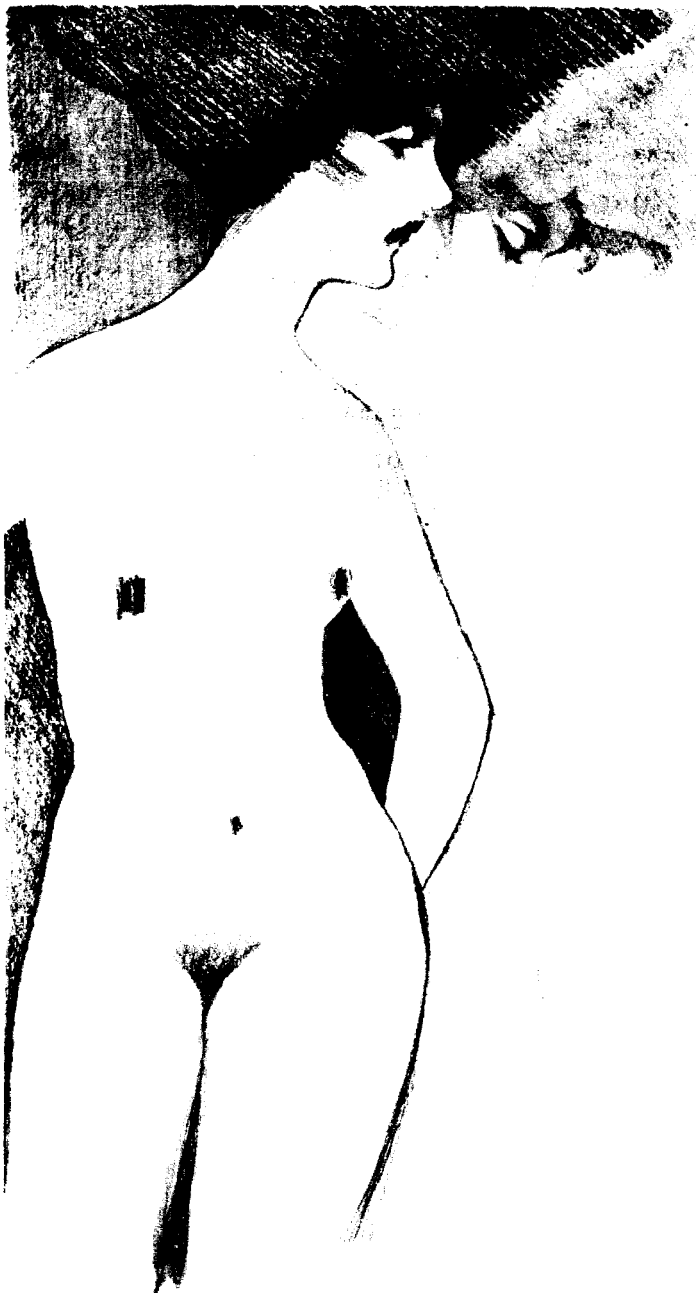


El proceso infeccioso

Raúl Garza Velasco y Elda Peniche Quintana*



Introducción

Sin duda, las medidas que se establecen para llevar a cabo la prevención y el control de las enfermedades infecciosas se fundamentan en el estudio detallado de las propiedades de los microorganismos que las ocasionan, en el conocimiento de las características asociadas a los hospederos afectados, en la determinación de los mecanismos que permiten a los primeros entrar en contacto con los segundos para establecerse, reproducirse y diseminarse en sus tejidos y, finalmente, en el análisis del medio ambiente en el que tiene lugar esa relación entre el agente infeccioso y su hospedero.

En este contexto, la detección del origen de los microorganismos, de las vías a través de las cuales éstos se desplazan desde su mencionado origen hasta sus hospederos susceptibles, y de las características y situaciones que favorecen y/o promueven la colonización microbiana de los tejidos del hospedero, se traduce con regularidad en el establecimiento de medidas preventivas potencialmente efectivas cuyo éxito depende de la educación de la población.

