

EPIDEMIOLOGIA DEL TETANOS CONSIDERADA DESDE UN PUNTO DE VISTA PRACTICO DE SALUD PUBLICA ¹

B. Cvjetanović ²

El modelo matemático del tétanos facilita considerablemente la planificación y las evaluaciones de control. Sin embargo, en los países en desarrollo este podría estar fuera del alcance de los epidemiólogos y personal de salud pública. Por lo tanto, se recomiendan métodos sencillos como los nomogramas para evaluar el costo-beneficio, aunque no con la exactitud de aquél.

Los pocos aspectos todavía desconocidos de la epidemiología del tétanos no impiden la planificación apropiada de medidas de salud pública encaminadas a combatir y prevenir esta enfermedad. No obstante, es mucho aún lo que los epidemiólogos tienen que hacer en lo que se refiere a la recolección y análisis de datos para mejorar los programas de lucha antitetánica, especialmente en cuanto a una buena planificación y evaluación económica y de salud pública. El epidemiólogo podría, y en realidad debería, facilitar información a las autoridades de salud pública que permitan la mejor utilización de los recursos disponibles, y por lo tanto el mejor control particularmente necesario en los países en desarrollo. Es desde este punto de vista de salud pública que en este artículo se examina la epidemiología y la función del epidemiólogo.

Características epidemiológicas

El tétanos ocupa un lugar especial entre las enfermedades infecciosas. En el sentido estricto de la palabra, no es una enfermedad contagiosa, y podría, tal vez, considerarse como un riesgo ambiental de los seres humanos expuestos a un medio contaminado.

El tétanos es esencialmente el resultado del contacto del hombre con su ambiente, y su frecuencia e incidencia dependen de la "estructuración" ecológica de cada comunidad. Los factores ecológicos que desempeñan un papel en la epidemiología del tétanos son de carácter físico y social. En todos los sistemas ecológicos y sociales habrá grupos de población particularmente expuestos al tétanos, tales como los recién nacidos de las clases sociales poco privilegiadas, los miembros de ciertas profesiones agropecuarias, y grupos de individuos como los farmacodependientes.

Características mundiales

Las tendencias generales del tétanos en el mundo son bien conocidas (1). Las características endémicas son típicas y bastante estables en los países en desarrollo porque el ambiente del hombre, sus actividades, y modo de vida, no varían de la noche a la mañana. En los países donde predomina la agricultura y los niveles de higiene son bajos, el tétanos neonatal y el tétanos en general ocurren con frecuencia. Los únicos grupos menos afectados son los escolares y los reclutas militares que, en algunos países, son protegidos en forma parcial mediante la inmunización.

En los países desarrollados, el tétanos disminuye a un ritmo muy acelerado, en

¹ Trabajo presentado en la Tercera Conferencia Internacional sobre Tétanos, celebrada del 17 al 22 de agosto de 1970, en São Paulo, Brasil. Apareció en inglés en la *Publicación Científica de la OPS* 253, 1972.

² Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza.

especial en los grupos de población económica y socialmente privilegiados. En los últimos 25 años las tasas de tétanos en los Estados Unidos han quedado reducidas a una décima parte de la correspondiente a épocas anteriores (2). Ahora bien, ciertos grupos corren mayor riesgo que otros. Así, los recién nacidos y las personas de 60 y más años, acusan una incidencia diez veces mayor que la correspondiente a los grupos de 10 a 19 años de edad, y la tasa de defunción es de 25 a 50 veces más elevada en los ancianos que en los jóvenes (2) (figura 1). En los últimos decenios, los países tecnológica y económicamente avanzados han experimentado una rápida disminución del tétanos, gracias a los progresos de la

tecnología agrícola que han apartado al hombre del contacto directo con los animales y el suelo.

Con una simple ojeada al mapa mundial de la distribución del tétanos (1) se observará que las zonas tropicales densamente pobladas, en las que se emplean métodos agrícolas primitivos, son las más afectadas. Siguen en orden de importancia las zonas templadas y, por último, las frías. Sin embargo, los mapas detallados revelan diferencias importantes según los lugares de un mismo país, de suerte que la impresión general obtenida del mapa mundial, de que el tétanos está distribuido de manera uniforme según las zonas climáticas, queda sin confirmar y resulta inadecuada para las medidas apropiadas de control.

