

Ecología de la infección viral

Empecemos recordando que la ecología se define como el estudio de las interacciones entre los seres vivos y su medio ambiente. En los términos que vamos a tratar el tema en esta oportunidad, podríamos decir que hablar de ecología de la infección viral equivale a hablar de la epidemiología de la infección viral, de la historia natural de la infección viral, o simplemente del ciclo infeccioso de los virus. La palabra ecología por ser mucho más amplia e integradora nos puede permitir una discusión más profunda de ciertos aspectos del tema.

Vale la pena que, para empezar, diferenciemos muy bien los términos “infección” y “enfermedad”. En el primer caso tenemos la interacción de un huésped y un parásito sin manifestaciones clínicas; en segundo caso tenemos signos y síntomas como consecuencia de esta interacción. La infección sin manifestaciones clínicas es el evento más común en la interacción de los virus y sus huéspedes.

Una pregunta de simple observación que podríamos hacernos es la siguiente: cuando el virus del sarampión, por ejemplo, no está causando infecciones agudas en la población, ¿dónde se encuentra, o dónde se mantiene? Igual pregunta podríamos formularnos para el virus de la rabia, para el virus de la fiebre amarilla, etc.

Si se analizan las curvas de incidencia de estas enfermedades a través de los años, en un área geográfica determinada, se puede encontrar que se presentan picos precedidos por valles en una forma cíclica y en algunos casos predecible. Los picos corresponden a situaciones epidémicas y los valles a situaciones o períodos interepidémicos. La pregunta es entonces, ¿dónde se encuentra el virus en los períodos interepidémicos?

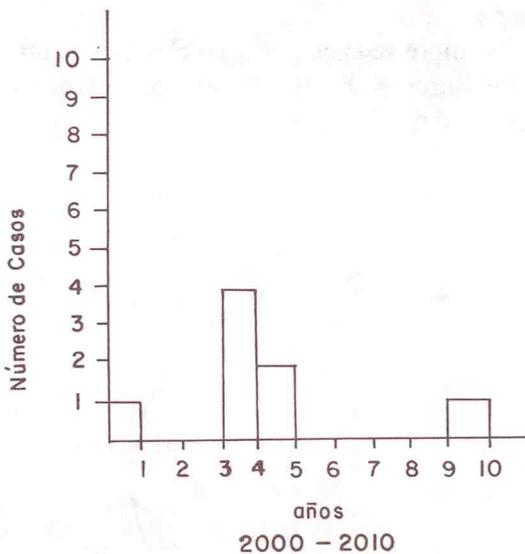


Fig. 1 Con base en la situación epidemiológica de la Rabia, en la actualidad, y si no cambian los factores involucrados en el ciclo infeccioso de esta enfermedad en Antioquia, la incidencia del problema en humanos para el decenio 2000-2010, podría ser como lo muestra la figura. (¿Podríamos hacer algo para salvar estas vidas?).

En términos generales podemos decir que los virus se encuentran permanentemente en su huésped natural o en su reservorio. En el momento en que el virus desaparezca completamente de cada uno de estos elementos, que conforman el ciclo infeccioso, el virus habrá sido erradicado. Se entiende por *huésped natural*, al que hace parte fundamental del ciclo infeccioso

de un agente, sufre o no la enfermedad y es capaz de transmitirla a otros huéspedes susceptibles. Ejemplo de este concepto son el herpes simplex y el hombre o la fiebre amarilla y el *Cebus capuchinus*. La ausencia del huésped natural modifica dramáticamente la epidemiología de la infección.

Reservorio es aquel objeto animado o inanimado que tiene la capacidad de mantener un agente infeccioso a largo plazo y servir de fuente de infección para vectores o huéspedes susceptibles. El reservorio puede o no sufrir la enfermedad y, en algunos casos el reservorio y el huésped natural pueden ser la misma población de individuos.

Un *huésped accidental* es aquel que no haciendo parte del ciclo infeccioso del agente, puede infectarse ocasionalmente, sufrir o no la enfermedad, tener o no la capacidad de transmitirlo; pero la ausencia de dicho huésped no afecta el ciclo infeccioso.