Eventos involucrados en el proceso infeccioso de las bacterias

Los principales eventos que tienen lugar durante el proceso a través del cual una bacteria puede establecerse en los tejidos del hospedero se resumen en la figura 1, y sus principales características se describen a continuación.

i. El foco infeccioso

Por lo que respecta al foco infeccioso, éste es el término que se utiliza para referirse al sitio en donde originalmente se encuentra el parásito, antes de iniciar el ciclo. Por ello, puede señalarse que los focos infecciosos más frecuentes son:

- Otros seres vivos infectados, se trate de enfermos o, simplemente, de portadores asintomáticos.
- El material orgánico contaminado; por ejemplo: materia fecal, orina, expectoraciones, secreciones purulentas, los mismos cultivos de laboratorio, etcétera.
- Otros materiales, tales como tinacos, tuberías, los

* Departamento de Biología, Facultad de Química, UNAM, 04510, México, D.F.

Recibido: 24 de agosto de 1990; Aceptado: 13 de noviembre de 1990.

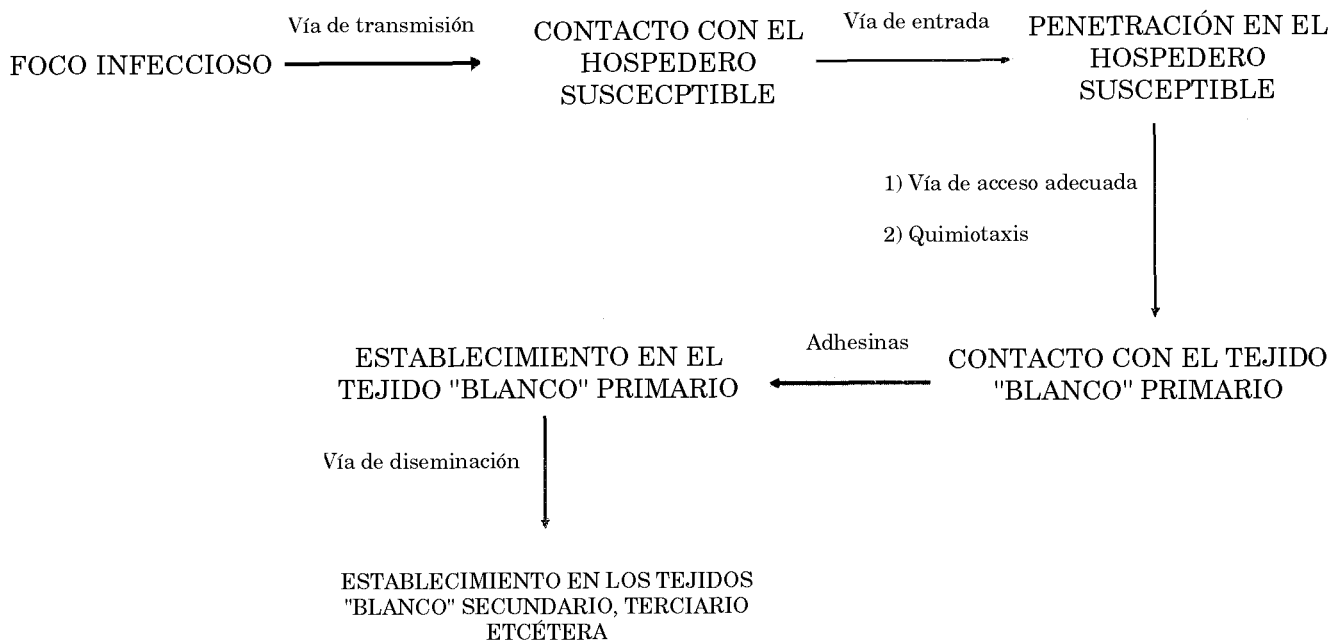


Figura 1. Principales eventos que tienen lugar durante el proceso a través del cual una bacteria puede establecerse en los tejidos del hospedero.

utensilios quirúrgicos o de cocina, la basura, etcétera.

ii. Las vías de transmisión

En cuanto a las vías de transmisión, éstas pueden involucrar a cualquier objeto o mecanismo de los que se vale el parásito para trasladarse desde el foco infeccioso hasta el hospedero susceptible de ser infectado por el microorganismo.

