

CONFRONTANDO LAS ZONOSIS: RELACIÓN ENTRE LA MEDICINA HUMANA Y VETERINARIA

CONFRONTING ZONOSSES, LINKING HUMAN AND VETERINARY MEDICINE

Laura H. Kahn*

*Princeton University, Princeton, New Jersey, USA

Resumen

Muchas de las enfermedades infecciosas emergentes, incluyendo aquellas causadas por agentes del bioterrorismo, son zoonosis. Desde que las zoonosis pueden infectar al hombre y los animales, las comunidades médicas y veterinarias deben trabajar juntas en los campos clínicos, de salud pública y de investigación. En el campo clínico, el ingreso de ambas profesiones mejoraría la relación costo beneficio de los propietarios de mascotas, particularmente aquellos propietarios inmunocomprometidos. En la salud pública, los sistemas de vigilancia son importantes en controlar las zoonosis como la producida por el virus de la influenza aviar, el virus del oeste del Nilo y los patógenos alimentarios. La medicina comparada es el estudio de los procesos de enfermedad a través de las especies, incluyendo a los seres humanos. Las investigaciones en medicina comparada de médicos y veterinarios debe ser promovida y recomendada para estudiar la interacción hospedador parásito en las zoonosis. Los esfuerzos deben dirigirse a incrementar nuestro entendimiento sobre cómo las zoonosis expanden su rango de hospedadores y poder así mejorar la prevención y las estrategias para su control.

Abstract

Many of the emerging infectious diseases, including those caused by bioterrorist agents, are zoonoses. Since zoonosis can infect both animals and humans, the medical and veterinary communities should work closely together in clinical, public health, and research settings. In the clinical setting, input from both professions would improve assessments of the risk-benefit ratios of pet ownership, particularly for pet owners who are immunocompromised. In public health, human and animal disease surveillance systems are important in tracking and controlling zoonosis such as avian influenza virus, West Nile virus, and foodborne pathogens. Comparative medicine is the study of disease processes across species, including humans. Physician and veterinarian comparative medicine research teams should be promoted and encouraged to study zoonotic agent-host interactions. These efforts would increase our understanding of how zoonosis expand their host range and would, ultimately, improve prevention and control strategies.

Palabras clave Zoonosis- medicina humana- veterinaria

Key Words Zoonosis- human medicine- veterinary

Kahn LH. Confronting zoonoses, linking human and veterinary medicine. *Emerg Infect Dis* [serial on the Internet]. 2006 Apr [date cited]. Available from <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol12no04/05-0956.htm>
Reproducido de *Emerging Infectious Diseases*. CDC. Atlanta Georgia.

INTRODUCCIÓN

Las zoonosis son enfermedades que pueden transmitirse de los animales salvajes y domésticos a los humanos y pueden constituir amenazas a la salud pública mundial. Debido a que estas enfermedades provienen de los animales, la prevención y las estrategias del control necesitan ser innovadoras y requiere los esfuerzos combinados de muchos campos. Por ejemplo, se necesitan colaboraciones más íntimas entre veterinarios, médicos y profesionales de salud pública en 3 áreas: la salud individual, salud de la población y la investigación de la medicina comparativa. En la salud individual, evaluando el potencial de transmisión de la enfermedad zoonótica de los animales a los humanos debe incluir tanto a médicos y veterinarios, sobre todo para los pacientes en riesgo alto como aquellos que están inmunocomprometidos. En salud de la población, los enfermedades zoonóticas deben evaluarse sus riesgos a través de sistemas de vigilancia que incluyan al animal doméstico y silvestres y a las poblaciones humanas que ayudarían a conducir a medidas de control eficaces. Puesto que médicos y veterinarios serían los profesionales importantes en reconocer e informar brotes, reforzar las comunicaciones entre los epidemiólogos hospitalarios, veterinarios y los oficiales de salud pública locales no sólo ayudarían expeditivamente en la respuesta local, sino también ayudar en identificar si enfermedades raras o brotes que involucren a los animales y humanos son eventos relacionados o separados. En investigación, la colaboración entre médicos y veterinarios en medicina comparativa mejoraría nuestra comprensión de las interacciones de agente hospedador en las zoonosis.