Las infecciones siempre se encuentran en el tránsito entre los huéspedes naturales y los reservorios; la brecha entre unos y otros es cerrada mediante los mecanismos de transmisión (Fig. 2).

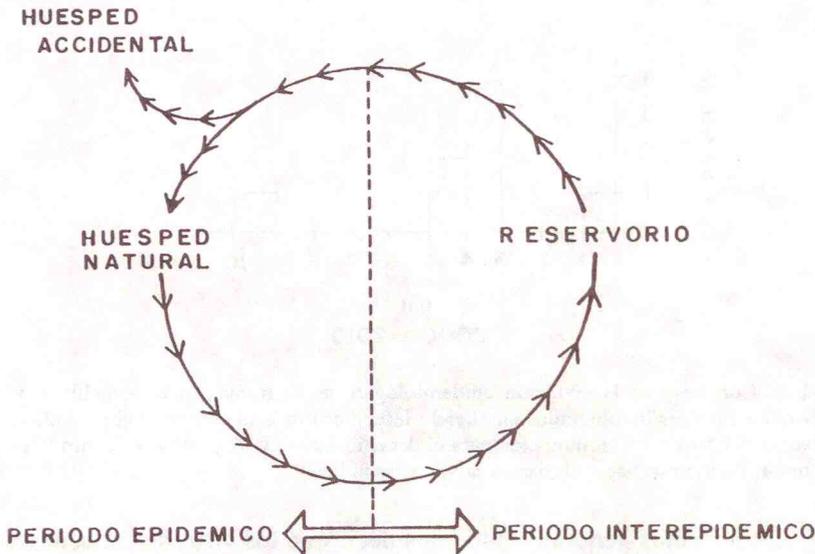


Fig. 2 Ciclo infeccioso de los virus. Cuando la infección está confinada al reservorio, estaremos en un período interepidémico; al contrario si la infección está en el huésped natural o accidental hablamos de una epidemia.

Los virus pueden llegar a los huéspedes a través de las mucosas principalmente, a través de la piel, por vía hematológica o en forma congénita. En el primer caso, las mucosas, podemos distinguir la vía ocular, la respiratoria, la gastrointestinal y la genitourinaria. Ejemplo de cada una de éstas, en su orden son: la conjuntivitis epidémica, la influenza, la poliomielitis, la inmunodeficiencia adquirida. Cuando hablamos de la piel como vía de transmisión tenemos que tener en cuenta que estamos hablando de una piel erosionada, pues la piel sana se considera infranqueable a las infecciones virales. Los virus de las verrugas o el de la rabia, podrían ser mencionados como ejemplos en esta categoría.

Son ejemplos de transmisión hematológica la hepatitis B, antes llamada pos-transfusional y todas las enfermedades transmitidas por artrópodos hematófagos. Finalmente, son ejemplos de transmisión congénita la rubeola y los citomegalovirus, que infectan los fetos a través de la placenta. Hay otro tipo de transmisión congénita que no ha sido ilustrado en humanos pero sí en animales; se trata de la transmisión vertical por medio de la línea germinal, cuando los espermatozoides o los óvulos están infectados; en tal caso todas las células del nuevo individuo podrían estar infectadas, éste es el caso de la leucosis aviar de las gallinas producida por un retrovirus.

Los mecanismos de transmisión son de una importancia crucial, pues de una transmisión eficiente depende el éxito del virus como especie biológica, es decir, la sobrevivencia. Podría pensarse que aquellos virus que han logrado introducirse en la línea germinal, es decir, aquellos casos en que la infección se transmite en forma vertical, han logrado resolver de una vez por todas el problema de la transmisión; esto en parte es cierto, pero así, la supervivencia del virus queda supeditada a la supervivencia del huésped. Otros virus, en cambio, ante la reducción de su huésped principal pueden explorar otros huéspedes, tal es el caso de la rabia, la cual en Latinoamérica es más común en los perros, en Europa en los lobos, en Norteamérica en los mapaches.