Las principales vías de transmisión pueden agruparse como sigue:

— **Vectores inanimados.** En este caso, los más frecuentes transportadores del parásito son: alimentos y bebidas, los fomites —todo aquel objeto con el cual entran en contacto los individuos enfermos y portadores, y que otras personas pueden tocar posteriormente; por ejemplo: sábanas, toallas, ropa de cama, etcétera— y aire, polvo y microgotitas de saliva emitidas durante el estornudo o los accesos tusígenos. En general, cuando se requiere referirse a uno o más de los tres últimos, puede utilizarse el término de “vía aérea”.

— **Vectores mecánicos.** En este grupo se incluye a los artrópodos que trasladan al parásito desde un sitio a otro, sin que el microorganismo se reproduzca o cumpla parte de su ciclo vital durante el recorrido. La mosca doméstica constituye el ejemplo más claro de este tipo, siempre que se trate de la que sólo transporta al agente infectivo en las vellosidades de sus patas y lo deposita sobre algún otro transmisor (alimentos, bebidas, etcétera) o directamente en la piel lesionada del hospedero.

— **Vectores biológicos.** Con este nombre se acostumbra designar a los artrópodos en los cuales el parásito se reproduce o cumple parte de su ciclo vital durante el traslado. Aquí se incluye a garrapatas, ácaros, pulgas, piojos, etcétera, que transmiten, entre otros, a rickettsias y borrelias. Otros vectores biológicos son las moscas *Glossina* y *Phlebotomus*, el mosquito hembra *Anopheles*, la chinche hocicona *Triatoma* y el mosco negro *Simulium*, los cuales transmiten, respectivamente, a los parásitos *T. gambiense*, *Leishmania sp.*, *P. vivax*, *T. cruzi* y *O. volvulus*.

— **El contacto personal directo.** En este caso, el ejemplo más representativo es el que se refiere a las enfermedades de transmisión sexual, tales como la sífilis, la gonorrea, las clamidiasis genitales, la vaginitis no específica, el chancroide, el granuloma inguinal, el SIDA, el herpes genital, etcétera. En todas ellas, los agentes causales son transmitidos directamente, de un enfermo o portador a otro hospedero susceptible.

— **La vía transfusional.** Como es sabido, las transfusiones de sangre o de sus derivados pueden transmitir a ciertos parásitos desde el donador hasta el receptor. Entre los microorganismos relacionados con esta vía destacan los virus de la hepatitis y del SIDA, *T. pallidum*, *T. gondii*, *P. vivax*, etcétera.

— **La vía transplacentaria.** Ésta asocia a los parásitos que son transmitidos de la madre al producto durante la gestación. Éste es el caso de microorganismos tales como *T. pallidum* (la bacteria causante de la sífilis), *T. gondii* (un protozoario que provoca la toxo-

plasmosis), los virus de la rubéola y del SIDA, etcétera.

— **La vía personal indirecta.** En muchas ocasiones, el individuo se puede provocar procesos infecciosos en otros tejidos cuando se lleva la mano a alguna zona anatómica en la que se encuentra originalmente el parásito y, posteriormente, la posa sobre otra. Ello ocurre, por ejemplo, cuando una clamidia que se encuentra originalmente en los genitales llega a establecerse en la conjuntiva ocular. Indudablemente, existen otros muchos casos análogos pero, al parecer, uno de los más frecuentes es el que se representa por la figura: ano-mano-boca.



iii. La penetración del parásito en el organismo del hospedero

Después de haberse llevado a cabo el contacto entre el parásito y el hospedero susceptible, el siguiente paso del proceso es el de la penetración del primero en el organismo del segundo. En este sentido, puede señalarse que en el hospedero existen varias vías de entrada para los microorganismos. A continuación se enumeran las de mayor relevancia:

