

Actualidad

El viaje y la Emergencia de Enfermedades Infecciosas

Mary E. Wilson, M.D.

*Harvard School of Public Health y Harvard Medical School,
Boston, Massachusetts, USA Miembro del grupo de trabajo de Harvard
sobre Enfermedades Infecciosas Nuevas y Emergentes.*

El viaje es un importante factor en la emergencia de las enfermedades. La migración del hombre ha sido la vía de diseminación de las enfermedades infecciosas a lo largo de la historia y seguirá siendo el motor de la emergencia, frecuencia, y diseminación de infecciones en áreas geográficas y sus poblaciones. El volumen actual, la velocidad y el alcance de los viajes no tienen precedentes. Las consecuencias del viaje se extienden más allá del viajero a la población visitada y al ecosistema. Cuando el hombre viaja lleva su construcción genética, secuelas inmunológicas de infecciones pasadas, preferencias culturales, costumbres y modos de comportamiento. Los microorganismos, animales y otras formas de vida también los acompañan. El movimiento masivo actual del hombre y sus materiales permite la mezcla de «pooles» genéticos diversos en una tasa y en combinaciones anteriormente desconocidas. Los cambios concomitantes en el ambiente, el clima, la tecnología, el uso de la tierra, el comportamiento humano y la demografía convergen para favorecer la emergencia de las enfermedades infecciosas ocasionadas por una amplia gama de organismos en humanos, así como también en plantas y animales.

Muchos factores contribuyen a la emergencia de las enfermedades infecciosas. Los frecuentemente identificados incluyen el cambio y la adaptación microbiana, demografía y comportamiento humano, cambios ambientales, tecnología y desarrollo económico, fallas en las medidas de vigilancia en salud pública y los viajes internacionales y comerciales (1-4). Este trabajo examinará el rol central de los viajes globalmente y del movimiento de la vida en la emergencia de enfermedades infecciosas. También examinará las vías en las cuales los viajes y el movimiento se asocian intrincadamente en múltiples niveles a otros procesos que influyen en la emergencia de las enfermedades.

El viaje es una potente fuerza en la diseminación y emergencia de la enfermedad (5). El volumen actual, la velocidad y el alcance de los viajes son inauditos. Las consecuencias de la migración se extienden más allá del viajero a la población visitada y al ecosistema (6). El viaje y el comercio iniciaron la etapa de mezcla de «pooles» genéticos diversos en una tasa y en combinaciones anteriormente desconocidas. El movimiento masivo y otros cambios concomitantes en los factores sociales, políticos, climáticos, ambientales, y tecnológicos convergen para favorecer la emergencia de enfermedades infecciosas.

La emergencia de la enfermedad es compleja. Frecuentemente varios sucesos deben ocurrir simultánea o secuencialmente para que una enfermedad pueda surgir o reemerger (Tabla 1) (6). El viaje permite a un microorganismo potencialmente patógeno introducirse en un área geográfica nueva; sin embargo, para establecerse y ocasionar enfermedad un microbio debe sobrevivir, proliferar y encontrar una vía para entrar en un hospedador susceptible. Cualquier

análisis de una emergencia debe mirar hacia un proceso dinámico, a una secuencia de eventos, un ambiente o un ecosistema.

El movimiento, el cambio de los patrones de resistencia y vulnerabilidad y la emergencia de las enfermedades infecciosas, también afecta plantas, animales e insectos vectores. El análisis de estas especies puede aportar importantes lecciones sobre la dinámica de la enfermedad humana.

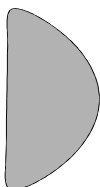
Para evaluar el impacto de los viajes sobre la emergencia de las enfermedades, es necesario considerar la receptividad de un área geográfica y de su población a la introducción microbiana. La mayoría de las introducciones no conducen a enfermedad. Los organismos que sobreviven primariamente o enteramente en el hospedador humano y son diseminados mediante el contacto sexual, gotas vehiculizadas por el aire, y el contacto físico estrecho fácilmente pueden transportarse a cualquier parte del mundo. Por ejemplo el SIDA, la tuberculosis, el sarampión, coqueluche (pertussis), la difteria y la hepatitis B son portados fácilmente por viajeros y pueden esparcirse en un área geográfica nueva; sin embargo, las poblaciones protegidas por vacunas resisten su introducción. Los organismos que tienen hospedadores animales, limitaciones ambientales, artrópodos vectores o ciclos de vida complejos se vuelven sucesivamente más difíciles de «trasplantar» a otra área geográfica o población. Las epidemias de fiebre del dengue y la fiebre amarilla no pueden aparecer en un área geográfica a menos que el mosquito vector competente esté presente. La Schistosomiasis no puede diseminarse en un ambiente a menos que el caracol hospedador

TABLA 1
Conceptos básicos en la emergencia de enfermedad *

La emergencia de enfermedades infecciosas es compleja.
Las enfermedades infecciosas son dinámicas.
La mayoría de las nuevas infecciones no son ocasionadas por patógenos realmente nuevos.
Los agentes involucrados en nuevas infecciones y reemergentes cruzan las líneas taxonómicas incluyendo virus, bacterias, hongos, protozoarios y helmintos.
El concepto del microorganismo como la causa de enfermedad es inadecuado e incompleto.
Las actividades humanas son los factores más potentes que conducen a la emergencia de la enfermedad.
Los factores sociales, económicos, políticos, climáticos, tecnológicos y ambientales forman los patrones de enfermedad e influyen su emergencia.
La comprensión y respuesta a la emergencia de enfermedades requiere una perspectiva global, conceptual y geográfica.
La situación global actual favorece emergencia de enfermedad.

