

Epidemiología

Factores presentes en la salud y en la enfermedad

Ft. y Biól. Xavier Rivera Hernández

Instituto de estudios Superiores de la Sierra, Plantel Zacapoaxtla.

xavier.riv.her@gmail.com

FACTORES PRESENTES EN LA SALUD Y EN LA ENFERMEDAD	1
PROCESO DE LA ENFERMEDAD INFECCIOSA	1
<i>Conceptos importantes</i>	2
<i>Enfermedad clínica y subclínica</i>	2
<i>Endémico, epidémico y pandémico</i>	4
<i>Infección primaria y secundaria</i>	5
RESERVORIOS DEL AGENTE	5
<i>Reservorios abióticos</i>	5
<i>Reservorios bióticos</i>	6
<i>Zoonosis</i>	6
FORMAS DE TRANSMISIÓN DEL AGENTE	6
<i>Contacto directo</i>	7
<i>Contacto indirecto</i>	8
<i>Vehículos inanimados</i>	8
<i>Vectores mecánicos</i>	9
<i>Vectores biológicos</i>	9
BROTOS DE ENFERMEDAD Y SUSCEPTIBILIDAD	12
<i>Determinante de los brotes de la enfermedad</i>	13
ESTADO DE PORTADOR DEL AGENTE	14
<i>Portador sano</i>	14
<i>Portador en periodo de incubación</i>	14
<i>Portador convaleciente</i>	14
<i>Portador crónico</i>	15
PUERTAS DE ENTRADA Y SALIDA	15
<i>Vías respiratorias</i>	15
<i>Tracto gastrointestinal o ano-boca</i>	16
<i>Tracto Genitourinario</i>	17
<i>Sangre</i>	18
<i>Traumatismos o punciones</i>	19
<i>La piel</i>	19
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

Unidad II. Factores presentes (agente, huésped y medio ambiente) en la salud y en la enfermedad***Proceso de la enfermedad infecciosa***

Las enfermedades se deben a una interacción entre el hospedador (una persona), al agente (p. ej., una bacteria) y el ambiente (p. ej., un suministro de agua contaminada). Aunque algunas enfermedades tienen un origen genético, casi todas se deben a la interacción entre factores genéticos y ambientales, de manera que el equilibrio exacto difiere en diferentes enfermedades. Muchos de los principios subyacentes que rigen a la transmisión de las enfermedades se pueden demostrar de manera clara empleando modelos de enfermedades transmisibles, sin embargo, los conceptos se aplican a enfermedades que no parecen ser de origen infeccioso (Gordis, 2005).

Las enfermedades se han descrito como resultado de la triada epidemiológica que se muestra en la Figura 1.

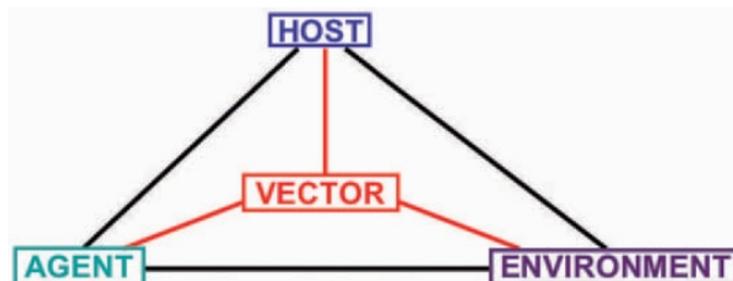


Figura 1. Triada epidemiológica de la enfermedad. Tomado de (Gordis, 2009)

De acuerdo con este diagrama, la enfermedad es el producto de una interacción entre el hospedador humano, un agente infeccioso o de otro tipo y el ambiente que favorece la exposición (Gordis, 2005).

Con frecuencia participa un vector, como el mosquito o la garrapata. Para que tal interacción tenga lugar el hospedador debe ser susceptible. La susceptibilidad humana está determinada por diferentes factores como el fondo genético y nutricional y las características inmunitarias. El estado inmunitario de un individuo está determinado por muchos factores como la exposición previa con infecciones naturales y con la vacunación.

Los factores que pueden provocar enfermedades humanas son biológicos, físicos y químicos, así como de otros tipos, como el estrés, que pueden ser más difíciles de clasificar.

