275 (9,6)	
Hispanos	445 (15,5)	
Blancos no hispanos	246 (8,6)	
Sujetos que no cumplían los requisitos		
Afrodescendientes	187 (6,5)	
Hispanos	315 (10,9)	
Blancos no hispanos	119 (4,1)	

^a En el caso de las familias que se negaron a responder a cualquier pregunta, la persona que abrió la puerta se contó como 1.

^b Los porcentajes y estadísticas que se indican a continuación se basan en un denominador de $n = 2 881$.

^c Sujetos sometidos a la prueba en comparación con los que se negaron a hacerla.

^d Sujetos sometidos a la prueba en comparación con los que no cumplían los requisitos para hacerla.

^e Sujetos que se negaron a hacer la prueba en comparación con los que no cumplían los requisitos para hacerla.

Estos factores de riesgo podrían ampliarse para incluir a los residentes de comunidades con incidencia alta.

Atribuimos el éxito de este proyecto a varios factores. En primer lugar, es posible que la agrupación espacial no hubiera sido evidente sin el mapeo en el nivel de las direcciones y el prolongado plazo para recopilar los datos iniciales. En segundo lugar, el amplio trabajo de enlace comunitario y la promoción culturalmente apropiada de este proyecto antes de comenzar a hacer las pruebas de la tuberculina permitieron informar a la comunidad con antelación y dieron al personal de campo gran credibilidad. En tercer lugar, desde el punto de vista del personal de campo que se presentó en la puerta de los hogares, la afirmación

de que en ese vecindario específico se habían dado muchos casos de tuberculosis fue el "gancho" único que hizo que el proyecto fuera importante de inmediato, e influyó claramente en la decisión de los residentes de someterse a la prueba. En cuarto lugar, la labor domiciliar de los equipos móviles de trabajadores de campo, que llevaron a cabo las pruebas de la tuberculina en el acto y acompañaron a las personas con reacción a la prueba de la tuberculina a un consultorio móvil cercano donde se encontraban un auxiliar de radiología y un médico, aumentó al máximo la participación y redujo al mínimo la pérdida de participantes, dado que el personal de campo sabía dónde encontrar a cada participante. Así, 57,1% de los residentes

que cumplían los requisitos para participar consintieron en hacerlo (21,6% de los residentes no cumplían los requisitos para participar debido a que se habían sometido anteriormente a pruebas de la tuberculina). En cuanto a los participantes a los que se les realizó la prueba de la tuberculina, en 95,7% de los casos se determinaron los resultados. Se realizaron radiografías de tórax a 95,6% de los participantes con resultados positivos en la prueba de la tuberculina. Aunque el tratamiento preventivo con isoniazida se indicó a 142 personas, en realidad comenzaron dicho tratamiento 147 personas, dado que otros miembros de la familia acudieron para hacerse la prueba y recibir tratamiento.

Es probable que la disminución de la incidencia de tuberculosis no se deba a los cambios demográficos, dado que la población aumentó, incluso en el caso de los grupos a los que se considera en alto riesgo de padecer la tuberculosis. Los vecindarios a los que se dirigió la intervención se encuentran totalmente dentro de dos sectores del censo con una población en 1990 de 10 475 personas, que aumentó a 11 473 en el 2000. De estos, los hispanos constituían 24% de la población en 1990 y 42% en el 2000. Las categorías raciales no son estrictamente comparables entre el censo de 1990 y el del 2000; con esa salvedad, la raza o el grupo étnico indicados por los propios interesados en 1990 y en el 2000, respectivamente, fueron como se señala a continuación: blancos, 55% y 50%; afrodescendientes, 28% y 23%; otras razas y grupos étnicos (incluye a los asiáticos y naturales de las islas del Pacífico, los pertenecientes a grupos indígenas, incluidos los naturales de Alaska, así como a las personas de dos o más razas), 16% y 27%. No hubo ningún cambio importante en la distribución por sexo o edad. En 1990, las personas nacidas en otro país representaban 14% de la población, proporción que aumentó a 24% en el 2000. De los residentes de 5 años de edad o más en el 2000, aproximadamente 55% vivían en la misma casa que en 1995; 30% procedían de otra casa del mismo condado y el resto venían de fuera del condado.