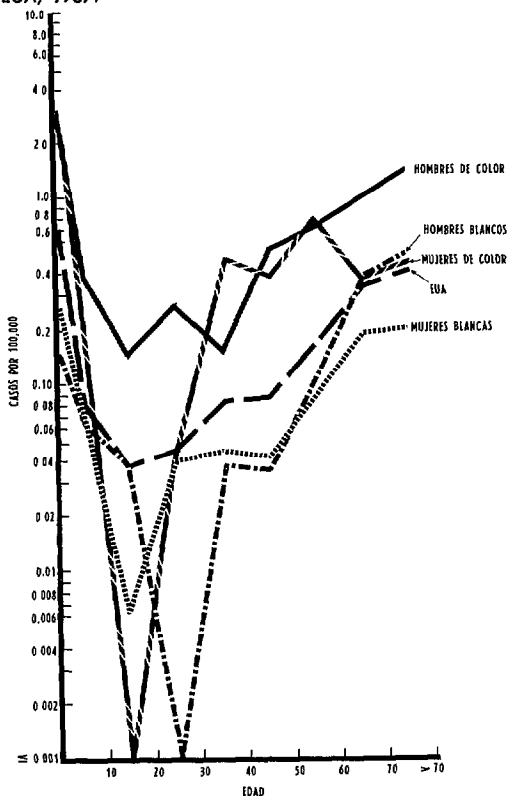
Identificación de los factores epidemiológicos

La identificación de las zonas geográficas muy expuestas, las condiciones ecológicas y los grupos de población constituyen una de las finalidades importantes de las investigaciones epidemiológicas. La determinación de los factores que desempeñan un papel destacado en la epidemiología del tétanos facilita la planificación y ejecución de programas de control.

Por varias razones es difícil lograr la cobertura total de la población mediante la inmunización. Por consiguiente, las actividades deben concentrarse en los grupos muy expuestos que son los que más necesitan protección.

Es indispensable identificar debidamente a estos grupos de gran riesgo. No basta con determinar la edad, el sexo, la profesión, la religión, las hábitos, la ubicación, etc. Las investigaciones epidemiológicas deben ir más allá para determinar el modo de infección y los factores que la producen. Por ejemplo, si la infección se origina al perforarse el lóbulo de la oreja, el agente causante de la infección es un instrumento sucio: un palillo

FIGURA 1—Incidencia de tétanos por raza y sexo en EUA, 1967.



A base de las estadísticas vitales de los EUA y los cálculos de población del mismo país para 1966. Según el Centro para el Control de Enfermedades, EUA, *Tetanus Surveillance*. Informe No. 2, 1 de abril de 1969, pág. 3.

de madera introducido en la perforación, o el unguento que se aplica a la misma. El factor causante principal puede eliminarse de esta manera: el palillo de madera sucio puede sustituirse por otro de metal previamente esterilizado al fuego; no será imposible proporcionar a los que ejecutan esta operación una aguja de metal inocuo y conveniente para este propósito. Así mismo se puede remediar la situación persuadiendo a los habitantes a que cambien esos hábitos por medio de una educación debidamente planeada.

Los grupos de población muy expuestos al tétanos en los países en desarrollo son los recién nacidos y los trabajadores agrícolas. Existen diferencias entre los diversos grupos profesionales, del sexo masculino y femenino, que corresponden por un lado a los grados de exposición, y por otro, al grado de inmunidad inducida que confiere la inmunización de ciertos grupos, tales como los escolares, los reclutas militares y el personal de las fuerzas armadas. Los grupos muy expuestos no corresponden necesariamente a los de determinada edad o profesión, pero sí a ciertos estratos sociales, sectas religiosas, tribus étnicas, etc. Por ejemplo, la perforación del lóbulo de la oreja para el uso de pendientes, tatuajes, y otras prácticas de embellecimiento, y las operaciones rituales, como la circuncisión, suponen un gran riesgo para los grupos que las emplean.