Cuadro 1. Los factores que pueden estar asociados con un mayor riesgo de enfermedades humanas. Tomado de (Gordis, 2009)		
Características del hospedero	Tipos de agentes y ejemplos	Factores ambientales
Edad	Biológicos	Temperatura
Sexo	Bacterias,	Humedad
Raza	virus	Altitud
Religión	Químicos	Hacinamiento
Aduanas	Venenos,	Vivienda
Ocupación	alcohol, humo	Vecindario
Perfil genético	Físicos	Agua
Estado civil	Radiación, fuego,	Leche
Antecedentes familiares	trauma	Alimentos
Enfermedades anteriores	Nutricionales	Radiación
El estado inmunológico	Carencia, exceso	Contaminación del aire

Conceptos importantes

Enfermedad clínica y subclínica

Las enfermedades tienen un amplio espectro de severidad. El concepto de “iceberg” de la enfermedad se muestra en la Figura 2, donde la mayoría está oculta y solo está visible la punta, así como en la enfermedad donde solo la enfermedad clínica es visible (lado derecho de la Figura 2).

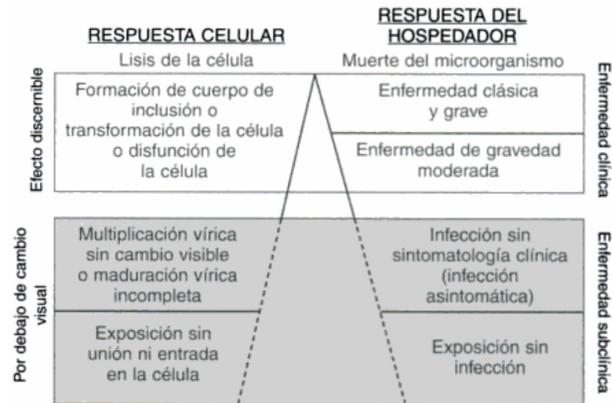


Figura 2. El concepto del "iceberg" de las enfermedades infecciosas a nivel de la célula y del hospedador.

Las infecciones sin presencia de enfermedad también son importantes, sobre todo en la red de transmisión de la enfermedad, aunque no sean visibles clínicamente.

En la Figura 2, las etapas biológicas, correspondientes a la patogénesis y la enfermedad a nivel celular se ven del lado izquierdo. El concepto de iceberg es importante porque no es suficiente contar solo los casos clínicamente visibles, sin el reconocimiento y la evaluación de la fuente de los casos no aparentes.

En la Figura 3 se muestra el espectro de gravedad de varias enfermedades. La mayoría de los casos de tuberculosis, p. ej., son asintomáticos; no obstante, esos casos pueden actuar transmitiendo la enfermedad, por ello deben ser identificados si se busca controlar la propagación de la enfermedad.

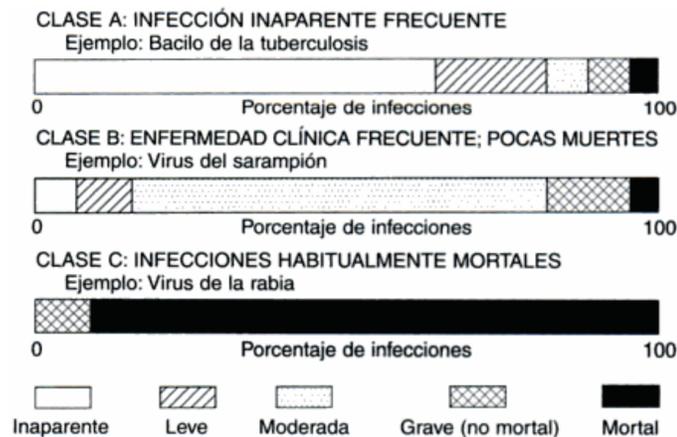


Figura 3. Distribución de la gravedad clínica entre clases de infecciones (no dibujadas a escala)

El sarampión tiene una gravedad moderada y sólo unos pocos son asintomáticos. Por otro lado, sin intervención, la rabia no tiene casos asintomáticos y la mayoría de los casos no tratados son mortales.

Por consiguiente tenemos patrones de gravedad que varían con la enfermedad. Esto depende de la virulencia del microorganismo (que tan eficaz es produciendo la enfermedad) y la zona del cuerpo en la cual se multiplica. Estos factores, además de las características del hospedador y la respuesta inmunitaria, deben tenerse en cuenta para entender como la enfermedad se propaga de un individuo a otro.

El creciente conocimiento clínico y biológico ha permitido distinguir diferentes estadios de la enfermedad.