Las infecciones podrían dividirse en menos contagiosas y más contagiosas, dependiendo de factores genéticos del virus y de su mecanismo de transmisión. En cuanto a la genética del virus podemos decir que hay grupos o familias de virus que se caracterizan por producir una gran cantidad de partículas infecciosas, como es el caso de la influenza donde se ha calculado que una de cada diez partículas liberadas de una célula infectada es infecciosa; otro caso es el de los papilomavirus donde solamente una de cada cien mil partículas es infecciosa. Esto explica, en parte, por qué la influenza es más contagiosa que las verrugas. En cuanto a los mecanismos de transmi-

sión, por otro lado, tenemos que considerar que por la misma patología de la influenza se estimula el estornudo, el cual actúa como una bomba de aerosoles; excelente mecanismo para infectar masivamente a un grupo de individuos susceptibles. Para la transmisión de las verrugas se necesita contacto íntimo o manipulación de materiales contaminados; esto hace mucho más difícil la transmisión. El caso de la rabia es particularmente importante, pues por la misma patología de la rabia se modifica el comportamiento del animal; en el caso del perro, este tiene la tendencia a huir y a morder todo cuanto encuentra a su paso, inclusive objetos inanimados de tal suerte que el virus asegura en esta forma una amplia y efectiva transmisión.

Otra forma como podríamos clasificar las infecciones virales, es según el rango de huéspedes que afecta. En el caso de las paperas, el hombre es el único huésped susceptible conocido. Esta es una infección de un solo huésped. El caso de la rabia o la fiebre amarilla, son diferentes, pues estos virus afectan diferentes huéspedes. Cuando una infección afecta varios huéspedes y uno de esos huéspedes es el hombre, estamos hablando de infecciones zoonóticas o zoonosis. Las zoonosis pueden definirse como aquellas infecciones que son comunes a los animales y al hombre.

Las infecciones de un solo huésped son más fáciles de controlar y aun erradicar; tal fue el caso de la viruela humana, pues una buena vacuna y un plan de erradicación organizado a nivel mundial, fueron suficientes para tener hoy erradicado este problema. En el caso de la rabia, la situación sería mucho más complicada, pues no solamente tendríamos que vacunar la población humana, sino también la población de animales domésticos y salvajes todo esto acompañado de un plan de control de los murciélagos y vampiros.

Cuando la infección tiene un solo huésped, necesariamente ese huésped es al mismo tiempo el huésped natural y el reservorio. Hay tres modalidades como un huésped natural puede ser el reservorio: en el caso de las paperas, el hombre es el reservorio; mientras el virus está activo en alguna parte del mundo, digamos en Pekín, aquí en Medellín se está acumulando una nueva población de personas susceptibles; en este caso sólo bastaría la visita de un chino infectado para que se inicie un brote. El virus utiliza a los huéspedes para ser transportado hasta encontrar poblaciones susceptibles. Otro caso es el del herpes simplex, por ejemplo, el cual después de una infección primaria permanece en su huésped, el hombre, durante el resto de su vida, produciendo sólo pequeñas molestias (fuegos), sólo lo necesario para asegurar la transmisión a nuevos individuos. Otro caso más, que es impor-

tante mencionar, es el de la hepatitis B, donde el huésped natural, el hombre permanece infectado en forma persistente, es decir que a diferencia del herpes, que se excreta sólo de vez en cuando, el virus de la hepatitis B se puede aislar permanentemente de algunos individuos infectados. Estos dos últimos casos son ejemplos de infecciones crónicas; el primer caso, el del herpes, es una infección *crónica latente* y el segundo, el de la hepatitis es una infección *crónica persistente*.

En el caso de la rabia el hombre es solamente un huésped accidental. El huésped natural podríamos considerar que es el perro y el reservorio el vampiro. Los vampiros sufren la infección rábica, aparentemente sin mayores consecuencias, pero el virus queda en forma persistente en la grasa parda de estos animales, los cuales pueden transmitir el virus a través de la saliva que utilizan como anticoagulante para obtener la sangre, que es su principal fuente de alimento. Que el hombre es un simple accidente en el ciclo infeccioso de la rabia, lo comprueba la poca eficiencia de transmisión de la infección a otros huéspedes a partir del hombre infectado. A pesar de que el hombre podría potencialmente transmitir la rabia, y a pesar de que se deben tomar severas medidas para evitar esta posibilidad, el hombre no es un buen transmisor como sí lo es el perro. Este es un caso típico en el cual la presencia o ausencia del hombre no afectaría directamente la incidencia de la enfermedad en animales, ni afectaría la sobrevivencia del virus.