Las investigaciones epidemiológicas deben determinar todos los factores que ejercen un efecto sobre la infección tetánica en una comunidad determinada, y en particular en grupos muy expuestos. Ello supone la necesidad de definir el estado de inmunidad de la población de manera objetiva mediante encuestas serológicas, identificando así a los grupos más vulnerables. Por último, aunque no menos importante, hay que mencionar la tarea del epidemiólogo de determinar los recursos disponibles para combatir el tétanos y analizar los aspectos costo-efecto y

costo-beneficio de varios posibles programas de control. Este último aspecto ha sido relativamente ignorado y por eso quizá necesita mayor atención.

Evaluación de los programas de inmunización

La inmunización es el medio más eficaz, aunque no el único, para combatir el tétanos. Los programas de inmunización pueden llevarse a cabo de diversas maneras. No obstante, es indispensable seleccionar uno que permita obtener los mejores resultados con un mínimo de esfuerzos y gastos, puesto que los recursos para controlar esta enfermedad, como los de cualquier otro programa de esta naturaleza, son invariablemente limitados. Los epidemiólogos se enfrentan con la tarea de establecer estrategias para los programas de lucha que resulten apropiadas desde el punto de vista médico y económico, y de justificarlas ante las autoridades de salud.

Un conocimiento a fondo de la evolución natural del tétanos y de los factores epidemiológicos mencionados constituye la única base firme de un programa eficaz de control. En la actualidad estos conocimientos pueden utilizarse para formular un modelo matemático. Gracias a las modernas técnicas de la computadora, este modelo puede emplearse para simular situaciones diferentes. Así, los modelos pueden servir para predecir los resultados que se obtendrían con la aplicación de ciertos programas de control durante un período breve o prolongado, es decir, la vacunación de toda la población de un país o de grupos seleccionados; la vacunación junto con las actividades educativas; o un cambio de las prácticas agrícolas.

El modelo matemático puede emplearse para determinar los resultados aproximados de varios programas posibles de inmunización, o para indicar el "insumo" en función de vacuna, fuerza laboral y otros factores relacionados con la vacunación y su costo

total, comparados con el "producto" en función de vidas salvadas y de economías en cuanto a enfermedades y tratamiento. De esta manera se puede comparar el beneficio total con el costo total y evaluar las distintas estrategias en función de costo-efecto y costo-beneficio.

Con esas finalidades se ha formulado un modelo matemático que se ha utilizado para evaluar varios posibles programas de control del tétanos. Aunque se base en datos referentes a la situación real de países en desarrollo en cuanto a morbilidad, letalidad, grupos de edad, costo de la vacunación y el tratamiento, etc., el modelo no se ajusta a cada caso. Por lo tanto, es necesario introducir una modificación crítica y darle una interpretación en ese mismo sentido cuando se emplee dicho modelo.

En otra ocasión se presentará la complejidad de la elaboración y empleo del modelo matemático para el tétanos (3). Este artículo se limita a describir ciertos aspectos del modelo de uso práctico inmediato para los epidemiólogos y administradores de salud pública.

Existen varias posibles estrategias para combatir el tétanos mediante la inmunización, si bien el programa ideal de control sería el de la cobertura total de la población. Pero esta medida es difícil de aplicar debido a la falta de recursos, especialmente en los países en desarrollo. En consecuencia, hay que utilizar los escasos recursos de la manera más eficaz, y preferir la protección de los grupos muy expuestos. La vacunación de un número limitado de personas que pertenecen a grupos de mayor riesgo puede salvar más vidas que la inmunización más o menos general sin distinción. Para ilustrar esta opinión se utilizó un modelo matemático en una población sintética que en todos los parámetros se asemeja a la de los países en desarrollo. Los cuadros 1, 2 y 3 contienen los resultados de tres programas distintos en esas poblaciones. Estos consisten en lo siguiente: inmunización de las embarazadas

(cuadro 1); inmunización única de la población total (cuadro 2), y tres inmunizaciones sucesivas en masa (cuadro 3).

Los valores paramétricos que se indican a continuación, y que se aproximan a las tasas reales observadas en muchos países en desarrollo, se utilizaron en el modelo epidemiológico del tétanos para simular el efecto de los tres programas distintos de vacunación mencionados:

Tasa anual de natalidad:	35 por 1,000 habitantes
Tasa anual de mortalidad:	15 por 1,000 habitantes
Aumento anual natural de la población:	2%
Incidencia anual de casos de tétanos:	
Recién nacidos:	400 por 1,000 nacidos vivos
Población general:	18 por 100,000 habitantes
Eficacia de la vacunación:	95%

CUADRO 1—Efectos de la vacunación en las embarazadas exclusivamente.