◆ Enfermedades clínicas. Se caracteriza por signos y síntomas.

◆ Enfermedad no clínica (asintomático). Pueden ser las siguientes:

■ Enf. preclínica. Enf. que todavía no ha provocado síntomas pero que va a progresar hasta manifestarlos.

■ Enf. subclínica. Enf. que no presenta síntomas ni está destinada a presentarlos; esta se diagnostica mediante una respuesta serológica o el cultivo del microorganismo.

■ Enf. persistente (crónica). Una persona no puede desprenderse de la infección y esta por años, a veces toda la vida. Se puede presentar los síntomas años después de que se pensara que la infección se había resuelto, p. ej., el síndrome post-poliomielítico de la vida adulta.

■ Enf. latente. Una infección sin multiplicación activa del microorganismo, p. ej., cuando el Ac. nucleico vírico se incorpora a una célula como un provirus. Solo el material genético está presente en el hospedador, no el microorganismo viable.

Endémico, epidémico y pandémico

Endémico: presencia habitual de una enfermedad dentro de una región geográfica dada; o la aparición habitual de una enf. dada dentro de tal región.

Epidémico: aparición en una comunidad o región de un grupo de enfermedades de una naturaleza similar, por encima de la expectativa normal, y procedente de una fuente común o propagada (Figura 4).

Pandémico: una epidemia mundial

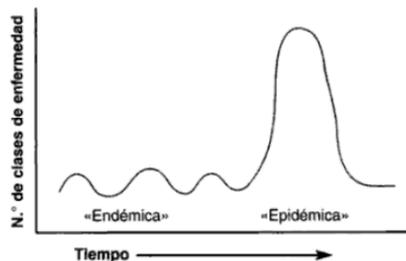


Figura 4. Enfermedad endémica frente a epidémica.

¿Cual es el número esperado de casos, el habitual? Solo se puede saber a través de la vigilancia activa (Figura 5).

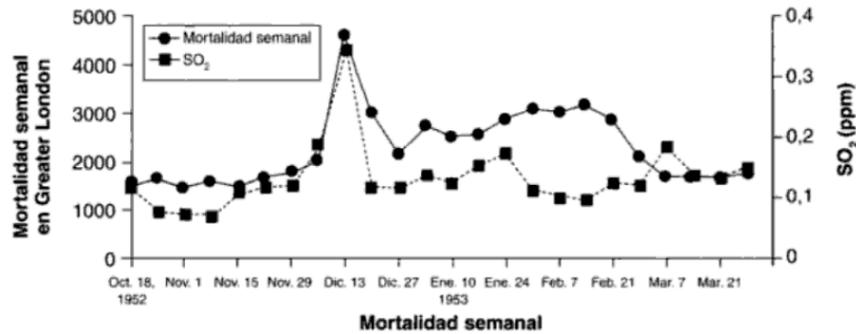


Figura 5. Mortalidad semanal aproximada y concentraciones de SO₂ en Greater London, 1952-1953.

Infección primaria y secundaria

El estado de resistencia del hospedero también determina la extensión de las infecciones. Una infección primaria es una infección aguda que causa la enfermedad inicial. Una infección secundaria es la causada por un patógeno oportunista después de que la infección primaria debilitó las defensas del hospedero. Las infecciones secundarias de la piel y las vías respiratorias son comunes y en ocasiones más peligrosas que las infecciones primarias (Tortora *et al.*, 2007).

Reservorios del agente

Ante la aparición de un caso o peor aún de un brote epidémico (véase Brotes de enfermedad, Pág. 12) de una enfermedad infecciosa, las primeras preguntas que surgen en los epidemiólogos son ¿dónde está?, ¿cómo se transmitió?, ¿cuáles son los reservorios?, ¿hay vectores? Se sabe que el agente llegó de alguna manera y que esta pasando de un individuo a otro, causando enfermedad y el primer paso para romper ese ciclo es dar respuesta a esas preguntas y así lograr los elementos de juicio necesarios para establecer medidas de control. La búsqueda de la respuesta de esas interrogantes se inicia tratando de dilucidar un posible reservorio.

En un sentido muy amplio, podemos definir reservorio como el hábitat natural del agente, ya se trate de elementos bióticos o abióticos, que mantienen al agente en la naturaleza.