* Adaptado de Wilson ME (6).

intermediario exista en esa región. Los organismos que sobreviven bajo condiciones locales cuidadosamente controladas es menos probable que sean exitosamente introducidos. Aun cuando un parásito introducido persiste en un área geográfica nueva, no ocasiona necesariamente una enfermedad humana. En los Estados Unidos, los humanos infectados con *Taenia solium*, el parásito que ocasiona cisticercosis, transmiten infrecuentemente la infección debido a que la eliminación en forma sanitaria de las heces, la fuente de los huevos no está generalmente disponible. En suma, la probabilidad de transmisión involucra muchas variables biológicas, sociales y ambientales.



Perspectiva Histórica

La migración humana ha sido la fuente principal de epidemias a lo largo de la historia registrada. William McNeill (7) en su libro «Plagues and Peoples», describe el papel central de la enfermedad infecciosa en la historia de la humanidad. Los modelos de circulación de las enfermedades han influido en el resultado de las guerras y han contribuido a la ubicación, naturaleza, y desarrollo de las sociedades humanas.

Las caravanas de comercio, peregrinaciones religiosas y las maniobras militares facilitaron la diseminación de muchas enfermedades, incluyendo la peste y la viruela. Un mapa en el libro de Donald Hopkins, «Princes and Peasant: Smallpox in History» (8), traza la presunta diseminación de la viruela desde Egipto o India, donde primariamente se pensó que se habría adaptado a los humanos en algún momento, antes del año 1000 a.C. La viruela se disemina fácilmente de persona a persona mediante el contacto estrecho por descargas respiratorias y, menos usualmente, median-

te el contacto con lesiones de piel, lienzos, vestimentas y otros materiales en contacto directo con el paciente. Debido a que los pacientes permanecen infectantes por cerca de 3 semanas, había muchas oportunidades para la transmisión. Aún en este siglo, hasta el decenio de 1970 la viruela continuó ocasionando epidemias. Un peregrino que volvió desde la Meca fue la fuente de un gran brote en Yugoslavia a principios del decenio de 1970 que resultó en 174 de casos y 35 muertes (9). El peregrino aparentemente contrajo la infección en Bagdad mientras visitaba un sitio religioso. Debido a que sus síntomas fueron leves, nunca se mantuvo en cama, lo que le permitió continuar su viaje y regresar a su hogar.

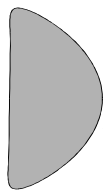
En la mayor parte de la historia las poblaciones humanas estaban relativamente aisladas. Sólo en siglos recientes hubo un contacto extenso entre la flora y fauna del Viejo y Nuevo Mundo. Los niños en la escuela escuchan la rima «Colón navegó el océano azul, en 1492,» pero pueden aprender poco acerca del desastre llevado a las poblaciones nativas de las Américas por los exploradores al llegar. Hacia el fin del siglo XV, el sarampión, la influenza, las paperas, la viruela, la tuberculosis y otras infecciones habían llegado a ser comunes en Europa. Los exploradores de los densos centros urbanos de Europa trajeron enfermedades infecciosas al Nuevo Mundo (10), donde las poblaciones aisladas habían evolucionado desde un pool de genes relativamente pequeño y sin experiencia previa con muchas infecciones (11). Las primeras epidemias que siguen a la llegada de los Europeos frecuentemente fueron más severas. Alrededor de 1518 o 1519, la viruela que apareció en Santo Domingo, donde mató de un tercio a la mitad de la población local, se diseminó a otras áreas del Caribe y las Américas (10). Se estima que la población de México central tuvo una baja de un tercio en sólo la década que siguió al contacto con los europeos.

Los viajes a través del Océano Atlántico también transformaron la flora y fauna del Nuevo Mun-

do. Algunas de las materias transportadas llegaron a ser fuentes importantes de alimento (plantas), vestimenta y transporte (animales). Otros traslados fueron menos bienvenidos: los escarabajos japoneses, enfermedad Holandesa del olmo y el hongo del árbol de castaño. A.W.Crosby, explorando estos cambios entre el Viejo y el Nuevo Mundo, menciona una nota pesimista: «El cambio Colombino nos ha dejado no con un más rico sino un pool genético más empobrecido» (10).

Los exploradores también pagaron un precio en la pérdida de vidas por la enfermedad. Philip Curtin (12) brinda un estudio cuantitativo de «costos de reubicación» enfermedad y muerte entre los soldados Europeos en el siglo XIX cuando vivieron o trabajaron en los trópicos. Hasta los conflictos armados más recientes, las enfermedades infecciosas demandaron más vidas que las lesiones durante las guerras.

La peste retiene un lugar destacado en la historia y se mantiene con nosotros hoy. Una infección bacteriana ocasionada por *Yersinia pestis*, es primariamente una infección de roedores, diseminándose por sus pulgas. La infección humana es incidental al mantenimiento de *Y. pestis* en reservorios animales. La peste periódicamente irrumpió en poblaciones humanas produciendo gran devastación, matando millones y ocasionando la infección que puede diseminarse directamente de persona a persona por vía respiratoria. El movimiento de la población humana ha sido esencial en la diseminación de la peste y la dispersión de roedores y sus pulgas en nuevas áreas. La peste se diseminó por siglos a lo largo de las rutas comerciales. En este siglo alcanzó a California por los barcos, causando epidemias en San Francisco, se diseminó a la fauna silvestre, persistiendo hoy en un gran foco enzoótico.