Eficacia de la vacuna: 95%
Cobertura de la vacunación: 90%

Período en años	Incidencia anual de casos de tétanos		
	Recién nacidos (por 100,000 recién nacidos)	Población general (por 100,000 habitantes)	Tasa de mortalidad por tétanos (por 100,000 habitantes)
0	400.0	18.0	21.9
1	67.4	17.6	12.6
5	46.8	14.6	10.1
10	41.0	12.8	8.8
20	37.2	11.6	8.0
30	36.4	11.3	7.8
40	36.3	11.3	7.8

CUADRO 2—Efecto de la vacunación única en masa.

Eficacia de la vacuna: 95%
Cobertura de la vacunación: 50%

Años después de la vacunación	Incidencia anual de casos de tétanos		
	Recién nacidos (por 100,000 recién nacidos)	Población general (por 100,000 habitantes)	Tasa de mortalidad por tétanos (por 100,000 habitantes)
0	400.0	18.0	21.9
1	224.3	10.1	12.5
5	277.8	12.6	15.2
10	325.5	14.7	17.8
15	354.5	16.0	19.4
20	372.0	16.8	20.4

CUADRO 3—Efecto de tres vacunaciones sucesivas en masa a intervalos de 10 años.

Eficacia de la vacuna: 95%
 Cobertura de la vacunación: 50%

Plan de vacunación	Período en años	Incidencia anual de casos de tétanos		
		Recién nacidos (por 100,000 recién nacidos)	Población general (por 100,000 habitantes)	Tasa de mortalidad por tétanos (por 100,000 habitantes)
1ª vacunación	0	400.0	18.0	21.9
	1	224.3	10.1	12.5
	5	277.8	12.6	15.2
	10	325.5	14.7	17.8
2ª vacunación	11	188.3	8.5	10.5
	15	254.4	11.5	13.9
	20	311.3	14.1	17.0
3ª vacunación	21	181.3	8.2	10.1
	25	249.8	11.3	13.7
	30	303.6	13.9	16.9

Se presenta el efecto de cada programa en función de la disminución de la incidencia. Los cuadros no necesitan explicación. La inmunización de embarazadas (cuadro 1) ofrece una ventaja evidente sobre los otros programas en función del efecto obtenido al compararlo con el esfuerzo realizado. La comparación de los resultados de la inmunización única (cuadro 2) y la repetida (cuadro 3) revela la necesidad de actividades constantes para controlar el tétanos. Desde el punto de vista del costo-efecto (cuadro 3), el resultado de cada inmunización sucesiva es relativamente menos favorable.

El modelo puede utilizarse para evaluar el efecto relativo de la vacunación de varios grupos seleccionados muy expuestos, lo que facilitará datos que indicarán con claridad la eficacia relativa de cada programa en función de vidas salvadas y permitirá establecer prioridades. En la figura 1 (obtenida de un informe reciente del Centro para el Control de Enfermedades, EUA) pueden observarse las diferencias en las tasas de morbilidad entre varios grupos de edad y su importancia relativa. Naturalmente, la vacunación de los grupos muy expuestos tendría mayores repercusiones que la administrada a grupos de menor riesgo. La eficacia de los diversos

programas de vacunación se refleja también en el costo-efecto y el costo-beneficio, que pueden calcularse con facilidad. Además, se puede averiguar si se obtendría el mismo efecto a un costo menor administrando una sola dosis (4), o combinando la inmunización antitetánica con la vacunación contra otras infecciones utilizando antígenos mixtos tales como DPT (difteria-pertussis-tétanos), DPTTi (difteria-pertussis, tétanos-tifoidea).

Tal vez resulte imposible examinar los diversos programas factibles y preparar un plan a largo plazo de lucha antitetánica para los que no poseen los medios complejos de la computadora, y que no pueden construir un modelo matemático ni emplear alguno construido por otros según sus propios datos. Por consiguiente, se ha tratado de ofrecer un simple medio auxiliar a los epidemiólogos y a los administradores de salud de los países en desarrollo para que lo empleen en la planificación a corto plazo del control del tétanos.