Colaboración en salud individual

En el nivel de salud individual, las enfermedades zoonóticas son una preocupación para todos los que viven o trabajan con animales. Este riesgo es especialmente problemático para las personas dueños de mascotas que están inmunocomprometidos. Grant y Olsen encontraron que los médicos generalmente no están cómodos discutiendo el papel de animales en la transmisión de las zoonosis y que preferirían que los veterinarios jueguen ese papel (1). Sin embargo, la mayoría de los pacientes no ve a los veterinarios como una fuente de información para salud humana. Los autores encontraron que en sólo el 21% de pacientes con HIV preguntaron a sus veterinarios por los riesgos de salud de las mascotas de su propiedad (1).

Los riesgos zoonóticos de los animales de compañía no se limitan a aquellos que viven con HIV. Un paciente que estaba tomando infliximab para la artritis reumatoidea crónica se infectó con *Cryptococcus neoformans* después de limpiar la jaula de una cacatúa una semana antes de la hospitalización (2). La infección con el Virus de coriomeningitis linfocitaria humana (LCMV) está asociada con roedores usados como mascotas y también causa infecciones serias en personas inmunocomprometidas (3). Estos riesgos se extienden más allá de los dueños de mascotas y pueden involucrar a los destinatarios de los dueños animales que donan órganos. Por ejemplo, el LCMV ha sido responsable de las muertes de 3 destinatarios de trasplante de órganos que los recibieron de donantes que habían poseído como mascotas roedores infectados (3).

Los animales domésticos exóticos o raros pueden proponer un riesgo a la salud. La salmonellosis se desarrolló en 4 niños, 1 madre y una mujer de 80 años después de la exposición a tortugas pequeñas tenidas como mascotas (4). La salmonellosis también ha sido asociada con roedores mascotas. Por ejemplo, durante el verano de 2004, dos niños jóvenes se enfermaron gravemente de salmonellosis poco tiempo después que de sus familias compraran roedores mascotas (5). Una búsqueda nacional en PulseNet (el Banco de datos Nacional de Salmonella) de diciembre de 2003 a octubre de 2004 se encontraron 28 casos humanos con aislamiento de Salmonella enterica serovar Typhimurium. De los 22 pacientes que fueron entrevistados, 13 (59%) habían estado expuestos a roedores durante los 8 días antes del ataque de la enfermedad (5).

Los animales domésticos exóticos pueden introducir patógenos previamente desconocidos en el continente. Por ejemplo, la erupción de la viruela de los monos en el medio oeste de Estados Unidos en el 2003 se originó después que roedores africanos importados infectaron a perros de la pradera (marmotas) (6). Los laboratorios confirmaron que 35 personas desarrollaron viruela de los monos (6). Nadie murió, pero la erupción requirió la vacunación de 30 personas con la vacuna de la viruela de los monos, 23 debido a la exposición profesional potencial (6).

Los riesgos profesionales para la exposición a las enfermedades zoonóticas son una preocupación para personas como granjeros, carniceros y empleados de tiendas de mascotas que trabajen con animales. Por ejemplo el *Streptococcus suis* puede causar meningitis u ocasionalmente sepsis fulminante en criadores de cerdos (7,8) la infección por *Campylobacter* es un riesgo profesional para

empaquetadores en pollerías, y *Streptobacillus moniliformis* pueden ser un riesgo profesional para los empleados de tienda de animales domésticos (9, 10).

Estos ejemplos ilustran que vivir y trabajar con animales pueden impactar a la salud humana a nivel individual. Los veterinarios que tratan animales que se infectan abruptamente deben evaluar el riesgo zoonótico potencial y deben informar a los dueños de los animales adecuadamente. Desde el punto de vista médico legal los veterinarios están obligados a hacerlo, pero no se aclara hasta qué punto deben informar a los dueños animales y si deben asegurarse que busquen la atención médica que varía y depende de las circunstancias (11). La severidad del riesgo de enfermedad zoonótica así como el nivel de comprensión por el dueño del animal en cuestión necesitaría ser considerado (11). Por ejemplo, el veterinario puede aconsejarles meramente a las personas potencialmente expuestas que busquen atención médica o puede instar vigorosamente y asegurarse que la persona reciba atención médica inmediatamente. Sin embargo, el rol del veterinario en evaluar el riesgo potencial para la transmisión de una enfermedad zoonótica podría extenderse más allá de este nivel.