- | | |
|---------------|-----------|
| — Oral | — Uretral |
| — Cutánea | — Vaginal |
| — Inhalatoria | — Rectal |
| — Oftálmica | — Ótica |

Cabe mencionar que, en el caso de la vía cutánea, generalmente se acepta que debe calificarse como condicionada —cuando el agente infeccioso en turno requiere que la piel haya experimentado alguna lesión previa para poder penetrar a través de ella—, o bien, que debe aplicársele el adjetivo “activa” para aclarar que el parásito atraviesa la piel, aunque ésta se encuentre inicialmente íntegra, ya sea porque el primero produzca enzimas que la hidrolizan o porque penetre a través de glándulas tales como las sudoríparas o las sebáceas.

iv. Las vías de acceso hacia el tejido “blanco” primario

Indudablemente, la vía de entrada es la que determina cuál será la vía de acceso que conducirá al parásito hasta el primer tejido “blanco” en el que intentará establecerse. Por ejemplo: cuando el microorganismo penetra por vía oral, su respectiva vía de acceso será faringe-esófago-estómago-intestino; éste es el camino correcto para los parásitos intestinales; sin embargo, cuando estos mismos llegan a penetrar por vía inhalatoria, tendrán que avanzar por otro acceso: narinas-faringe-laringe-tráquea-bronquios-bronquiolos-pulmones y, en consecuencia, no podrán entrar en contacto con su tejido “blanco”. Es preciso recordar que, aunque los dos accesos citados incluyen a la faringe, el hecho de que exista la epiglotis prácticamente los separa.

Otros ejemplos de vías de acceso son: narinas-oidos-mastoides-meninges; uretra-vejiga-ureteros-riñón; vagina-útero-trompas de Falopio; epidermis-dermis-tejido subcutáneo-músculo; conducto auditivo externo-membrana timpánica-oido medio-oido interno, etcétera.

v. El establecimiento de las bacterias en los tejidos del hospedero

De acuerdo con lo mencionado en los párrafos anteriores, puede afirmarse que un parásito requiere penetrar por una vía adecuada para que le sea posible recorrer la vía de acceso específica que lo conducirá hasta las proximidades de su tejido “blanco” primario. Sin embargo, ello no basta para que las bacterias puedan culminar su proceso de infección; en este sentido, aún faltan por llevarse a cabo el contacto entre ellas y las células del tejido “blanco” primario y, posteriormente, su adhesión a las mismas.

Por lo que se refiere al contacto, éste depende en gran medida de que las células del hospedero puedan ejercer una atracción mediada por las sustancias que excretan —quimiotaxis— sobre las bacterias, para que éstas logren aproximarse hasta niveles íntimos. En este contexto, el radio de acción dentro del cual puede funcionar la quimiotaxis se denomina “distancia crítica”; ésta se ha logrado calcular experimentalmente en 35 nm (35×10^{-9} m) para las células intestinales de ratón en relación con *Salmonella typhimurium*.

Una vez que se ha efectuado el contacto, el establecimiento de la bacteria en el tejido “blanco” primario

dependerá de que la primera cuente con adhesinas y, principalmente, de que éstas sean complementarias de los receptores que se encuentran formando parte de las células del hospedero. En otras palabras, una bacteria puede establecerse en un tejido sólo si las células que conforman a este último poseen receptores para la primera. Se ha demostrado que cuando *S. typhimurium* penetra por vía inhalatoria al organismo de un ratón, llega hasta los pulmones, pero no se puede establecer en las células pulmonares porque éstas no presentan adhesinas complementarias —receptores— para las de la especie mencionada. En gran medida, este tipo de fenómeno explica también la diferente falta de susceptibilidad de especie, de raza y de individuo, de un hospedero en relación con los distintos agentes infectivos.