El movimiento de personas

El viaje por negocios y placer constituyen una fracción pequeña del movimiento humano total (5,13). Las personas que emigran individualmente o en grupos, pueden ser inmigrantes, refugiados, misioneros, marinos mercantes, estudiantes, trabajadores temporarios, peregrinos o trabajadores de Cuerpos de Paz. El viaje puede involucrar distancias cortas o trayectos que cruzan las fronteras internacionales. Su volumen, sin embargo, es enorme. A principios del decenio de 1990, más de 500 millones de personas cruzaron anualmente las fronteras internacionales en vuelos comerciales (Organización Mundial de Turismo, Madrid, datos inéditos). Se ha estimado en 70 millones de personas, mayormente de países en desarrollo, que trabajan tanto legal como ilegalmente en otros países (14). El movimiento puede ser temporario o es-

tacional, como las poblaciones nómadas y en los trabajadores migratorios que siguen las cosechas. Las maniobras militares a través del mundo, emplean y mueven poblaciones enormes. Las consecuencias de un conflicto armado y así como la inestabilidad política desplazan millones de personas. Al principio del decenio de 1990, se estimaba que había unos 20 millones de refugiados y 30 millones de personas emigradas alrededor del mundo (Organización Internacional para las Migraciones, comunicación personal).

Grubler y Nakicenovic estimaron y trazaron los kilómetros promedio de viaje diario para la población Francesa sobre un período de 200 años (1800-2000) encontrando que la movilidad ha aumentado más de 1000 veces (15). En los últimos 40 años el tamaño de la población de Australia se ha duplicado y el número de personas que se movilizan en y fuera de ella se ha incrementado aproximadamente 100 veces (16).

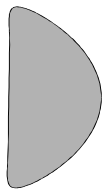
Aunque los factores políticos, económicos y sociales empujan a la gente desde un área hacia otra, los recursos ambientales y su impacto sobre el alimento y el abastecimiento de agua están detrás de muchos conflictos que conducen al desplazamiento de las poblaciones. Los desastres agudos, tales como la inundación, movimientos sísmicos, y huracanes frecuentemente fuerzan a las poblaciones para buscar refugio y sustento en tierras nuevas. Los cambios crónicos, tal como las sequías, el agotamiento del suelo, y la desaparición de la pesca de arroyos, lagos y océanos, empuja a la gente a territorios nuevos o, más frecuentemente, a la periferia de los grandes centros urbanos.

Otro tipo de viaje se corresponde con la emergencia de enfermedad es el cambio de poblaciones a áreas urbanas. Se estima que para el año 2010, el 50% de la población mundial vivirá en áreas urbanas. Se proyecta que por el año 2000, el mundo comprenderá 24 «megaciudades» teniendo áreas metropolitanas con poblaciones que excederán los 10 millones de personas (Banco Mundial, PNUD, Organización Mundial de la Salud, datos inéditos). Estas áreas tendrán una densidad de población para soportar la tenacidad de algunas infecciones y contribuir a la emergencia de otras. Muchas de estas áreas se ubican en regiones tropicales o subtropicales, donde el ambiente puede mantener un conjunto diverso de patógenos y vectores. También se desarrollan enormes barriadas suburbanas, pobladas con personas de muchos orígenes geográficos. La pobre sanidad permite la cría de artrópodos vectores, roedores y otros animales portadores de enfermedades. Las condiciones de alta densidad poblacional favorecen la diseminación de enfermedades de persona a persona, incluyendo infecciones de transmisión sexual. El viaje entre áreas de barrios suburbanos y áreas rurales es común, manteniendo la vía para el traslado de microbios y enfermedad. La transferencia de los genes de resistencia y la recombinación genética también pueden ocurrir y diseminarse desde ambientes de alta densidad de transeúntes.

Los disturbios agudos, tanto climáticos como políticos, permiten arreglos de vida provisionales, ta-

les como campos de refugiados y refugios temporarios, que brindan condiciones ideales para la emergencia y diseminación de las infecciones. Los cuartos de vivienda temporaria frecuentemente comparten similitudes con las barriadas suburbanas: el hacinamiento, el saneamiento inadecuado, limitado acceso a la atención médica, carencia de alimento y agua limpia, dislocación, composición multiétnica y barreras inadecuadas para vectores y animales. Un ejemplo es el movimiento de 500.000-800.000 refugiados de Ruanda al Zaire en 1994. Casi 50.000 refugiados murieron durante el primer mes por epidemias de cólera y *Shigella dysenteriae* tipo 1 en estos campos de refugiados (17).

El movimiento en un ambiente rural sugiere diferentes riesgos y frecuentemente pone a nuevas poblaciones rurales en contacto con patógenos que están en el suelo y agua, o son llevadas por animales o artrópodos (18). Algunos de estos patógenos tales como los virus de Guanarito (19) y Sabi (20) en Sudamérica, fueron sólo recientemente reconocidos como capaces de infectar a humanos.



Consecuencias del movimiento

La migración humana favorece la emergencia de las enfermedades infecciosas mediante muchos mecanismos. Cuando la gente emigra, llevan su constitución genética, su experiencia inmunológica acumulada y mucho más (Tabla 2). Pueden llevar patógenos en o sobre sus cuerpos y también transportar vectores de enfermedades, como los piojos. La tecnología (agrícola e industrial), los métodos para tratar la enfermedad, las tradiciones culturales y los modelos de comportamiento pueden influir en el riesgo para la infección en un ambiente nuevo y su capacidad para introducir enfermedades en la nueva región. Su permanencia social y de recursos puede afectar su exposición a infecciones locales al acceso a una alimentación y tratamiento adecuados. La gente también produce cambios en el ambiente en muchas formas cuando viajan o emigran, plantan, limpian la tierra, construyen y consumen. El viaje es relevante en la emergencia de la enfermedad si cambia un ecosistema. Los ejemplos siguientes muestran las muchas formas en que la migración puede influir en la emergencia de la enfermedad en un área nueva.