Reservorios abióticos

Son los elementos inanimados que albergan o dan sustento a los agentes infecciosos, ya sea transitoria o permanentemente. Entre ellos podemos citar el suelo, el agua y algunos alimentos. En el caso del suelo, podemos señalar agentes que normalmente viven en el suelo como parte de la flora normal de éste, o bien otros que realizan parte de su ciclo vital en el suelo. El primer caso lo podemos ilustrar con una bacteria como *Clostridium tetani*, el agente causal del tétanos; se trata de una bacteria

propia del suelo que entra a nuestro organismo a través de una herida contaminada con tierra.

Existe una serie de helmintos parásitos de humanos que genéricamente son denominados "geohelmintos", ya que sus huevecillos maduran en el suelo como parte de su ciclo de vida. Un ejemplo clásico es de *Strongyloides stercoralis*; este helminto realiza un ciclo de vida libre en el suelo, donde puede permanecer como un nematodo más del suelo; sin embargo, sus formas infectantes son capaces de penetrar la piel desnuda e iniciar el ciclo infeccioso. Otro ejemplo lo constituye *Leptospira interrogans*, una bacteria zoonótica, propia de ratones, que llega al agua de ríos con la orina de los roedores, y puede mantenerse replicándose en esas agua por varios meses.

Reservorios bióticos

Como elementos bióticos están los hospederos que naturalmente padecen la infección; o bien, que se mantienen colonizados por estos en la naturaleza. Estos hospederos, pueden ser animales silvestres o unos cuantos enfermos, de tal forma que aseguran la subsistencia y transmisión del agente, lo cual permite que los parásitos se perpetúen.

Algunos agentes infecciosos tienen una gran especificidad por el hospedero, de manera que solo una especie sirve como tal; así, tenemos agentes virales y bacterianos que solo se replican en humanos; aunque, experimentalmente pueden infectar a otros animales. Algunos ejemplos son virus como los de la polio, sarampión o hepatitis A y bacterias como *Shigella dysenteriae* y *Treponema pallidum* entre otras.

Existen otros agentes que pueden afectar a diferentes animales y se mantienen en la naturaleza pasando de una especie de hospedero a otra e, incluso, accidentalmente infectar al humano cuando entra en contacto con un animal enfermo. Estos son denominados agentes zoonóticos y esos hospederos son sus reservorios.

Zoonosis

Con este término se hace referencia a agentes infecciosos que afectan a diversos animales, usualmente silvestres y, en esa cadena de mecanismos de transmisión, los humanos entran accidentalmente. Un caso común de zoonosis lo representan las infecciones por *Campylobacter jejuni*, en las cuales algunos mamíferos coma perros, gatos, bovinos, porcino, aves silvestres y pollos, entre otros, pueden estar infectados, e infectar al humano al entrar en contacto con alguno de esos animales o bien con sus productos, como puede ser la leche o la carne. Par ejemplo, en muchos países desarrollados, la carne de pollo representa la pieza clave en la mayoría de los brotes de diarrea asociada a esta bacteria y, en nuestro medio, esa bacteria es una de las más importantes en la diarrea infantil.

Formas de transmisión del agente

Las enfermedades pueden transmitirse de manera directa o indirecta. P. ej., una persona puede transmitirse de una persona a otra (transmisión directa) por medio de contacto directo. La transmisión indirecta puede producirse cuando a través de un vehículo común (aire, suministro de agua contaminada, o por vectores como el mosquito; véase el Cuadro 2.

Cuadro 2. Modos de transmisión de enfermedades. Tomado de (Gordis, 2009)	
1. Directo	a. contacto de persona a persona
2. Indirecto	a. Vehículo común
	1. Exposición individual
	2. Exposiciones múltiples
	3. Exposición continua
	b. Vector

¿Cómo pasan los agentes infecciosos de un hospedero a otro? es decir, cuales son los mecanismos de transmisión de los agentes infecciosos. Para buscar esa respuesta nos referiremos a cuatro mecanismos básicos o vías de diseminación, que Hernández-Chavarría (2002) simplifica como:

- Contacto directo
- Contacto indirecto.
 - ◆ Mediante un vehículo o vector mecánico.
 - ◆ Mediante un vector biológico.

Contacto directo

El contacto directo requiere una relación estrecha e incluso íntima en algunos casos y que a veces es muy duradera; es un mecanismo empleado por agentes infecciosos que son susceptibles a cambios del medio ambiente (por ejemplo lábil al calor o la desecación), por lo que esos agentes no sobreviven mucho tiempo fuera del hospedero. Por esa razón, requieren que el portador se ponga en contacto con un hospedero susceptible, para que el agente pase de uno a otro sin exponerse a condiciones adversas que no resistiría. Por ej., las enfermedades de transmisión sexual (ETS), como la gonorrea y la sífilis (Hernández-Chavarría, 2002).