La fiebre amarilla es un caso sumamente interesante que ilustra el problema de la ecología de los virus. La fiebre amarilla tiene como huésped natural al mico y específicamente al *Cebus capuchinus*; este animal es el huésped natural y el reservorio de la infección. El vector es un mosquito del género *Hemagogus*, que vive en bosques tropicales a la altura de las frondas de los árboles, precisamente donde habitan los monos; este ciclo infeccioso entre el mico y el mosquito, en este nicho ecológico, se llama el *ciclo selvático* de la fiebre amarilla. Cuando el hombre en su afán colonizador (o destructor) tala los árboles, corre el peligro de ser picado por mosquitos infectados que caen con los árboles (no tiene la culpa de equivocarse el mosquito, pues su huésped natural es muy parecido). El hombre puede entonces infectarse y llevar la infección a su casa o aldea; entonces el mosquito *Aedes aegypti*, que normalmente se alimenta del hombre, puede convertirse en vector del virus y transmitir la infección entre los humanos. Este es el *ciclo urbano* de la fiebre amarilla. Podríamos decir entonces que en el ciclo urbano de la fiebre amarilla el huésped natural es el hombre; pero con la advertencia de que ésta es una situación relativamente accidental (Fig. 3).

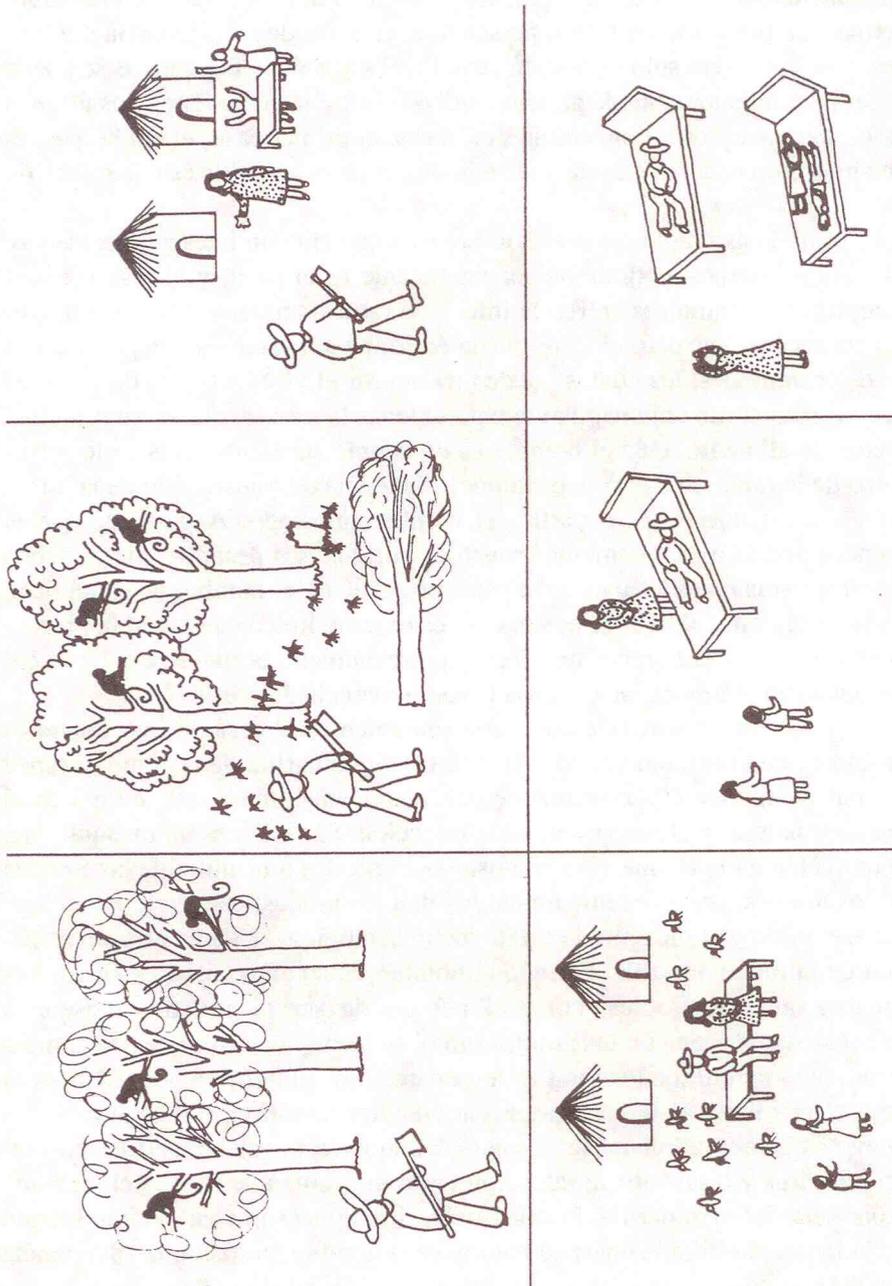


Fig. 3 Tragedia en 6 actos. Brote de Fiebre Amarilla.

Bien, nos queda ilustrado el hecho de que todos los virus tienen su ciclo infeccioso particular, bien comprendido en algunos casos o todavía oscuro en otros, pero de todas maneras este conocimiento es de vital importancia si se pretende controlar una infección.

Veamos ahora cuáles son algunos factores modificantes de los ciclos infecciosos de los virus. En primer lugar debemos mencionar la densidad de población; la infección por un virus es un proceso probabilístico, es decir que depende del encuentro causal entre un virus y un huésped susceptible. En este orden de ideas, tenemos que aceptar que la concentración de huéspedes aumenta la probabilidad de que ese encuentro ocurra. Por lo anterior es mucho más común encontrar una mayor incidencia de enfermedades infecciosas en los grandes conglomerados humanos que en los campos; a este respecto, vale la pena que consideremos lo siguiente: ¿qué pasaría si una infección como el sarampión llegase a una