Podrían pesarse las proporciones de riesgo beneficio en una exposición animal continuada y ser discutidas por veterinarios y médicos. Los papeles en estas relaciones del veterinario/médico necesitarían ser establecidas de entrada para que los veterinarios no estuvieran en el riesgo de parecer que practican medicina humana. Por ejemplo, los veterinarios podrían proporcionar una valoración del estado de salud de un animal a un médico cuyo paciente es inmunocomprometido y aconsejar conservar o no su animal de compañía. Desde que la propiedad un animal de compañía tiene beneficios psicológicos y fisiológicos, este tipo de colaboración y cooperación entre las 2 profesiones sería inestimable a los pacientes. El veterinario proporcionaría evaluaciones regulares al animal de compañía asegurando que su estado de salud sea supervisada estrechamente. En la escena profesional, la supervisión veterinaria regular de todos los animales involucrados en la salud no puede ser posible; sin embargo, si un trabajador fuera inmunocomprometido, entonces una valoración cuidadosa debe hacerse sobre su continuación en esa línea de trabajo. La acción veterinaria podría ser útil en estas decisiones difíciles. Talleres de trabajo conjunto entre médicos y médicos veterinarios en los riesgos de zoonosis a salud humana podrían ayudar a forjar lazos y facilitar oportunidades de establecer estos tipos de esfuerzos colaboradores.

Colaboraciones de Salud de la población

El reconocimiento de si las erupciones humanas y animales fueran simultáneas brindaría información importante, identificando los patógenos causales y el desarrollo de estrategias de manejo. Por ejemplo, los médicos que trataban a los pacientes en la Ciudad de Nueva York en 1999 infectados con el virus del Nilo Oriental (WNV) podrían haber sido beneficiados si hubieran sabido que durante el mes anterior y concurrentemente, los veterinarios en el área circundante habían estado viendo docenas de cuervos agonizantes con síntomas neurológicos similares a aquéllos de los humanos afectados (12). Dependiendo del estado, la vigilancia de la enfermedad animal puede fragmentarse. Por ejemplo, en Nueva York, la rabia humana y animal son responsabilidad de secciones de salud locales y estatales, el ganado es vigilado por la agencia de agricultura estatal y la fauna es responsabilidad de la agencia medioambiental estatal (12).

Ninguna agencia local o estatal asumió la plena responsabilidad por la fauna muerta en la investigación en 1999 en Nueva York, ya que no estaba inicialmente clara cuál era la agencia responsable (12). Esta situación impedía comunicaciones entre los veterinarios, oficiales de salud pública, y los médicos que estaban involucrados en la respuesta del brote a nivel local. Como en una emergencia la medida a corto plazo sería que los veterinarios pudiesen expresar sus preocupaciones directamente al epidemiólogo del hospital, entonces estos podrían estar al acecho de un posible impacto humano de una enfermedad desconocida que estaba causando amplios síntomas neurológicos y muerte en pájaros salvajes. Tal comunicación rápida, directa entre veterinarios y médicos epidemiólogos podría ser particularmente importante en estados en los que las agencias de salud públicas locales o no existen o no están involucrados en enfermedades zoonóticas informadas o en investigación.

En algunos estados, la información de una enfermedad animal y su respuesta son funciones a nivel estatal y está separada de la salud pública humana. Las agencias estatales con secciones de agricultura, ambiente, o de salud animal son los destinatarios primarios usuales de los informes de enfermedad animal. Sin embargo, estas agencias no pueden tener los recursos para dirigir prevención de la enfermedad animal y actividades de manejo a nivel local. Además, en el caso de secciones de agricultura, su misión, históricamente, ha sido promover la agricultura, no necesariamente para

controlar enfermedades infecciosas en todos los tipos de animales. Un mecanismo para mejorar la comunicación y colaboración por las agencias estatales, como entre el estado y la salud animal y los veterinarios de salud pública, sería importante que los veterinarios preferencialmente informaran a más a las agencias estatales "centradas en el animal".