Es prácticamente imposible que una persona adquiera esas enfermedades mediante objetos contaminados (fómites*).

Existen otros agentes que se transmiten por contacto directo, ya sea por la vía sexual, o por la contaminación con secreciones genitales o saliva. Entre estos agentes podemos citar las siguientes:

- Herpes simplex (el tipo 1 se asocia con lesiones en mucosa oral y en labios (fuegos) y el tipo 2 con lesiones en genitales).
- Virus Epstein Barr (Herpes tipo 4), se asocia con Mononucleosis infecciosa o "Enfermedad del beso"; es un cuadro febril benigno, con adenopatías generalizadas; las brotes en adultos jóvenes se asocian con transmisión mediante besos.

Este virus también se ha relacionado con algunos linfomas, incluyendo gástricos y cáncer nasofaríngeo.

* o fomes; cualquier objeto inanimado o sustancia no alimenticia que al contaminarse con agentes infecciosos puede mantenerlos y transmitirlos. p. ej., instrumentos, utensilios, ropa, vendajes, contaminados con secreciones de un enfermo.

- Citomegalovirus;
- Papilomavirus y Molluscipoxvirus: dos virus relacionados con lesiones dérmicas; el primero con la verruga vulgar (mezquinos) y el segundo con induraciones lisas conocidas como molusco contagioso. Algunos serotipos de papilomavirus (serotipos 16 y 18) se relacionan con cáncer de cuello uterino.
- *Chlamydia trachomatis*, una bacteria relacionada con vaginitis, trachoma y conjuntivitis a inclusión; éstas dos últimas entidades nosológicas se asocian con ceguera.
- *Mobiluncus*, una bacteria anaerobia relacionada con las vaginosis bacterianas.

Contacto indirecto

El contacto indirecto lo vamos a asociar con agentes capaces de sobrevivir en el ambiente, por periodos más o menos largos y que resisten condiciones adversas de desecación e incluso temperaturas altas lo cual es particularmente importante en los agentes esporulados. Una vez que han salido al ambiente pueden quedar en el suelo, pisos, ropas, contaminar aguas, alimentos o utensilios y materiales inanimados (fómites); por lo tanto, no dependen de un contacto físico entre hospederos, lo cual también puede ocurrir si se dan las condiciones necesarias.

Tal vez el mejor ejemplo de este contacto indirecto lo representan las dermatofitos, causantes de las micosis superficiales como el pie de atleta. Las esporas de esos hongos quedan en los pisos e infectan a los individuos que caminan descalzos o reposan en ese sitio (Hernández-Chavarría, 2002).

Vehículos inanimados

Se trata de otra forma de contacto indirecto, en la cual los agentes infecciosos pasan de un hospedero a otro empleando como vehículo objetos o sustancias que pueden acarrear a los agentes infecciosos. Los objetos contaminados con secreciones del enfermo, que pueden ser desde utensilios propios de un ambiente de hospital hasta utensilios domésticos, son denominados fómites (Hernández-Chavarría, 2002).

El mejor ejemplo de fómites lo representan las agujas hipodérmicas contaminadas con sangre, que constituyen una pieza clave en la transmisión de Hepatitis B, C, D, SIDA, y otras enfermedades como malaria, dengue y fiebres hemorrágicas asociadas con virus Ébola, entre otros. También, un caso notable lo constituyen los objetos (tambores, brochas, etc.) fabricados con pieles o pelo de animales enfermos con antrax o carbunco, que arrastran esporas de *Bacillus anthracis*. Ese problema se hizo particularmente notable en los Estados Unidos durante la Primera Guerra Mundial, cuando se descuidaron las medidas de control y se importaron brochas para rasurar de Asia que venían contaminadas con las esporas (Hernández-Chavarría, 2002).

El polvo también puede actuar como vehículo para agentes muy resistentes a la deshidratación o que presentan esporas como formas de resistencia. Este es el medio de transporte para algunos hongos y bacterias como los actinomicetales y los bacilos esporulados e incluso virus. Por ejemplo, se aislaron poxvirus del polvo de las salas donde se atendía a los pacientes de viruela; también se ha aislado *C. botulinum* de la tierra de macetas en las casas donde se han presentado casos de botulismo infantil, y, finalmente, una posible explicación para la legendaria maldición de los faraones se

encuentra en las artrosporas de *Coccidioides immitis*, un hongo del desierto, productor de una enfermedad mortal que se inicia con una neumonía, debido a la inhalación de esas esporas (Hernández-Chavarría, 2002).