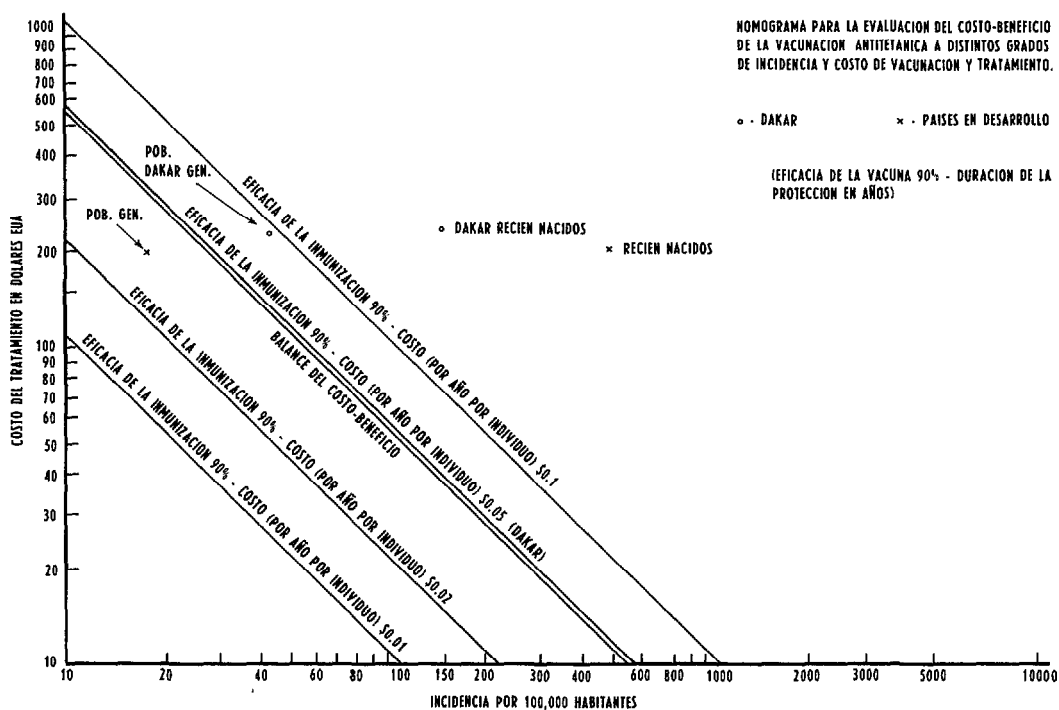
Es sumamente necesario disponer de un medio auxiliar sencillo para evaluar el costo-beneficio de los programas de inmunización. Se ha tratado de encontrar un medio de esta naturaleza transfiriendo, en forma de nomograma, alguna de las operaciones matemáti-

cas básicas que llevan al análisis del costo-beneficio. La fórmula matemática básica, y el método de construcción del nomograma en papel logarítmico, puede hallarse en otro lugar (5). Así mismo, se ha preparado el nomograma a base de una protección pos-vacunal de 90% durante un período de 10 años. La opinión de los que han estudiado el problema (6, 7) parece coincidir en que la vacuna confiere protección de 90% durante un período de 10 años como mínimo. Hay que advertir que este nomograma sólo ofrece información sobre los gastos efectivos de vacunación comparados con las economías de gastos de tratamiento obtenidas con la prevención de la enfermedad. Se trata estrictamente de un procedimiento económico cuya finalidad primordial consiste en justificar el presupuesto del departamento de salud, tarea que debe discutirse con los administradores de salud pública.

El nomograma se halla en la figura 2, y su utilización requiere cierta información esencial: a) incidencia anual de tétanos (en la medida de lo posible, por edad, sexo, raza, etc.); b) costo del tratamiento por caso (distribuido, si es posible, por gravedad y tipo de institución); c) costo de la vacunación por individuo al año (costo de personal y vacuna), y d) eficacia de la vacuna y duración de la protección.

La información indicada en a), b) y c) debe obtenerse de los registros disponibles; cuanto más exactos y detallados sean, más valiosa resultará la información facilitada por el nomograma. La información que se encuentra en d), sobre el efecto de la vacunación, puede obtenerse de pruebas científicas (6-9) aunque en cada caso debe ensayarse la vacuna y comprobarse su eficacia en animales y posiblemente en pruebas serológicas en seres humanos.