Además de trabajar con oficiales estatales durante los brotes de zoonosis serias, los veterinarios deben comunicar también y deben colaborar con oficiales de salud pública local. Durante la erupción del WNV (virus del oeste del Nilo) en 1999, los diagnósticos presuntos para los casos humanos iniciales incluyeron el síndrome de Guillain-Barré, encefalitis, meningitis y neumonía por aspiración (14). Los oficiales de salud pública asumieron que la causa de la erupción era la Encefalitis de San Luis (SLE) hasta que una patóloga veterinaria en el Parque zoológico de Bronx relacionó las erupciones animales y humanas (12). Ella consideró que la corneja (especie de cuervo) y otros pájaros ordinariamente resistentes al SLE estaban enfermando, por lo que el agente SLE no era probablemente la causa. Su trabajo ayudó a la fase para el descubrimiento de WNV en el Hemisferio Occidental (12).

Al nivel de la población, los patógenos zoonóticos causan brotes de enfermedades alimenticias, de origen hídrico, y mediada por artrópodos. Estos patógenos incluyen *Salmonella*, *Escherichia coli* O157:H7, *Cryptosporidium*, virus de fiebre amarilla, y *Borrelia burgdorferi* (15). Muchos de los agentes del bioterrorismo en la categoría A, B, y C, como el *Bacillus anthracis*, *Yersinia pestis*, *Francisella tularensis*, *Coxiella burnetii*, y virus de Nipah, causan zoonosis (16,17).

La magnitud del problema de las zoonosis ilustra por qué los esfuerzos de la medicina, medicina veterinaria y la salud pública necesitan superponerse. Taylor y otros identificaron a 1.415 agentes infecciosos y encontraron que 868 (61%) podrían transmitirse entre los animales y humanos (18). Ellos encontraron que las enfermedades zoonóticas eran dos veces más probables de estar asociadas como emergentes o como infecciones recientemente descubiertas que los patógenos no zoonóticos. Los virus y protozoarios probablemente eran los patógenos zoonóticos más probables. En particular los virus ARN, muy probablemente serán identificados como emergentes (19). Estos agentes incluyen el WNV, el virus de influenza de aviaria, el hantavirus y el coronavirus asociado al síndrome respiratorio agudo severo.

La unión de vigilancia de brotes de enfermedades zoonóticas animales y humanas ya está

brindando beneficios mundialmente. Por ejemplo, el reconocimiento del primer caso humano de influenza aviaria H5N1 en Hong Kong en 1997 fue facilitado por la vigilancia de patos, gansos y pollos en China del sur durante las décadas precedentes (20). En el frente doméstico, en 1999, los Centers for Disease Control and Prevention crearon ArboNET, un sistema de vigilancia cooperativo que supervisa la difusión geográfica de WNV en humanos, mosquitos, pájaros y otros animales en respuesta al brote de la enfermedad WNV (21). ArboNET ha mantenido un sistema inestimable rastreando la cobertura de la enfermedad y severidad en los Estados Unidos, identificando la actividad inicial del WNV, y justificando continuar con el apoyo para el control del mosquito (22). Deben continuarse estos tipos de sistemas de vigilancia y deben extenderse para incluir otras serias enfermedades zoonóticas como la peste y la tularemia.

Colaboraciones de Investigación en medicina comparativa

La necesidad de médicos y veterinarios de trabajar para controlar las zoonosis se extiende más allá del marco de salud individual y de población juntas y debe incluir colaboraciones en investigación en medicina comparativa. La medicina comparativa es el estudio del anatómico, fisiológico y el patofisiológico a través de las especies, incluyendo a los humanos. Se presta considerable atención a las enfermedades infecciosas, específicamente el estudio de interacciones del hospedador-agente.