Vectores mecánicos

Se denominan así a los animales, usualmente artrópodos, que transportan agentes infecciosos de un sitio a otro, ya sea externamente en su cuerpo o en su tracto digestivo, pero sin que ellos constituyan un eslabón en el ciclo de vida de esos agentes, o sea que solo los están transportando. En este sentido, las cucarachas y las moscas tienen los papeles preponderantes en la transmisión mecánica de agentes relacionados con diarrea. Por ejemplo, las cucarachas prácticamente colonizan las redes de alcantarillas y salen durante la noche e invaden cocinas en busca de alimento; es fácil pensar que sus cuerpos arrastran cantidades importantes de los microorganismos que existen en su ambiente. En el caso de las moscas, su relación con las diarreas ha sido mejor evaluado, pues se ha demostrado que el control de las moscas corre paralelo con la disminución de los casos de diarrea. Además es notable la atracción de las moscas por las heces de animales, incluyendo las de humanos; por lo tanto, en comunidades con mala infraestructura higiénica, donde el fecalismo ambiental es común, las moscas constituyen un problema importante. *Estos artrópodos solo transportan los agentes infecciosos y éstos agentes pueden vivir independientemente de los vectores mecánicos, el insecto solo brinda protección y transporte.*

Vectores biológicos

En este caso el microorganismo no puede vivir o al menos no puede completar su ciclo de vida si no está presente el vector biológico. Esto significa que hay un proceso de co-evolución entre el agente y su vector. Aquí el agente se ha adaptado al vector y no puede vivir sin él; sin embargo, el vector puede vivir sin el agente infeccioso; por esta razón, el hallazgo de un artrópodo vector en determinada zona, no siempre indica que allí deben existir casos de la enfermedad que se le asocia, pero, sí es motivo de alarma en salud, pues significa que, si en ese ecosistema entra el agente, infectará a los vectores y éstos propagarán la enfermedad. La llegada de ese agente infeccioso usualmente ocurre cuando llega a ese sitio un enfermo.

Un vector biológico es un organismo, usualmente un artrópodo, en el cual el agente infeccioso completa un estadio de su ciclo de vida. Sin ese vector el agente no puede vivir, pues ha evolucionado con él y lo necesita para subsistir y preservar su especie.

En el caso de agentes infecciosos donde hay un ciclo de vida que involucra estadios larvarios, como los helmintos o bien donde hay formas de reproducción asexual (donde no intervienen gametos), como ocurre con algunos protozoos parásitos; se considera que el vector biológico usualmente constituye el **hospedero intermedio**, es decir, es aquel que alberga los estadios larvarios o las formas de reproducción asexual y por lo tanto, el **hospedero definitivo** es el que alberga los adultos o donde el agente se reproduce sexualmente. La malaria constituye un caso interesante; pues el agente (*Plasmodium*) se reproduce asexualmente (mediante esquizogonía) en el hospedero

mamífero (humanos y monos), en tanto en el vector biológico (mosquito *Anopheles*) ocurre la reproducción sexual.

La presencia del dengue en Costa Rica es un ejemplo de una situación en la que el vector del dengue (mosquito *Aedes*) se detectó en la zona norte del país a inicios de la década de 1990; sin embargo, no había casos de dengue en el país, aunque la enfermedad era endémica en el resto de Centro America. Bastó que entraran al país algunos enfermos para que infectaran a los mosquitos y se iniciara la primera epidemia del dengue en 1993 y, desde esa época, la enfermedad ha permanecido endémica en el país (Hernández-Chavarría, 2002).

Algunos vectores biológicos importantes en el país son las chinches bebe sangre transmisores de *Tripanosoma cruzi*, el agente causal de la enfermedad de Chagas; los mosquitos vectores de la malaria (*Anopheles*) y del dengue (*Aedes*) y garrapatas transmisoras de *Rickettsia rickettsi*, como se ha detectado en la zona norte de la Costa Caribe del país. El Cuadro 3 ilustra algunos de los vectores biológicos más importantes.