En general, se acepta que las principales adhesinas bacterianas son sustancias fibrilares distribuidas radialmente en la superficie del microorganismo —tal como sucede con los flagelos peritricos—, cuya composición química se relaciona con su nombre específico; así, a las adhesinas de la mayoría de las bacterias Gram negativas se les conoce como fimbrias o pili y están constituidas por la proteína pilina; a las de *Pseudomonas aeruginosa* se les asigna el nombre de glicocálices (glicocálix en singular) por encontrarse formadas por glicolipoproteínas y, en cuanto a las de numerosos microorganismos Gram positivos, estas estructuras sólo reciben la denominación genérica de ácidos lipoteicoicos.

Cabe señalar que la gran mayoría de las adhesinas, tanto las de origen bacteriano como las de las células del hospedero, poseen carga neta negativa; en este contexto, se hace necesaria la presencia de cationes divalentes tales como Ca^{2+} y Mg^{2+} en el medio de reacción, para que disminuyan las fuerzas de repulsión y las adhesinas de uno y otro protagonista puedan reaccionar entre ellas.

vi. Las vías de diseminación

En general, se acepta que son cuatro las vías a través de las cuales una bacteria puede trasladarse desde un tejido en el que se encuentra establecida hasta otros:

— **Por reproducción sostenida.** En este caso, el tejido que hace las veces de destinatario suele no localizarse muy distante del que funciona como foco metastásico (remitente).

— **Por desplazamiento de las secreciones producidas en los tejidos en los que se encuentra establecida.** En muchas ocasiones, el material mucoso

y/o purulento que se genera en los tejidos colonizados por la bacteria se desplaza hacia otras regiones anatómicas obedeciendo, entre otros, a:

- Impulsos naturales relacionados con un acceso “de bajada”; por ejemplo: una secreción originada en riñón que desciende por los ureteres hasta la vejiga.
- La atracción que se ejerce sobre ellas desde los sitios en donde se originan presiones negativas en relación con la zona que colonizan. Esto sucede con las secreciones faríngeas que llegan a la cavidad timpánica al abrirse la trompa de Eustaquio.

— **Por vía hematogena (sanguínea).** Lógicamente, cuando la bacteria que se ha establecido en los tejidos origina procesos patológicos, algunas de las reacciones inflamatorias pueden resultar tan severas que provocan la erosión de los vasos y capilares sanguíneos; en esos casos, los agentes infectivos penetrarán al torrente circulatorio y lo habilitarán como una segunda parte de su vía de acceso para entrar en contacto con los órganos internos del hospedero.

— **Por vía linfo-hematogena.** En muchos de los tejidos que llegan a ser infectados, se encuentra la desembocadura de numerosos vasos linfáticos en los que los microorganismos pueden penetrar; en este sentido, se puede afirmar que si éstos cuentan con capacidad para neutralizar la acción antiparasitaria concentrada en los nódulos linfáticos, les será posible pasar de la linfa al torrente circulatorio, a través de la vena subclavia localizada en el cuello.

Bibliografía

- Beveridge T.J., Bacterial Structure and its Implications in the Mechanisms of Infection: A Short Review, *Can. J. Microbiol.*, 26[6], 643-653 (1980).
- Braude A.I., *Microbiología Clínica*, 1a. edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, 1984.
- Brock T.D., Smith D.W. y Madigan M.T., *Microbiología*, 4a. edición, México, 1987.
- Davis B.D., Dulbecco R., Eisen H.N. and Ginsberg H.S., *Microbiology*, 4th edition, J.B. Lippincott Company, Philadelphia, 1990.
- Finegold S.M. y Baron E.J., *Diagnóstico microbiológico de Bailey y Scott*, 7a. edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, 1989.
- Jawetz E., Melnick J.L. y Adelberg E.A., *Microbiología médica*, 12a. edición, El Manual Moderno S.A. de C.V., México D.F., 1987.
- Joklik W.K., Willett H.P. y Amos D.B., *Zinsser Microbiología*, 18a. edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, 1986.
- Lennette E.H., Balows A., Hausler W.J. y Shadomy H.J., *Manual de Microbiología clínica*, 4a. edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, 1987.