TABLA 2

Qué es transportado por los humanos a nuevas regiones?

Patógenos en o sobre el cuerpo
Flora microbiana
Vectores sobre el cuerpo
Secuelas inmunológicas de infecciones pasadas
Vulnerabilidad a infecciones
Constitución genética
Preferencias culturales, hábitos, patrones de comportamiento, tecnología
Equipaje y su contenido

1. Los humanos puede llevar un patógeno en una forma que puede transmitirse ahora o posteriormente, directa o indirectamente a otra persona. El patógeno puede ser silencioso (durante el período de incubación característico, de portador crónico, o de infección latente) o clínicamente evidente. Los ejemplos incluyen el virus de la hepatitis B, el virus de la inmunodeficiencia humana (HIV), *Mycobacterium tuberculosis*, *M. leprae*, *Salmonella typhi* y otras salmonellas. La enfermedad puede ser especialmente severa cuando un patógeno se introduce en una población que no tiene exposición previa a la infección. El tiempo en que persisten las consecuencias de la migración varía con la infección específica. Las dos características más críticas son la duración de la supervivencia del patógeno en una forma potencialmente infectante y sus medios de transmisión.

2. El cólera epidémico se diseminó en Africa a lo largo de la costa oeste y cuando la enfermedad se movió dentro del continente, siguió las rutas de comercio y pesca. Los mercados, funerales, campos de refugiados -sucesos que involucran la migración de personas y las grandes reuniones con estrecho contacto- ayudan a la infección. Con el cólera El Tor, las infecciones asintomáticas y leves pueden exceder el número de enfermedad grave por 100 a 1 (21), permitiendo así a los que se infectaron continuar el movimiento y el trabajo.

3. Los peregrinos llevaron una cepa epidémica del grupo A de *Neisseria meningitidis* desde el sur de Asia a la Meca en 1987. Otros peregrinos que llegaron a colonizarse con la cepa epidémica la introdujeron en el Africa subsahariana, donde ocasionó una ola de epidemias en 1988 y 1989 (22).

4. Los humanos pueden llevar un patógeno que se transmite sólo si las condiciones son permisivas. Esta permisividad puede pertenecer al comportamiento humano, al ambiente o a la presencia de vectores apropiados u hospedadores intermediarios. Por ejemplo, la facilidad con que el HIV se disemina en una población depende de prácticas sexuales, uso de condón, el número de participantes en la actividad sexual, y el uso de droga intravenosa, entre otros factores. La malaria requiere de un mosquito vector específico (con el acceso a un humano susceptible) para

esparcirse a regiones geográficas nuevas. La Schistosomiasis puede introducirse en una nueva región sólo si el caracol hospedador apropiado está presente y si los huevos excretados (en la orina o heces, desde una persona infectada), alcanzan a los caracoles en un ambiente apropiado.

5. El ser humano puede llevar una cepa de un microorganismo que tiene un patrón de genes con una inusual resistencia o virulencia. Una cepa de *Klebsiella pneumoniae* con resistencia múltiple a las drogas parece haber sido transferida por una mujer asintomática desde un hospital en Bahrain a Oxford, donde ocasionó brotes en dos hospitales Británicos (23). La gente también lleva su flora propia, en el tracto intestinal por ejemplo, que pueden contener plásmidos y genes de resistencia que pueden interactuar recíprocamente con microorganismos en un área nueva. No sólo los clásicos patógenos pueden ser relevantes en la emergencia de una enfermedad nueva, sino el viajero individual puede moverse con todo su «equipaje» microbiológico.

6. Los Visitantes de una región pueden carecer de inmunidad a infecciones localmente endémicas, tales como hepatitis A y fiebre de la mosca de arena. Los visitantes pueden sufrir severas infecciones o manifestaciones diferentes de la enfermedad a una edad en que la población local es inmune a ella. Los restablecimientos de poblaciones en regiones endémicas de malaria pueden conducir a una alta tasa de muerte por malaria falciparum.

7. El kala-azar ocasionó un brote mortífero en aldeas remotas del sur de Sudán en 1994. Se pensó que el origen fue debido a la exposición de los aldeanos al vector, la mosca de la arena, durante la migración a un centro de distribución alimentaria que había sido establecido por una organización de ayuda (24). La migración tomó una población mal alimentada de una zona no endémica en la parte sur de la zona endémica de kala-azar. La falta de familiaridad con la enfermedad y la pobre condición nutritiva de la población, probablemente contribuyó a la alta tasa de mortalidad (24).

8. Los patrones de comportamiento en una nueva región pueden colocar a los visitantes en riesgo de infección, mientras la población local, posiblemente a causa de su conocimiento de los riesgos de enfermedad, puede no tener este riesgo. Los patrones de comportamiento pueden involucrar la preparación alimentaria (tal como comer algunos alimentos crudos), vestimenta (o carencia de ella) (por ejemplo, caminar descalzo), organización al dormir (sobre el terreno o puertas afuera en áreas sin protección), y contacto con animales.

9. La susceptibilidad de una población puede variar a causa de diferencias genéticas. Un microorganismo introducido en una región nueva puede tener un impacto menor o mayor, dependiendo de la población hospedadora. Los factores genéticos influyen en la susceptibilidad y en la expresión de varias enfermedades infecciosas. Aunque estas interacciones

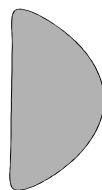
no están aún bien definidas para la mayoría de las infecciones, los factores genéticos influyen en las ocasionadas por diferentes clases de organismos, incluyendo el cólera (25,26), la infección por parvovirus (27), malaria y la infección por *Helicobacter pylori* (28).