El presupuesto total para este proyecto fue de US\$ 65 000, que incluía el establecimiento de los servicios internos del sistema de información georreferenciada, el personal (5 miembros del personal de campo que trabajaron 30 horas por semana durante 5 meses, pago de horas

CUADRO 3. Resultados del análisis descriptivo de la prueba de la tuberculina y del inicio del tratamiento preventivo con isoniazida, Condado de Smith, Texas, Estados Unidos, 1996

Categoría	No. (%)	P
Sujetos que se sometieron a la prueba	1 291	
Sujetos con resultados conocidos	1 236 (95,7)	
Sujetos con una induración ≥ 10 mm	229 (18,5)	
Resultados positivos en la prueba de la tuberculina por sexo		0,5
Varones	108 (19,4)	
Mujeres	121 (17,8)	
Resultados positivos de la prueba de la tuberculina por grupo de edad (en años)		<0,001
1-14	17 (4,6)	
15-24	33 (15,6)	
25-44	118 (28,2)	
45-64	47 (28,7)	
≥ 65	14 (20,6)	
Resultados positivos de la prueba de la tuberculina por raza o grupo étnico		<0,001
Afrodescendientes	17 (8,8)	
Hispanos	197 (23,8)	
Blancos no hispanos	15 (6,9)	
Resultados positivos de la prueba de la tuberculina por antecedentes de administración de la BCG		<0,001
Administrada	138 (35,6)	
No administrada	77 (9,6)	
Sin datos sobre la administración de la BCG	14 (28,0)	
Resultados positivos de la prueba de la tuberculina por lugar de nacimiento		<0,001
Nacidos en otro país	183 (34,3)	
Nacidos en los Estados Unidos	44 (6,4)	
Indicación del tratamiento con isoniazida		
Total de personas sometidas a la prueba de la tuberculina	142 (11,0)	
Personas con resultados positivos de la prueba de la tuberculina	141 (64,4)	
Personas que iniciaron el tratamiento con isoniazida	141 (99,3)	

Nota: BCG = vacunación con el bacilo de Calmette-Guérin.

extraordinarias de un auxiliar de radiología y 15% de un médico), impresión y costos de comunicaciones, insumos para las pruebas de la tuberculina, tuberculina e isoniazida. La unidad móvil donde se encontraban el consultorio y el equipo de radiología era propiedad del Departamento de Salud y fue una contribución en especie. Teniendo en cuenta el número de personas a las que se les realizó la prueba y que fueron tratadas, así como la efectividad del tratamiento preventivo con isoniazida, calculamos que se previnieron de 7 a 14 casos de tuberculosis entre los participantes en este programa, cifra en consonancia con el número previsto de 9 a 11 casos en los vecindarios donde se actuó considerando la incidencia de tuberculosis en el condado de Smith en el mismo período. Estas cifras no incluyen los casos secundarios que se dieron entre los contactos de cada caso. En una época de descenso gradual de la incidencia de tuberculosis, cada caso activo da lugar a menos de un nuevo caso. Partiendo de un número reproductivo de 0,9, y suponiendo que la efectividad del tratamiento preventivo

con isoniazida es de 80%, calculamos que pueden haberse prevenido de 12 a 21 casos de tuberculosis, con un costo de US\$ 3 096 a US\$ 5 417 por caso prevenido. Esta cifra es sustancialmente inferior al costo nacional medio por caso de US\$ 13 500, determinada haciendo el promedio del costo medio calculado de US\$ 4 000 por caso de atención ambulatoria y el costo medio calculado de US\$ 23 000 por caso de atención hospitalaria, cada uno de los cuales representa aproximadamente 50% de los casos de tuberculosis en los Estados Unidos (15-17). En la época presente, en la que están disminuyendo los recursos para el control de la tuberculosis, se debe dar gran importancia a cualquier medida preventiva que ahorre costos.

Limitaciones

Este proyecto tuvo algunas limitaciones importantes. En primer lugar, era una intervención programática, no un ensayo controlado aleatorizado. Nos dirigimos a los vecindarios que históricamente registraban la agregación de

morbilidad por tuberculosis de mayor tamaño y densidad, a fin de potenciar al máximo la posible repercusión en la salud pública. No seleccionamos aleatoriamente los vecindarios en los que íbamos a realizar la intervención, ni tampoco contamos con ningún vecindario de referencia. En cambio, comparamos nuestros resultados con el resto del condado de Smith, dado que todo el condado estaba atendido por el mismo programa de control de la tuberculosis, con el mismo personal y los mismos recursos y procedimientos. En segundo lugar, aunque el tratamiento estaba a cargo del Departamento de Salud del condado, el aumento brusco del número de referencias de casos de este proyecto estaba imponiendo una pesada carga para la capacidad del Departamento de Salud local a corto plazo y las tasas de realización completa del tratamiento eran insuficientes. Este último aspecto probablemente no sea muy distinto de lo que sucede habitualmente: un estudio reciente en consultorios públicos y privados de 19 zonas de los Estados Unidos y Canadá evidenció que menos de la mitad de las personas que iniciaron el tratamiento preventivo con isoniazida concluyeron realmente el tratamiento (18). Retrospectivamente, deberíamos haber brindado apoyo al Departamento de Salud con un funcionario más a jornada parcial o haber mantenido a un trabajador de campo para dar seguimiento al tratamiento preventivo con isoniazida. Esto afectaría los cálculos de los costos de reproducir este proyecto en otros lugares.