FIGURA 2—Costo-beneficio en la inmunización antitetánica.



El nomograma se utiliza de la manera siguiente. De acuerdo con la fórmula apropiada se traza la línea del balance de costo-beneficio de la vacunación que cruza el nomograma en una inclinación de 45° (figura 2). Esta línea se determina por la eficacia de la vacuna (90%) y el costo de la inmunización per cápita y por año (\$0.01-0.10). Se representa la incidencia y el costo del tratamiento en el nomograma y de esta manera se encuentra el punto correspondiente. Los valores pueden referirse a la población total o a un grupo de riesgo específico según la incidencia (y el costo del tratamiento). El punto que representa el grupo de población se encontrará en uno de los lados de la línea del balance del costo-beneficio o, en algunos casos, en la propia línea. El área superior derecha de esta línea es la del beneficio. Debajo, y a la izquierda de la línea, figura el área de pérdidas. Si el punto representado está sobre la propia línea, la inmunización de este grupo de personas no supone beneficios ni pérdidas económicas. Evidentemente, cada grupo estará en un punto distinto y tal vez en un área distinta, lo que indicará si la inmunización sería o no provechosa desde el punto de vista del costo-beneficio. De esta manera pueden establecerse prioridades en los casos en que no se disponga de recursos para abarcar a toda la población.

A título de ejemplo, se ofrecen en la figura 2, datos referentes a Dakar, según cálculos basados en promedios correspondientes a los últimos cinco años (Dr. M. Rey, comunicación personal). Los valores aplicables a Dakar están comprendidos en el área superior derecha de la línea del balance del costo-beneficio (línea doble). El nomograma indica que, desde el punto de vista financiero, la inmunización en Dakar resulta provechosa, puesto que el costo medio del tratamiento es de EUA\$240 por caso, y los de inmunización (2 dosis de vacuna concentrada) son sólo de EUA\$0.05 por persona (lo que representa un costo anual de

la inmunización de EUA\$0.05 por individuo). En la mayoría de los países, el costo medio del tratamiento oscila entre EUA\$100 y EUA\$300, y el costo anual de la inmunización es de EUA\$0.01-\$0.10.

No se dispone de datos exactos sobre la mayoría de los países africanos y asiáticos (1). Sin embargo, en el medio rural de Colombia, donde se realizó una minuciosa encuesta (10), la incidencia en los recién nacidos excedía de 12 por ciento. Esta incidencia es tan elevada que no puede representarse en este nomograma. De ahí que, por bajo que fuera el costo del tratamiento, la inmunización seguiría siendo provechosa en esa región.

En el ejemplo del empleo del modelo matemático (véase los cuadros 1, 2 y 3), la incidencia de la población general y la del recién nacido se deriva de datos sintéticos disponibles en los países en desarrollo, y por consiguiente es representativa de ellos. Esta incidencia se ha marcado en el nomograma (figura 2) frente a un costo medio arbitrario del tratamiento antitetánico de EUA\$200 y se indica con una X. Se observará que el valor correspondiente a los recién nacidos entra en el área de los beneficios, pero no así con respecto a la población general, aunque se aproxima mucho a ello.

Según el costo calculado, la inmunización resulta financieramente provechosa en la mayoría de los países. De todas maneras, no ocurriría lo mismo en el caso de países que exhiben una baja tasa de incidencia, a pesar del elevado costo del tratamiento, v.g., en los Estados Unidos (11). Hay otras justificaciones de la vacunación, de las cuales la más importante es salvar vidas humanas. Se debe tener presente que en el cálculo de los beneficios no se ha tomado en cuenta el valor de las vidas humanas salvadas. Desde el punto de vista humanitario, la planificación de programas de salud pública en función del valor monetario que representan las vidas humanas puede ser objetable. Sin embargo,

en un mundo regido por los economistas y los intereses económicos, ello obliga a considerar al tétanos desde ese punto de vista, aunque los especialistas de salud y la humanidad en general deberían atenerse a otros principios además de los puramente económicos.