Para determinar las consecuencias del viaje deben considerarse tanto al viajero como a la población visitada. La migración puede ser en una sola dirección, aunque el viaje frecuente involucra la vuelta al punto de origen, quizás después que el viajero haya hecho muchas paradas a lo largo del camino. Los cambios en los diversos ecosistemas como una consecuencia de la migración, orientan la emergencia de las enfermedades; cualquier estudio que simplemente se enfoque en el viajero será demasiado estrecho.

La distancia atravesada es menos importante que las diferencias en la vida biológica en áreas diferentes y las diferencias en receptividad y vulnerabilidad. Al pensar en la emergencia de enfermedad, lo que ocurre es la potencialidad de una enfermedad en aparecer en un lugar, una población o la magnitud no informada anteriormente.

¿Cuál es el impacto a largo plazo de la migración y los viajes sobre la enfermedad humana? La portación de patógenos es sólo parte de la influencia sobre la emergencia de enfermedad. La tecnología introducida, los métodos de cultivo, el tratamiento y las drogas, los químicos y los pesticidas pueden tener un impacto mayor y más prolongado sobre los patrones de enfermedad en una región, que la vida de una persona. La deforestación, construcción de diques y la apertura de caminos en áreas anteriormente inaccesibles, han sido totalmente asociados con los movimientos poblacionales y los cambios en la distribución y frecuencia de una variedad de infecciones en humanos (tales como la malaria, schistosomiasis, fiebre del Valle de Rift y enfermedades de transmisión sexual). Cada vez más los vehículos de transporte son los sitios o aún la fuente de los brotes. Durante el viaje, gente de diversos orígenes son encerrados en gran proximidad por horas o días y luego se los deja para que se movilen hacia otras muchas partes alejadas.

Estos nuevos hábitats temporales, en jet jumbo o los enormes viajes oceánicos, pueden ser los sitios para la diseminación de microorganismos (como sucede, por ejemplo con las infecciones por *Legionella pneumophila* (29), infecciones de origen alimenticio y el cólera) o brindan un ambiente para la transmisión persona a persona (influenza, tuberculosis (30,31)).



Embarque y Comercio

La biomasa humana constituye sólo una fracción de la materia que se mueve sobre la tierra. Los humanos llevan y envían un volumen enorme de plan-

tas, animales y otras materias por toda la superficie del globo. Muchos de estos movimientos resultan del transporte planificado de mercaderías de un lugar a otro, pero algunos son consecuencia del embarque y viajes intencionales. Todos tienen un impacto sobre la yuxtaposición de especies diversas en diferentes ecosistemas. Los «polizontes» incluyen toda forma de vida biológica, tanto microscópica como macroscópica.

Los animales pueden llevar potenciales patógenos humanos y vectores. La globalización de mercados trae vegetales y frutas frescas a las mesas de alimento a miles de millas desde donde crecieron, se fertilizaron y recogieron. Los túneles, puentes y transbordadores son medios que atraviesan las barreras naturales para la diseminación de las especies. Los caminos construidos para transportar gente frecuentemente facilitan el movimiento de enfermedades desde un área a otra. Los procesos masivos y la amplia distribución de las redes permiten la amplificación y diseminación de potenciales microorganismos entre humanos.

Los ejemplos de especies introducidas incluyen insectos de plantas y animales, microorganismos y organismos marinos.

1. Los buques llevan organismos marinos sobre sus cascos y en su agua de lastre. Por ejemplo, 367 especies diferentes se identificaron en el agua de lastre de buques que viajan entre el Japón y la Bahía de Coos, Oregon (32). Las introducciones han tenido efectos devastadores en algunas áreas, como en los mares Negro y de Azov, donde organismos nuevos semejantes a una medusa, llamado ctenophores, fue introducido y arruinó la pesca local (33).

2. El *Vibrio cholerae* pudo haber sido introducido en Sudamérica por barco (34). Los investigadores aislaron el organismo en muestreos de aguas de lastre, desperdicios y excretas en 3 de un total de 14 buques de carga amarrados en el puerto del Golfo de México. Los buques tuvieron sus últimos puertos en Brasil, Colombia y Chile (35). *V. cholerae* O1, serotipo *Inaba*, biotipo El Tor, indistinguible de la cepa epidémica latinoamericana, fue encontrado en ostras y en peces que se alimentan de ostras de lechos cercanos de la Bahía Mobile, Alabama (36). *V. cholerae* O139 se ha diseminado a lo largo de acueductos en Asia, aunque la gente llevada en los barcos jugó un rol indudable (37,38).

3. *Aedes albopictus* se introdujo en los Estados Unidos adentro de llantas usadas, embarcadas en Asia (39,40). La introducción del mosquito causa interés ya que es un picador agresivo, sobrevive tanto en el bosque como en hábitats suburbanos y parece ser un vector apto para varios patógenos humanos. Ha sido asociado con la transmisión de la epidemia de la fiebre del dengue en Asia y es un vector competente de laboratorio de La Crosse, fiebre amarilla y otros virus (41). En Florida, 14 cepas del virus de la encefalitis equina oriental han sido aisladas del *A. albopictus* (42). El mosquito está establecido ahora en por lo menos 21 estados de los Estados Unidos y en Hawaii.