Cuadro 3. Vectores biológicos de algunas enfermedades (Hernández-Chavarría, 2002)

Vector		
Nombre vulgar	Nombre científico	Enfermedad (tipo de agente)
Mosquitos o zancudos	<i>Aedes spp.</i>	Dengue, fiebre amarilla y encefalitis viral
	<i>Anopheles</i>	Malaria (Coccidio, protozoa)
	<i>Culex</i>	Filariasis (Nematodo, helminto)
	<i>Simulium</i>	Oncocercosis causante de ceguera (Nematodo, helminto)
	<i>Phlebotomus, Lutzomia</i>	Leishmaniasis (Flagelado, protozoo)
	<i>Culicoides</i>	Leishmaniasis visceral (Flagelado, protozoo)
Chinches bebe sangre	<i>Triatoma, Rhodnius</i>	Enfermedad de Chagas (Flagelado, protozoo)
Pulgas	<i>Xenopsiella</i> y otras pulgas	Plaga (Enterobacteriaceae, bacteria)
Piojos	<i>Pediculus</i>	Tifo epidémico, fiebre de las trincheras (<i>Rickettsia</i> , bacteria)
Acaros	<i>Trombicula</i>	Fiebre tsutsugamuchi (Orientia, bacteria)
Garrapatas	<i>Dermatocentor</i>	Fiebres manchadas (<i>Rickettsia</i> , bacteria)
	<i>Ixodes</i>	Enfermedad de Lyme (<i>Borrelia</i> , bacteria)

Respecto a la posibilidad que tienen un individuo de afectar a un número de persona en un tiempo corto, Mims señala que, un sujeto infectado puede transmitir la gripe o el resfriado común a muchos otros en el transcurso de una hora en una habitación muy poblada Figura 6. También una infección venérea podría propagarse progresivamente de una persona a otra, si fuese capaz de mantenerse por sí misma en la naturaleza, pero sería una tarea formidable transmitir una infección venérea de esa manera (Gordis, 2005).



Figura 6. Dispersión tras un estornudo. Tomado de (Gordis, 2009).

Microorganismos diferentes se propagan por diferentes vías, y su potencial para que este produzcan brotes depende de sus características, como su velocidad de crecimiento, y la vía por la cual se transmite de una persona a otra.

La Figura 7 muestra un diagrama de las superficies corporales humanas como zonas de infección y diseminación de microorganismos. El tubo digestivo es un tubo abierto, y los sistemas respiratorio y urogenital como invaginaciones ciegas. La piel es otro portal susceptible de infección, sin embargo cabe señalar que: la piel no es un portal de entrada exclusivo de los agentes, y que las infecciones pueden adquirirse por más de una ruta. Cada ruta ofrece oportunidades para agentes infecciosos y no infecciosos, tales como toxinas ambientales que puedan ser ingeridas, respiradas o absorbidas a través de la piel.

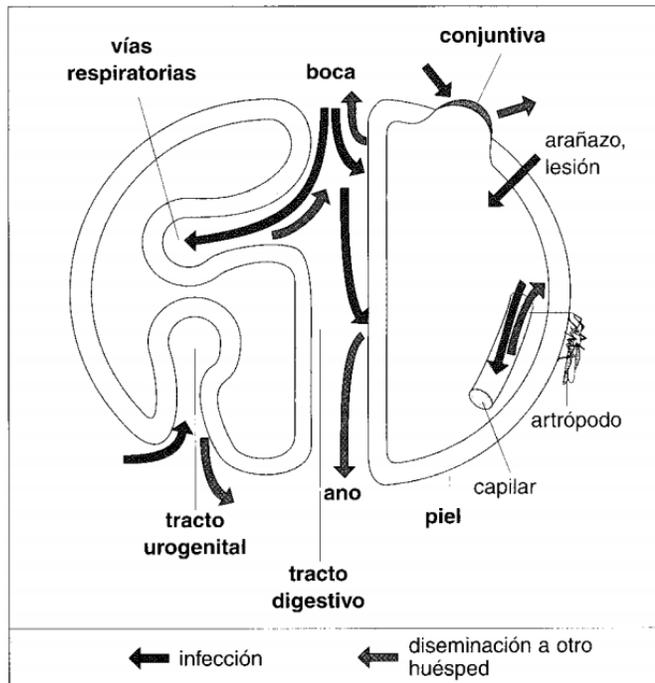


Figura 7. Las superficies corporales como lugares de infección y diseminación microbiana. Tomado de (Mims *et al.*, 1999).