Conclusiones

Los estudios epidemiológicos del tétanos han avanzado hasta un punto en que pueden aplicarse en programas de control. La disponibilidad de las técnicas de la computadora, que permiten establecer modelos matemáticos, los estudios epidemiológicos encaminados a determinar los grupos muy expuestos y otros factores importantes que causan una elevada incidencia del tétanos, constituyen una gran ayuda para formular programas eficaces de control a un costo mínimo. En efecto, permiten planificar mejor los programas y facilitan la evaluación de diversas estrategias para el control desde los puntos de vista del costo-efecto y del costo-beneficio. Por consiguiente, las investigaciones epidemiológicas del tétanos pueden utilizarse para fines prácticos de salud pública. Se dispone de técnicas modernas —complejas y sencillas— con las que se puede proceder a la aplicación inmediata de datos epidemiológicos en la formulación de programas eficaces que se ajusten a las necesidades locales y a los recursos disponibles.

Resumen

Aún no se conoce enteramente la epidemiología del tétanos, pero se pueden utilizar con eficacia los datos disponibles para la planificación racional de la lucha contra esta

enfermedad. Los datos sobre los grupos muy expuestos y sobre la distribución geográfica del tétanos indican las poblaciones que en particular necesitan protección. En el campo de la salud pública, los programas de control encaminados a proteger a grupos bien definidos que acusan una incidencia elevada están demostrando mayor eficacia que la inmunización en masa sin distinción.

El modelo matemático empleado para tétanos facilita de manera considerable la planificación y evaluación de programas de control. Se necesitan datos exactos para el empleo apropiado de modelos matemáticos que simulen los efectos de diversos programas de inmunización y estrategia de control y para evaluar su eficacia relativa, costo-efecto y costo-beneficio. Es posible, particularmente en los países en desarrollo, que los recursos de la computadora necesarios para el uso de modelos matemáticos estén fuera del alcance de los epidemiólogos y del personal de salud pública, por lo que se requieren métodos más sencillos para planificar, a corto plazo, programas de control. Se pueden preparar medios simples, como los nomogramas, para evaluar el costo-beneficio, que contribuyen a establecer un orden de prioridad y seleccionar los procedimientos más provechosos, si bien no son tan exactos como un modelo matemático.

La planificación apropiada de la lucha antitetánica, mediante programas de vacunación, es importante tanto desde el punto de vista de la salud como de la economía. Los administradores de salud pública necesitan la asistencia activa de los epidemiólogos para planificar y evaluar los programas antitetánicos utilizando las estadísticas de salud disponibles, modelos matemáticos y nomogramas. □

REFERENCIAS

- (1) Bytchenko, B. *Bull WHO* 34:71, 1966.
- (2) U.S. Center for Disease Control. *Morbidity and Mortality* 19(16):162-168.
- (3) Cvjetanović, B. *et al.* "Epidemiological model of tetanus and its uses". *Int J Epidem* 1(2):125, 1972.

- (4) Veronesi, R. *et al. Rev Inst Med Trop (São Paulo)* 12(1):46, 1970.
- (5) Grab, B. y Cvjetanović, B. "Simple method for rough determination of the cost-benefit balance point of immunization programmes". *Bull WHO* 45:536-541, 1971.
- (6) Edsall, G. *et al. JAMA* 202:17-19, 1967.
- (7) Gottlieb, S. *et al. Amer J Public Health* 54:961, 1964.
- (8) Edsall, G. En L. Eckmann (ed.), *Principles on Tetanus. International Conference on Tetanus, Proceedings, Bern, 15-19 de julio de 1966*. Huber, 1967, pág. 225.
- (9) Scheibel, I. *Ibid.*, pág. 245.
- (10) Newell, K. W. *et al. Bull WHO* 35:863, 1966.
- (11) Ildirim, İ. y Vandiviere, H. M. *Lancet* 1:1211, 1969.

Epidemiology of Tetanus Viewed from a Practical Public Health Angle (Summary)

The epidemiology of tetanus is not yet completely understood, but the available information can be used effectively for the rational planning of control of the disease. Data on high-risk groups and on the geographic distribution of tetanus point to populations that particularly need protection. In public health practice, control programs aimed at protecting well-defined groups with a high incidence are proving to be more effective than indiscriminate mass immunization.