pequeña isla habitada por mil personas todas ellas susceptibles? Por lo que sabemos acerca de la ecología de esa infección, podemos anticipar que la gran mayoría de personas se va a ver afectada, que casi todas se van a recuperar sin mayores consecuencias aunque la mortalidad va a ser mayor que en condiciones normales y que la población de sobrevivientes muy pronto va a ser completamente refractaria a la infección. El virus en este momento, tendrá que desaparecer porque no hay más huéspedes susceptibles donde sobrevivir. ¿Hasta cuándo podrá mantenerse esta situación? Hasta cuando la población de huéspedes vuelva a ser susceptible. Todos sabemos que la inmunidad contra el sarampión es muy duradera, prácticamente de por vida; entonces sólo podrá haber nuevos individuos susceptibles cuando ingresen nuevas personas a la isla y esto puede ocurrir por inmigración o por nacimientos.

El mismo caso del sarampión en una ciudad como Medellín, se comporta en forma diferente; dada la alta población de esta ciudad, la cantidad de huéspedes susceptibles prácticamente no se acaba, ya que el número de nacimientos diarios da lugar a que el virus se mantenga en esta población indefinidamente. Se ha calculado que el sarampión sólo puede mantenerse si la población es mayor de 300.000 ó 500.000 habitantes.

Si en lugar del sarampión hablamos de la influenza, la situación puede ser diferente dado que la influenza además de atacar a los humanos, ataca a otras especies como bovinos, cerdos, aves domésticas y silvestres, etc.; entonces la población de huéspedes susceptibles es mucho mayor. Si pensamos en las aves migratorias que pueden utilizar la isla del ejemplo anterior, como

“zona de alimentación”, podemos entender claramente que la influenza puede ser más frecuente que el sarampión en este lugar.

Otro factor modificante de la incidencia de las enfermedades es la genética tanto de los huéspedes como de los parásitos. La capacidad de los virus para producir enfermedad está dada por su información genética y por la mayor o menor resistencia del huésped que está dada, por lo menos en algunos casos, por la conformación genética del mismo. Muchos otros factores pueden intervenir para hacer el virus más nocivo; pero esto puede ser el tema de otra charla; por ahora recordemos que la genética tiene un papel importante que jugar.