Conclusiones

Los programas de tamizaje a menudo se llevan a cabo en colaboración con organizaciones comunitarias, centros académicos y otros grupos interesados aparte del departamento de salud local. El tipo de proyecto que se describe en este informe se adecua convenientemente a la recomendación de los CDC de que los

departamentos de salud colaboren con las organizaciones comunitarias y los proveedores de atención sanitaria para planificar e iniciar programas de tamizaje mediante la prueba de la tuberculina y de tratamiento preventivo ajustados específicamente a los grupos vulnerables de cada comunidad (11, p. 10).

En el condado de Smith, el hecho de dirigirse a dos vecindarios de alto riesgo según la ubicación de los casos de tuberculosis pasados y las personas con reacción positiva en la prueba de la tuberculina, en los que luego se realizó el tamizaje activo en la comunidad y el tratamiento preventivo, pareció reducir sustancialmente la incidencia posterior de tuberculosis. La aplicación intensiva del tamizaje y de la quimioprofilaxis en vecindarios y comunidades de alto riesgo según las características epidemiológicas geográficas e históricas de la tuberculosis debe evaluarse más para determinar si los resultados obtenidos en este proyecto podrían repetirse y ampliarse.

Declaración de responsabilidad. Las conclusiones y las interpretaciones de los datos que se presentan en este artículo son exclusivamente de los autores y no representan necesariamente una posición oficial de los CDC, del Departamento Estatal de Servicios de Salud de Texas, del Distrito de Salud Pública del Condado de Smith o del nordeste de Texas, ni del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Texas en Tyler.

Contribución de cada autor. J. P. Cegielski tuvo la responsabilidad general del diseño, la realización, el análisis y la redacción; interpretó las pruebas de la tuberculina y los resultados de las radiografías; evaluó a las personas con resultados positivos en la prueba de la tuberculina, y recetó tratamiento. D. E. Griffith interpretó los resultados de las pruebas de la tuberculina y las radio-

grafías de tórax, recetó tratamiento, se comunicó con el Comité de Seres Humanos del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad Texas en Tyler, y revisó críticamente el protocolo y el artículo. P. K. McGaha, director regional del Departamento Estatal de Servicios de Salud de Texas para el nordeste de Texas, participó en la planificación, la interpretación de los resultados y la revisión crítica del protocolo y el artículo. M. Wolfgang fue responsable del componente de sistemas de información geográfica del seguimiento de 10 años, incluidas la geocodificación y la cartografía. C. B. Robinson intervino en la concepción, el diseño y la ejecución del proyecto, así como en el seguimiento de los pacientes, y revisó críticamente el protocolo y el artículo. Tanto P. A. Clark como W. L. Hassell dirigieron los equipos responsables del tamizaje domiciliario de la tuberculosis, la derivación para realizar las radiografías de tórax y el seguimiento de los pacientes. V. A. Robison fue responsable del componente de los sistemas de información geográfica del proyecto durante las fases de mapeo inicial, orientación de la intervención y tamizaje, y revisó críticamente el protocolo y el artículo. K. P. Walker Jr. participó en la planificación de este proyecto, brindó atención médica a todas las personas que recibieron tratamiento preventivo con isoniazida y revisó críticamente el protocolo y el artículo. C. Wallace participó en la concepción, el diseño, la planificación, el seguimiento y la evaluación de este proyecto; respaldó activamente el seguimiento de 10 años; se comunicó

con el comité de ética del Departamento Estatal de Servicios de Salud de Texas; y revisó críticamente el protocolo, los informes sobre los progresos realizados y el artículo definitivo.

Fianciación. Este proyecto fue patrocinado mediante una subvención a proyectos de demostración innovadores en el campo de la tuberculosis otorgada por el Departamento Estatal de Servicios de Salud de Texas.

Agradecimiento. Queremos agradecer a Ron Jung y Robert Shepherd, MD, del Departamento de Radiología del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Texas, por su ayuda a la hora de realizar e interpretar las radiografías de tórax; a Sara Shepherd, Jack Mills, Leann Giley y Pat Whitham por su contribución en el campo de la informática y del sistema de información geográfica; al personal de campo Abby Sanchez y Cynthia Ruffin; a Teresa Santiago, Brandi Bradford y Doris Waits, miembros del personal de la Región 4/5N del Departamento Estatal de Servicios de Salud de Texas; y a Dominic Sciarrini y Darlene Barnett, miembros del Departamento de Salud del Condado de Smith por su contribución a este proyecto.

Protección de los participantes. Este proyecto fue aprobado por los comités éticos o su equivalente del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Texas en Tyler, el Departamento Estatal de Servicios de Salud de Texas y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades.