The mathematical model of tetanus greatly facilitates the planning and evaluation of control programs. Accurate data are needed for the proper use of mathematical models to simulate the effects of various immunization programs and control strategies and to evaluate their relative effectiveness, cost-effect, and cost-benefit. The computer facilities needed for the

use of the mathematical model may be beyond the reach of epidemiologists and public health workers, particularly in developing countries, and therefore easier methods are needed for the short-term planning of control programs. Simple tools such as nomograms can be constructed for cost-benefit evaluation. They are helpful in establishing priorities and in selecting the most profitable approaches, although they are not so accurate as a mathematical model.

Proper planning of tetanus control through vaccination programs is important from both the health and the economic point of view. Public health administrators need the active assistance of epidemiologists in the planning and evaluation of tetanus control programs utilizing available health statistics, mathematical models, and nomograms.

A epidemiologia do tétano considerada do ponto de vista prático da saúde pública (Resumo)

Embora a epidemiologia do tétano ainda não seja de todo conhecida, podem-se utilizar com eficiência os dados disponíveis no planejamento do combate a essa enfermidade. Os dados relativos aos grupos de alta exposição e à distribuição geográfica do tétano identificam as populações que necessitam de protecção especial. No campo da saúde pública, os programas de controle destinados à protecção de grupos bem definidos que acusam alto grau de incidência revelam maior eficácia do que a imunização indiscriminada em massa.

O modelo matemático do tétano facilita consideravelmente o planejamento e a avaliação

de programas de controle. Necessitam-se de dados exatos para o emprego adequado de modelos matemáticos que simulem os efeitos de diversos programas de imunização e de estratégia de controle, e de avaliação de sua eficácia relativa, de suas relações de custo-efeito e de custo-benefício. Especialmente nos países em desenvolvimento, é possível que os recursos cibernéticos necessários ao uso de modelos matemáticos estejam fora do alcance dos epidemiologistas e do pessoal de saúde pública, razão pela qual necessitam-se de métodos mais simples de planejamento, a curto prazo, de programas de controle. Podem-se

preparar meios simples, como os nomogramas, para a avaliação da relação custo-benefício. Esses meios contribuem para o estabelecimento de uma ordem de prioridade e para a seleção dos procedimentos mais proveitosos, muito embora não tenham a mesma exactidão de um modelo matemático.

O adequado planejamento do combate ao

tétano mediante programas de vacinação importa tanto do ponto de vista da saúde como da economia. Os administradores da saúde pública necessitam da assistência ativa dos epidemiologistas para planejar e avaliar os programas antitéticos com a utilização das estatísticas sanitárias disponíveis, de modelos matemáticos e de nomogramas.

Epidémiologie du tétanos examinée du point de vue pratique de la santé publique (Résumé)

Bien que l'on ne connaisse pas entièrement l'épidémiologie du tétanos, on peut utiliser efficacement les données disponibles en vue de la planification rationnelle de la lutte contre cette maladie. Les données sur les groupes les plus exposés et sur la répartition géographique du tétanos montrent les populations qui ont particulièrement besoin d'être protégées. Dans le domaine de la santé publique, les programmes de lutte destinés à protéger des groupes bien définis qui accusent une incidence élevée font ressortir l'efficacité de l'immunisation massive sans distinction.

Le modèle mathématique du tétanos facilite considérablement la planification et l'évaluation des programmes de lutte. Il est nécessaire de disposer de données exactes pour utiliser de manière appropriée les modèles mathématiques qui simulent les effets des divers programmes d'immunisation et de lutte, et pour évaluer leur efficacité relative, coût-effet et coût-rendement. Dans les pays en voie de développement en particulier, il est possible que les ressources de

l'ordinateur nécessaires pour l'emploi de modèles mathématiques soient hors de portée des épidémiologues et du personnel de la santé publique; il faut donc employer des méthodes plus simples pour planifier des programmes de lutte à court terme. On peut recourir à des moyens peu compliqués, tels que les nomogrammes, pour évaluer le coût-rendement. Ces moyens aident à établir un ordre de priorité et à choisir les méthodes les plus avantageuses, bien qu'elles ne soient pas aussi exactes qu'un modèle mathématique.

La planification appropriée de la lutte antitétanique au moyen de programmes de vaccination est importante, tant du point de vue de la santé que de celui de l'économie. Les administrateurs de la santé publique ont besoin de l'assistance active des épidémiologues pour élaborer et évaluer les programmes antitétiques en utilisant les statistiques sanitaires disponibles, les modèles mathématiques et les nomogrammes.