4. El mosquito anopheles Africano llegó a Brasil en 1929. Este vector puede criarse bajo condiciones en que los mosquitos del Nuevo Mundo no podrían. Aunque el parásito de la malaria fue encontrado ya en Brasil, este nuevo vector expandió el rango de transmisión. Unas 20.000 personas aproximadamente murieron de malaria antes que los mosquitos anopheles introducidos fueran eliminados.

5. Repetidamente se ha demostrado que los mosquitos están presentes y sobreviven en vuelos internacionales. En búsquedas aleatorias de aviones en Londres, los mosquitos se encontraron en 12 de 67 aviones provenientes de países tropicales (43). Los artrópodos pueden sobrevivir en ambientes aun más extremos. En un estudio, mosquitos, moscas domésticas y escarabajos colocados en la cavidad de las ruedas del avión Boeing 747B, sobrevivieron vuelos de 6-9 horas con temperaturas externas de -42°C (43). Los aviones han llevado también mosquitos que ocasionaron la infección humana fuera de áreas endémica de malaria (en Europa por ejemplo).

6. Los vehículos pueden transportar vectores sobre la tierra. *Glossina palpalis*, un vector de la tripanosomiasis Africana (enfermedad del sueño), puede volar hasta 21 km pero puede ser transportada a distancias mucho más largas sobre animales y en vehículos terrestres.

7. Siete personas en Marburg, Alemania, murieron después de manipular sangre y tejidos del mono verde Africano provenientes de Uganda. Los tejidos contenían un microorganismo posteriormente llamado virus de Marburg (44).

8. Los animales exóticos transportados desde sus hábitats usuales se agrupan en zoológicos; otros se usan en los laboratorios de investigación donde han causado ocasionalmente enfermedad severa en humanos. Dos ejemplos son el virus B de los primates (45) y la fiebre hemorrágica con síndrome renal a partir de roedores (46).

9. Está creciendo el comercio mundial y la globalización de órganos, tejidos, sangre y los productos de la sangre. Los investigadores están considerando a los animales como fuente para tejidos y órganos para trasplante (47).

10. Las plantas no pueden ocasionar directamente enfermedad humana. Pero pueden alterar un ecosistema y facilitar la cría de un vector para una enfermedad humana. Esto puede desplazar también las cosechas tradicionales que brindan alimentación esencial. La transmisión vertical de patógenos vegetales (y la diseminación de las enfermedades de plantas) puede resultar del movimiento de semillas (48). La movilización de semillas en áreas nuevas puede introducir patógenos vegetales.

11. La migración y los ambientes alterados han aumentado las especies también llamadas malezas. Estas especies emigran fácilmente y tienen alta tasa de reproducción. Si carecen de predadores locales, pueden desplazar a otras especies y frecuentemente está perturbada la ecología local.



Introducción de especies en nuevas áreas

Introducir especies en áreas geográficas nuevas no es una novedad, pero la frecuencia y su volumen actual son inauditos. La supervivencia y diseminación de un patógeno en un ambiente nuevo están determinadas por su valor reproductivo básico, que es el número promedio de prole exitosa que un parásito puede producir (49). Para invadir y establecerse por sí mismo en una población hospedadora, las especies parásitas deben tener un valor reproductivo básico que excede a uno (49). La simplicidad de esta afirmación oculta la complejidad de las circunstancias que influyen a la invasión y la persistencia. Estas circunstancias comprenden factores biológicos, sociales y ambientales.

Como ya se ha notado, los factores que pueden influir en la receptividad incluyen el clima y las condiciones ambientales, saneamiento, condiciones socioeconómicas (50), comportamiento, alimentación y genética. El *V. cholerae* persiste en un reservorio acuático fuera de la Costa del Golfo de los Estados Unidos, pero el cólera epidémico todavía no ha sido un problema en los Estados Unidos. Donde predomina la pobreza y la falta de saneamiento, la presencia del *V. cholerae* pueden ser una fuente de enfermedad endémica y de epidemias periódicas.

La emergencia de la enfermedad es frecuentemente compleja. Un brote de malaria en San Diego, California, ocurrió cuando trabajadores migratorios parasitómicos fueron empleados en un área donde los mosquitos capaces de transmitir malaria tuvieron acceso a los trabajadores y a la población susceptible (51). Muchas condiciones tuvieron que darse para permitir la transmisión.

La migración puede introducir parásitos en un área donde un hospedador intermediario diferente o un vector podrían cambiar la incidencia de la enfermedad. El ciclo a través de un hospedador diferente puede llevar a diferentes tasas de transmisión, diferente infectividad y aún a diferente expresión clínica. Un parásito puede ser más exitoso en un sitio nuevo a causa de una población grande más susceptible o por la ausencia de predadores.



La confluencia de Eventos

El viaje global masivo tiene lugar simultáneamente con muchos otros procesos que favorecen la emergencia de enfermedades. Por ejemplo, la pobla-

ción humana es más vulnerable a causa del envejecimiento, inmunosupresión iatrogénica y por enfermedad (tal como SIDA), la presencia de prótesis (p. ej., articulaciones artificiales y válvulas de corazón), exposición a químicos y contaminantes ambientales que pueden actuar sinérgicamente con microorganismos y aumentar el riesgo de enfermedad, el aumento de la pobreza, el hacinamiento, el estrés y la exposición excesiva a la radiación UV. Los cambios tecnológicos, mientras brindan muchos beneficios, pueden promover también la diseminación de enfermedades. La resistencia de los microorganismos y los insectos a las drogas antimicrobianas y a los pesticidas interfieren con el control de infecciones y permiten que la transmisión continúe. Los cambios en el uso de la tierra puede alterar la presencia y abundancia de vectores y hospedadores intermediarios.