Como una disciplina académica, la medicina comparativa no es nueva; la primera referencia en ella se estableció en 1862 en Francia (25). El campo tiene una historia ilustre. En 1893, Theobald Smith, médico, y F.L. Kilbourne, un veterinario, publicaron el papel que establece al agente infeccioso, la *Babesia bigemina*, como la responsable de la fiebre del ganado, que fuera transmitido por un vector artrópodo (25). Su trabajo ayudó a la fase para el descubrimiento de Walter Reed de la transmisión de la fiebre amarilla (25). Otro equipo de médicos y veterinarios, los Drs. Rolf Zinkernagel y Peter C. Doherty, ganaron el 1996 Premio de Nobel en fisiología/medicina por sus descubrimientos de cómo el sistema inmune distingue células normales de las células infectadas por un virus (26).

Estos 2 ejemplos ilustran que la medicina y la medicina veterinaria son complementarias; son sinérgicas generando nuevas visiones científicas para las especies. En esencia, las 2 disciplinas per-

sonifican la filosofía de la medicina comparativa. Y todavía, como sociedades necesitan crecer, tener científicos, trabajar entender y controlar zoonosis emergentes juntos, la evidencia sugiere que la próxima generación de científicos médicos y veterinarios médicos no estarán colaborando entre sí. La investigación en medicina biomédica y comparativa está perdiendo su apelación como una carrera entre médicos y veterinarios.

En el lado del médico, la disminución de médicos científicos es evidenciado a través de varias tendencias. Las facultades y escuelas médicas comprenden ahora 25% menos médicos científicos que hace 20 años (28).

Para los veterinarios científicos, la situación es considerada terrible. El informe de la Academia Nacional de Ciencias (NAS) en 2004 encontró que los miembros de la Asociación Médicos Veterinarios americana, < 1% fueron certificados en laboratorio de medicina animal y < 2% fueron certificados en patología (29).

Las razones para la falta de interés en investigación son similares para los estudiantes médicos y veterinarios: un énfasis en el cuidado clínico, deuda educativa, y una falta de mentores y oportunidades de investigación (30,31). Las escuelas médicas dan énfasis al cuidado primario ahora y quieren el servicio insuficiente y mientras ciertamente importante, este cambio en prioridades ha estado en el gasto de animar carreras de la investigación biomédicas.

Las escuelas veterinarias han cambiado su enfoque de la investigación de la medicina comparativa y medicina del ganado a la medicina animal de mascotas para cubrir la demanda social (32). Sin embargo, similar a la situación con las escuelas médicas, este cambio ha causado menor número de estudiantes veterinarios que siguen carreras de investigación. Además, los programas de medicina comparativos han estado cambiando de una investigación para limitar la orientación de veterinarios en el desenvolvimiento de la investigación a ser principalmente consejeros para los animales del laboratorio (32). Este cambio en orientación de la medicina comparativa ha descorazonado a muchos estudiantes veterinarios de seguir carreras en investigación y ha impedido la investigación en zoonosis de diversos animales hospedadores.

¿Qué puede hacerse? Aunque el NIH ha empezado un mapa de ruta para mejorar la investigación biomédica en el siglo 21, en ninguna parte se hace mención del plan de la medicina comparativa y la importancia de rol del veterinario que encajaría ciertamente en sus metas de promover investigación interdisciplinaria y las nuevas sendas al descubrim-

iento (33). Un informe de NAS reconoce la necesidad por la iniciativa del mapa de ruta de dirigirse a este problema y recomienda crear investigación veterinaria integrada a través del una interagencia unida para los programas colaboradores del NIH (34). Animar a la graduación de más veterinarios que sigan carreras en investigación son críticos si las sociedades serán desarrolladas.

DISCUSIÓN

Desde que las enfermedades zoonóticas son de los animales que pueden infectar a los humanos, los veterinarios, los médicos y los oficiales de salud pública necesitan trabajar más estrechamente unidos para controlar, prevenir y entenderlos. En la salud individual, la entrada en colaboración de veterinarios y médicos ayudaría a evaluar las zoonosis potenciales de un paciente y su riesgo de enfermar ante una exposición animal. Para los pacientes inmunocomprometidos de alto riesgo, estos esfuerzos de colaboración podrían ser tremendamente importantes, no sólo para su bienestar personal sino también para su subsistencia.