REFERENCIAS

1. Bennett DE, Courval JM, Onorato I, et al. Prevalence of tuberculosis infection in the United States population: The National Health and Nutrition Examination Survey, 1999–2000. *Am J Respir Crit Care Med.* 2008;177(3):348–55.
2. American Thoracic Society. Targeted tuberculin testing and treatment of latent tuberculosis infection. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161(4 pt 2):S221–47.
3. Reported Tuberculosis in the United States, 2009. Atlanta: Centros para el Control y la Prevención de las Enfermedades; octubre del 2010.
4. Ferebee SH. Controlled chemoprophylaxis trials in tuberculosis: a general review. *Bibl Tuberc.* 1970;26:28–106.
5. Centers for Disease Control and Prevention. The use of preventive therapy for tuberculosis infection in the United States: recommendations of the Advisory Committee for Elimination of Tuberculosis. *MMWR Recomm Rep.* 1990;39(RR-8):6–12.
6. Comstock GW, Woolpert SF. Preventive therapy. En: Kubica GP, Wayne LG, eds. *The Mycobacteria: A Source-book.* Nueva York: Marcel Dekker Inc; 1984:1071–82.
7. International Union Against Tuberculosis, Committee on Prophylaxis. Efficacy of various durations of isoniazid preventive therapy for tuberculosis: five years of follow-up in the IUAT trial. *Bull World Health Organ.* 1982;60(4):555–64.
8. Horsburgh CR Jr. Priorities for the treatment of latent tuberculosis infection in the United States. *N Engl J Med.* 2004;350(20):2060–67.
9. Centers for Disease Control and Prevention. Screening for tuberculosis and tuberculosis infection in high-risk populations: recommendations of the Advisory Council for the Elimination of Tuberculosis. *MMWR Recomm Rep.* 1995;44(RR-11):19–34.
10. Geiter L, ed. *Ending Neglect: The Elimination of Tuberculosis in the United States.* 1.^a ed. Washington, DC: National Academy Press; 2000.
11. Centers for Disease Control and Prevention. Prevention and control of tuberculosis in US communities with at-risk minority populations: recommendations of the Advisory Council for the Elimination of Tuberculosis. *MMWR Recomm Rep.* 1992;41(RR-5):1–11.
12. Moonan PK, Bayona M, Quitugua TN, et al. Using GIS technology to identify areas of tuberculosis transmission and incidence. *Int J Health Geogr.* 2004;3(1):23.

13. Moonan PK, Oppong J, Sahbazian B, et al. What is the outcome of targeted tuberculosis screening based on universal genotyping and location? *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;174(5):599–604.
14. American Thoracic Society. Control of tuberculosis in the United States. *Am Rev Respir Dis.* 1992;146(6):1623–33.
15. Brown RE, Miller B, Taylor WR, et al. Health-care expenditures for tuberculosis in the United States. *Arch Intern Med.* 1995;155(15):1595–600.
16. Taylor Z, Marks SM, Rios Burrows NM, Weis SE, Stricof RL, Miller B. Causes and costs of hospitalization of tuberculosis patients in the United States. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2000;4(10):931–9.
17. Marks SM, Taylor Z, Miller BI. Tuberculosis prevention versus hospitalization: taxpayers save with prevention. *J Health Care Poor Underserved.* 2002;13(3):392–401.
18. Horsburgh CR, Goldberg S, Bethel J, et al. Latent TB infection treatment acceptance and completion in the United States and Canada. *Chest.* 2010;137(2):401–9.

ABSTRACT**Eliminating tuberculosis one neighborhood at a time**

Objectives. We evaluated a strategy for preventing tuberculosis (TB) in communities most affected by it.

Methods. In 1996, we mapped reported TB cases (1985–1995) and positive tuberculin skin test (TST) reactors (1993–1995) in Smith County, Texas. We delineated the 2 largest, densest clusters, identifying 2 highest-incidence neighborhoods (180 square blocks, 3153 residents). After extensive community preparation, trained health care workers went door-to-door offering TST to all residents unless contraindicated. TST-positive individuals were escorted to a mobile clinic for radiography, clinical evaluation, and isoniazid preventive treatment (IPT) as indicated. To assess long-term impact, we mapped all TB cases in Smith County during the equivalent time period after the project.

Results. Of 2258 eligible individuals, 1291 (57.1%) were tested, 229 (17.7%) were TST positive, and 147 were treated. From 1996 to 2006, there were no TB cases in either project neighborhood, in contrast with the preintervention decade and the continued occurrence of TB in the rest of Smith County.

Conclusions. Targeting high-incidence neighborhoods for active, community-based screening and IPT may hasten TB elimination in the United States.