Los microorganismos son enormemente flexibles y adaptables. Tienen cortos rangos de vida, que permiten un rápido cambio genético. Los humanos, por comparación, son lentos para cambiar genéticamente, pero pueden cambiar su comportamiento. La gente se moviliza y construye barreras para prevenir el contacto con los microparásitos, macroparásitos y los extremos del ambiente. La tecnología fomenta una percepción de invencibilidad humana, pero realmente crea nuevas vulnerabilidades ya que nos permite ir más profundo, más alto, y en ambientes más remotos y hostiles. Los estudios muestran que ningún lugar sobre la tierra está desprovisto de microorganismos. Su rango y adaptabilidad son verdaderamente fenomenales. Sólo una fracción de los microorganismos existentes ha sido caracterizada. El viaje y la exploración brindan una mayor oportunidad al ser humano para llegar a regiones inexperimentadas con estos microorganismos aún no caracterizados.

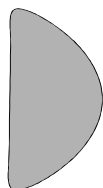


Resumen y Conclusiones

Los viajes por el globo y la evolución de microorganismos continúa. Las nuevas infecciones continuarán emergiendo y las conocidas cambiarán en distribución, severidad y frecuencia. Los viajes continuarán siendo un potente factor en la emergencia de enfermedad. Las actuales circunstancias mundiales yuxtaponen gente, parásitos, plantas, animales y químicos de una forma que excluye una adaptación oportuna. La combinación de movimiento en muchos niveles y el cambio profundo en el ambiente físico pueden conducir a que una enfermedad se disemine sin anticipación por múltiples vías. En muchos casos, el uso de contención o la cuarentena no es factible. La investigación y la vigilancia pueden graficar el movimiento global y la evolución de los microorganismos, dirigiendo las intervenciones. Es necesaria la integración del conocimiento y habilidades desde muchas disciplinas -las ciencias físicas, biológicas y sociales-. El foco debería ser

el análisis de sistema y del ecosistema más que de una enfermedad, un microorganismo u hospedador.

La Dra. Wilson es Jefe de Enfermedades Infecciosas en el Hospital de Mount Auburn en Cambridge y Profesor Adjunto de Población y Salud Internacional y Epidemiología en la Escuela de Salud Pública de Harvard. Una activa participante en el Grupo de Trabajo de Harvard sobre Enfermedades Infecciosas Nuevas y Reemergentes desde su inicio en 1991, ella es el editor principal, con Richard Levins y Andrew Spielman, de Disease in evolution: global changes and emergence of infectious diseases (3), un libro basado en el cursillo de Woods Hole sobre infecciones emergentes, 1993.