Las experiencias inmunológicas de los individuos y de las poblaciones de individuos, es también muy importante, como puede desprenderse de la discusión del brote de sarampión en la isla. Cuando un elevado porcentaje de la población está protegido, es más difícil que ocurra el encuentro entre el virus y el huésped susceptible y aun si ésta llegase a ocurrir, las consecuencias del brote no serían tan graves, pues pocas personas resultarían contagiadas.

El clima es un factor muy importante, incluyendo en él los conceptos de temperatura, humedad, pluviosidad y altura sobre el nivel del mar. Este aspecto es más fácilmente demostrable con aquellas infecciones que utilizan vectores como es el caso de la fiebre amarilla o el dengue. Lógicamente sería difícil encontrar casos de estas enfermedades en sitios como La Sabana de Bogotá o en los páramos, pues allí no es el hábitat propio del vector (a esto sin embargo no le podemos dar el carácter de inmutabilidad, pues los vectores pueden cambiar de hábitos). Igualmente, no podríamos encontrar un caso autóctono de dengue durante el invierno en las zonas de estaciones, cuando la temperatura es baja y el agua escasa. Estas empiezan a aumentar en primavera y con ellas la incidencia de tales enfermedades. Para salvar este obstáculo los virus han desarrollado mecanismos especiales para poder sobrevivir a través del invierno; algunos virus infectan los huevos de sus vectores (infección o transmisión transovárica) de tal suerte que cuando los huevos eclosionan en la primavera, los mosquitos nacen de una vez infectados.

El grado de educación sanitaria, las costumbres y las creencias religiosas, también tienen su participación en la mayor o menor incidencia de ciertas enfermedades infecciosas; el nivel de información acerca de cómo evitar el contagio de ciertas enfermedades, como es el caso de una efectiva disposición de excretas, puede por sí solo prevenir un buen número de infecciones por enterovirus como el polio y la hepatitis A. La costumbre del beso,

que no es practicada en la misma forma en todas partes del mundo, puede ser un excelente vehículo para las infecciones primarias por herpes simplex y de hecho lo es para la mononucleosis infecciosa. El efecto de las creencias religiosas es más visible con la prohibición de comer carne de cerdo, como en el caso de los musulmanes, pero también puede llegar a ser importante la prohibición de la promiscuidad sexual y el homosexualismo, entre los católicos, en la transmisión de enfermedades venéreas.

Las vías de comunicación son un factor muy importante en la transmisión de las enfermedades, pues si comparamos la situación anterior al siglo XX, es difícil imaginar la rápida difusión de enfermedades como la influenza o el sida, cuando no existían el carro ni el avión, ya que los pacientes que salían, incubando la enfermedad, del Japón o Australia llegaban curados a los puertos americanos (si acaso llegaban). En la actualidad por el contrario, en el término de pocas horas se puede llegar a cualquier parte del mundo incubando y excretando agentes infecciosos. En ese sentido se podría pronosticar que las enfermedades se harán cada día más universales, a medida que las comunicaciones penetren a las zonas más aisladas de todos los continentes.

Finalmente, debemos mencionar un factor muy importante y que está presente en todo el mundo; se trata de la política. El caso de la viruela ha comprobado que a base de voluntad política y una buena vacuna, es posible controlar las enfermedades. Infortunadamente, aun en casos para los cuales se dispone de una buena vacuna, no siempre los gobiernos están dispuestos a dedicar presupuesto y esfuerzos al estudio y al control de las enfermedades.

Para ilustrar más ampliamente cómo la política es un factor incidente en las enfermedades infecciosas, analicemos un aparte del discurso de despedida del Presidente de Colombia el 20 de julio del año 2.090: "... Entrego pues un país donde finalmente cada hombre y mujer disfrutan de una condición académica digna, una vivienda apropiada, buena nutrición y asistencia médica, paz interior y fe en el futuro. Así podremos esperar una nueva prole sana, alegre e inteligente que llene nuestras escuelas, hoy bien dotadas y con maestros también alegres e inteligentes. La próxima generación de ciudadanos vivirá en armonía consigo mismos, con la naturaleza y con sus semejantes; condición indispensable para promover efectivamente el ascenso del hombre."

En estas condiciones, ideales hoy pero posibles mañana, la enfermedad infecciosa sería un obstáculo mínimo en el camino del bienestar del hombre.