Con respecto a salud de la población, la declaración de la información de las enfermedades animales varía considerablemente del estado. Algunos estados tienen una agencia responsable para toda enfermedad animal, mientras otros se reparten los informes entre las varias agencias. Sin embargo, en muchos estados, la vigilancia de la enfermedad animal parece ser principalmente una función a nivel estatal. En algunas declaraciones, se esperan de agencias de salud públicas locales recibir información de enfermedades zoonóticas directamente de los veterinarios. Si el control de las enfermedades zoonóticas deberá ser mejorada, se necesitará mayor comunicación y colaboración entre veterinarios, médicos y oficiales de salud pública al nivel local. Un informe de la NAS recomienda un mecanismo nivelado federal para promover colaboración mayor entre todos los jugadores involucrados en salud animal (13); los mecanismos similares también podrían ser considerados en estados.

Unir los esfuerzos de la vigilancia de la enfermedad que han demostrando ser sumamente útil en el rastreo de zoonosis que incluyen redes electrónicas de información para la vigilancia, para la Resistencia de Antimicrobianos Nacional, y para la vigilancia población basado de patógenos alimenticios (36, 37). Estos programas deberían establecerse y verse apoyados y nuevos programas de vigilancia para otras zoonosis deben seriamente

ser desarrolladas. Las escuelas de salud médicas, veterinarias y públicas deben ofrecer cursos en riesgo zoonótico a salud humana que integra todas las 3 perspectivas.

La sociedad se beneficiaría si más proyectos de investigación compartiva de medicina fueran dirigidos por médicos y veterinarios para investigar interacciones de agente-hospedador en las zoonosis. Entre las muchas maneras de promover estos proyectos es patrocinar fondos de investigación multiagencias de medicina comparativas y más entrenamiento concedida a los veterinarios interesados en carreras en investigación. Estos esfuerzos aumentarían nuestra comprensión de cómo las zoonosis expanden su rango del hospedador y habría, finalmente, mejores prevenciones y estrategias de control.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a Nina Marano sus inestimables comentarios y sugerencias.

La investigación para este trabajo fue apoyada por el Josiah Macy Jr. Foundation of New York City.

Dr Kahn es internista general y miembro del personal de investigación en el Programa en Ciencia y Seguridad Global en la Escuela Pública y Asuntos Internacionales de Woodrow Wilson, Universidad de Princeton. Sus intereses de investigación incluyen política de salud pública y preparación de la emergencia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Grant S, Olsen CW. Preventing zoonotic diseases in immunocompromised persons: the role of physicians and veterinarians. *Emerg Infect Dis*. 1999;5:159–63.
2. Shrestha RK, Stoller JK, Honari G, Procop GW, Gordon SM. Pneumonia due to *Cryptococcus neoformans* in a patient receiving infliximab: possible zoonotic transmission from a pet cockatiel. *Respir Care*. 2004;49:606–8.
3. Centers for Disease Control and Prevention. Update: interim guidance for minimizing risk for human lymphocytic choriomeningitis virus infection associated with pet rodents. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2005;54:799–801.
4. Centers for Disease Control and Prevention. Salmonellosis associated with pet turtles—Wisconsin and Wyoming, 2004. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2005;54:223–6.
5. Centers for Disease Control and Prevention. Outbreak of multidrug-resistant *Salmonella typhimurium* associated with rodents purchased at retail pet stores—United States, December 2003–October 2004. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2005;54:429–33.
6. Centers for Disease Control and Prevention. Update: multistate

outbreak of monkeypox—Illinois, Indiana, Kansas, Missouri, Ohio, and Wisconsin, 2003. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2003;52:642–6.