Referencias

1. Lederberg J, Shope RE, Oaks SC, Jr., eds. Emerging infections: microbial threats to health in the United States. Washington, D.C.: National Academy Press, 1992.
2. Centers for Disease Control and Prevention. Addressing emerging infectious disease threats: a prevention strategy for the United States. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 1994.
3. Wilson ME, Levins R, Spielman A. Disease in evolution: global changes and emergence of infectious diseases. New York: New York Academy of Sciences, 1994;740.
4. Levins R, Awerbuch T, Brinkmann U, et al. The emergence of new diseases. American Scientist 1994;82:52-60.
5. Wilson ME. A world guide to infections: diseases, distribution, diagnosis. New York: Oxford University Press, 1991.
6. Wilson ME. Disease in evolution: introduction. In: Wilson ME, Levins R, Spielman A, eds. Disease in evolution: global changes and emergence of infectious diseases. New York: New York Academy of Sciences, 1994;740:1-12.
7. McNeill WH. Plagues and peoples. Garden City, N.Y.: Anchor Press/Doubleday, 1976.
8. Hopkins DR. Princes and peasants: smallpox in history. Chicago: University of Chicago Press, 1983.
9. World Health Organization. Smallpox: Yugoslavia. Wkly Epidemiol Rec 1972;47:161-2.
10. Crosby AW, Jr. The Columbian exchange. Westport, Conn. Greenwood Press, 1972:219.
11. Black FL. Why did they die? Science 1992;258:1739-40.
12. Curtin PD. Death by migration: Europe's encounter with the tropical world in the nineteenth century. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1989.
13. Bradley DJ. The scope of travel medicine: an introduction to the conference on international travel medicine. In: Steffen R, Lobel HO, Haworth J, Bradley, eds. Travel Medicine. Berlin: Springer-Verlag, 1989:1-9.
14. Siem H, Bollini P, eds. Migration and health in the 1990s. International Migration 1992;30.
15. Grubler A, Nakicenovic N. Evolution of transport systems. Laxenburg, Vienna: ILASA, 1991.
16. Haggett P. Geographical aspects of the emergence of infectious diseases. Geogr Ann 1994;76 B(2):91-104.
17. Goma Epidemiology Group. Public health impact of Rwandan refugee crisis: what happened in Goma, Zaire, in July, 1994? Lancet 1995;345:339-44.
18. Meslin F-X. Surveillance and control of emerging zoonoses. World Health Stat Q 1992;45:200-7.
19. Tesh RB, Jahrling R, Salas R, Shope RE. Description of Guanarito virus (Arenaviridae: Arenavirus), the etiologic agent of Venezuelan hemorrhagic fever. Am J Trop Med Hyg 1994;50:452-9.
20. Coimbra TLM, Nassar ES, Burattini NM, et al. A new arenavirus isolated from a fatal case of haemorrhagic fever in Brazil. Lancet 1994;343:391-2.
21. Glass RI, Claeson M, Blake PA, Waldman RJ, Pierce NR. Cholera in Africa: lessons on transmission and control for Latin America. Lancet 1991;338:791-5.
22. Moore PS, Reeves MW, Schwartz B, Gellin BG, Broome CV. Intercontinental spread of an epidemic group A Neisseria meningitidis strain. Lancet 1989;2:260-3.
23. Cookson B, Johnson AP, Azadian B, et al. International inter- and intra-hospital patient spread of a multiple antibiotic-resistant Klebsiella pneumoniae. J Infect Dis 1995;171:511-3.
24. Mercer A, Seaman J, Sondorp E. Kala azar in eastern Upper Nile Province, southern Sudan. Lancet 1995;345:187-8.
25. Glass RI, Holmgren I, Haley CE, et al. Predisposition to cholera of individuals with O blood group. Am J Epidemiol 1985;121:791-6.
26. Clemens JD, Sack DA, Harris JR, et al. ABO blood groups and cholera: new observations on specificity of risk and modifications of vaccine efficacy. J Infect Dis 1989;159:770-3.
27. Brown KE, Hibbs JR, Gallinella G, et al. Resistance to parvovirus B19 infection due to lack of virus receptor (erythrocyte P antigen). N Engl J Med 1994;330:1192-6.
28. Boren T, Falk P, Roth KA, Larson G, Normark S. Attachment of Helicobacter pylori to human gastric epithelium mediated by blood group antigens. Science 1993;292:1982-95.
29. Centers for Disease Control and Prevention. Update: outbreak of Legionnaires' disease associated with a cruise ship. MMWR 1994;43:574-5.
30. Driver DR, Valway SE, Morgan M, Onorato IM, Castro KG. Transmission of Mycobacterium tuberculosis associated with air travel. JAMA 1994;272:10311-35.
31. Centers for Disease Control and Prevention. Exposure of passengers and flight crew to Mycobacterium tuberculosis on commercial aircraft, 1992-1995. MMWR 1995;44:137-40.
32. Carlton JT, Geller JB. Ecological roulette: the global transport of non-indigenous marine organisms. Science 1993;261:78-82.
33. Travis J. Invader threatens Black, Azov Seas. Science 1993;262:1366-7.
34. World Health Organization. Cholera in the Americas. Wkly Epidemiol Rec. 1992;67:33-9.
35. McCarthy SA, McPhearson RM, Guarino AM. Toxigenic Vibrio cholerae O1 and cargo ships entering Gulf of Mexico. Lancet 1992;339:624-5.
36. DePaola A, Capers GM, Moters ML, et al. Isolation of Latin American epidemic strain of Vibrio cholerae O1 from US Gulf Coast. Lancet 1992;339:624.
37. Ramamurthy T, Garg S, Sharma R, et al. Emergence of novel strain of Vibrio cholerae with epidemic potential in southern and eastern India. Lancet 1993;341:703-4.
38. Albert MJ, Siddique AK, Islam MS, et al. Large outbreak of clinical cholera due to Vibrio cholerae non-O1 in Bangladesh. Lancet 1993;341:704.
39. Reiter P, Sprenger D. The used tire trade: a mechanism for the worldwide dispersal of container-breeding mosquitoes. J Am Mosq Control Assoc 1987;3:494-501.
40. Craven RB, Eliason DA, Francy P, et al. Importation of Aedes albopictus and other exotic mosquito species into the United States in used tires from Asia. J Am Mosq Control Assoc 1988;4:138-42.
41. Moore CG, Francy DB, Eliason DA, Monath TP. Aedes albopictus in the United States: rapid spread of a potential disease vector. J Am Mosq Control Assoc 1988;4:356-61.
42. Mitchell CJ, Niebylski ML, Smith GC, et al. Isolation of eastern equine encephalitis virus from Aedes albopictus in Florida. Science 1992;257:526-7.
43. Russell RC. Survival of insects in the wheel bays of a Boeing 747B aircraft on flights between tropical and temperate airports. Bull WHO 1987;65:659-62.
44. Martini GA, Siebert R, eds. Marburg virus disease. Berlin:Springer-Verlag, 1971.
45. Weigler BJ, Hird DW, Hilliard JK, Lerche NW, Roberts JA, Scott LM. Epidemiology of cercopithecine herpesvirus 1 (B virus) infection and shedding in a large breeding cohort of rhesus macaques. J Infect Dis 1993;167:257-63.
46. Desmyter J, LeDuc JW, Johnson KM, Brasseur F, Deckers C, van

- Ypersele de Strihou C. Laboratory rat-associated outbreak of haemorrhagic fever with renal syndrome due to Hantaan-like virus in Belgium. *Lancet* 1983;ii:1445-8.
47. Fishman JA. Miniature swine as organ donors for man: strategies for prevention of xenotransplant-associated infections. *Xenotransplantation* 1994;1:47-57.
48. Anderson PK, Morales FJ. The emergence of new plant diseases: the case of insect-transmitted plant viruses. In: Wilson ME, Levins R, Spielman A, eds. *Disease in evolution: global changes and emergence of infectious diseases*. New York: New York Academy of Sciences, 1994;740:181-94.
49. Anderson RM, May RM. *Infectious diseases of humans: dynamics and control*. Oxford, U.K.: Oxford University Press, 1991.
50. Spence DPS, Hotchkiss J, Williams CSD, Davies PDO. Tuberculosis and poverty. *Br Med J* 1993;307:759-61.
51. Maldonado YA, Nahlen BL, Roberto RR, et al. Transmission of *Plasmodium vivax* malaria in San Diego County, California, 1986. *Am J Trop Med Hyg* 1990;42:3-9.