7. Perseghin P, Bezzi G, Troupioti P, Gallina M. *Streptococcus suis* meningitis in an Italian blood donor. *Lancet*. 1995;346:1305–6.
8. Bartelink AK, van Kregten E. *Streptococcus suis* as threat to pigfarmers and abattoir workers. *Lancet*. 1995;346:1707.
9. Wilson IG. Airborne *Campylobacter* infection in a poultry worker: case report and review of the literature. *Commun Dis Public Health*. 2004;7:349–53.
10. Centers for Disease Control and Prevention. Fatal rat-bite fever Florida and Washington, 2003. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2005;53:1198–202.
11. Tannenbaum J. Medical-legal aspects of veterinary public health in private practice. *Semin Vet Med Surg (Small Anim)*. 1991;6:175–85.
12. US General Accounting Office. West Nile virus outbreak. Lessons for public health preparedness. Washington: The Office; 2000. GAO/HEHS-00-180.
13. National Academy of Sciences. Animal health at the crossroads: preventing, detecting, and diagnosing animal diseases. Washington: National Academy Press; 2005.
14. Asnis DS, Conetta R, Teizeira AA, Waldman G, Sampson BA. The West Nile outbreak of 1999 in New York: the Flushing Hospital experience. *Clin Infect Dis* 2000;30:413–8.
15. Chomel BB. New emerging zoonoses: a challenge and an opportunity for the veterinary profession. *Comp Immunol Microbiol. Infect Dis*. 1998;21:1–14.
16. Davis RG. The ABCs of bioterrorism for veterinarians, focusing on category A agents. *J Am Vet Med Assoc*. 2004;224:1084–95.
17. Davis RG. The ABCs of bioterrorism for veterinarians, focusing on category B and C agents. *J Am Vet Med Assoc*. 2004;224:1096–104.
18. Taylor LH, Latham SM, Woolhouse MEJ. Risk factors for human disease emergence. *Philos Trans. R Soc Lond B Biol Sci*. 2001;356:983–9.
19. Cleaveland S, Laurenson MK, Taylor LH. Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2001;356:991–9.
20. Shortridge KF, Peiris JSM, Guan Y. The next influenza pandemic: lessons from Hong Kong. *J Appl Microbiol*. 2003;94:70S–9S.
21. Marfin AA, Peterson LR, Eidson M, Miller J, Hadler J, Farell C, et al. Widespread West Nile virus activity, eastern United States, 2000. *Emerg Infect Dis*. 2001;7:730–5.
22. O'Leary DR, Marfin AA, Montgomery SP, Kipp AM, Lehman JA, Biggerstaff BJ, et al. The epidemic of West Nile virus in the United States, 2002. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2004;4:61–70.
23. Belay ED, Maddox RA, Williams ES. Chronic wasting disease and potential transmission to humans. *Emerg Infect Dis*. 2004;10:977–84.

24. Castillo-Olivares, J, Wood J. West Nile virus infection of horses. *Vet Res.* 2004;35:467–83.
25. Wilkinson L. *Animals and disease. An introduction to the history of comparative medicine.* Cambridge (UK): Cambridge University Press; 1992.
26. Zinkernagel RM, Doherty PC. Immunological surveillance against altered self components by sensitized T lymphocytes in lymphocytic choriomeningitis. *Nature.* 1974; 251:547–8.
27. Rosenberg LE. Physician-scientists—endangered and essential. *Science.* 1999;283:331–2.
28. Varki A, Rosenberg LE. Emerging opportunities and career paths for the young physician-scientist. *Nat Med.* 2002;8:437–9.
29. National Academy of Sciences. *National need and priorities for veterinarians in biomedical research.* Washington: National Academy Press; 2004.
30. Neilson EG. The role of medical school admissions committees in the decline of physician-scientists. *J Clin Invest.* 2003;111:765–7.
31. Barthold SW. Biomedical research and veterinarians: where's Waldo? *Comp Med.* 2002;52:95–6.
32. Barthold SW. Musings of a Connecticut Yankee in King Arthur's court: antemortem analysis of the veterinary profession. *J Vet Med Educ.* 2005;32:306–13.
33. Zerhouni E. The NIH roadmap. *Science.* 2003;302:63–72.
34. National Research Council. *Critical needs for research in veterinary science.* Washington: National Academy Press; 2005.
35. National Institute of General Medical Sciences. *Training and Careers.* [cited 2006 Jan 23]. Available from http://www.nigms.nih.gov/funding/trngmech.html#new_emphasis
36. Centers for Disease Control and Prevention. *NARMS website.* [cited 2006 Jan 23]. Available from <http://www.cdc.gov/narms/>
37. Centers for Disease Control and Prevention. *FoodNet website.* [cited 2006 Jan 23]. Available from <http://www.cdc.gov/foodnet/>