Ya sea durante una condición infecciosa o una no infecciosa, las características clínicas y epidemiológicas de la enfermedad se relacionan con el sitio de la exposición y la puerta de entrada (Gordis, 2005).

Brotos de enfermedad y susceptibilidad

Supongamos que un alimento se contamina con un microorganismo. Si se produce un brote en el grupo de personas que ha consumido el alimento, se habla de una **exposición a un vehículo común**, porque los casos aparecen en personas expuestas al alimento en cuestión. El alimento puede servirse solo una vez (p. ej., en el almuerzo) y dar lugar a una **única exposición** en las personas que lo consumen, o puede servirse más de una vez, provocando **exposición múltiple** en las personas que lo consumen más de una ocasión.

En un suministro de agua contaminado de aguas residuales, la contaminación puede ser **periódica**, debido a cambios de presión en los suministros de agua que causa contaminación intermitente; o **continua**, en la cual una fuga constante origina una contaminación persistente.

El cuadro epidemiológico que se manifiesta depende de si la exposición es única, múltiple o continua.

Los brotes más visibles y fáciles de explicar se centran en la exposición única, el brote por un vehículo común.

Sus características.

■ I. Son explosivos con un incremento rápido y brusco en el número de casos de enfermedad de una población.

■ II. Los casos se limitan a personas que comparten la exposición común, es decir, en la primera onda de casos no esperaríamos ver la enfermedad en personas que no se han expuesto a no ser que hubiera otra fuente de enfermedad en la comunidad.

■ III. En un brote transmitido a través de la comida, los casos raramente aparecen en personas que adquieren la enfermedad a partir de un caso primario (Figura 8).

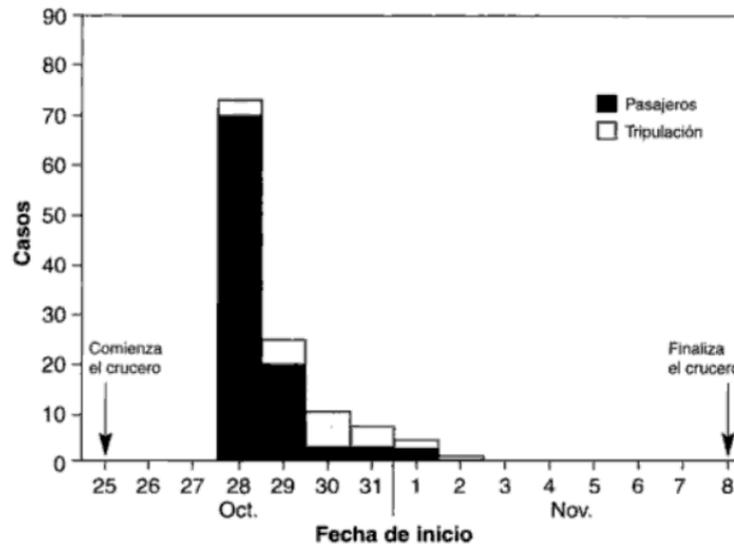


Figura 8. Número de pasajeros y miembros de la tripulación que comunicaron a la enfermería de gastroenteritis aguda durante un crucero de 14 días de España a Florida en función de la fecha de inicio de la enfermedad, entre el 25 de octubre y el 8 de noviembre de 2002.

Determinante de los brotes de la enfermedad

El grado de enfermedad de una población depende del equilibrio entre el número de personas de esa población que son susceptibles, y por tanto tienen riesgo de sufrir la enfermedad, y el número de personas que no lo son, o inmunes (sin riesgo). Pueden ser inmunes por haber tenido la enfermedad o porque estén inmunizados. También pueden no ser susceptibles por una base genética. Si toda la población es inmune no surgirá una epidemia.

Sin embargo, el equilibrio se puede ver alterado en algún punto entre la inmunidad y la susceptibilidad, al estar del lado de la susceptibilidad aumenta la probabilidad de que ocurra un brote (Gordis, 2005).

Estado de portador del agente

El sujeto alberga el microorganismo pero no está infectado, ya que los estudios serológicos no lo confirman (no hay respuesta de anticuerpos), tampoco hay signos de enf. clínica. Esta persona puede infectar a otras, aunque la infecciosidad es menor. El estado de portador puede tener duración limitada o ser crónico (meses o años; p. ej. Mary "la tifosa", portadora de. 20 años de *Salmonella typhi*) (Gordis, 2005).

Un portador es el individuo que alberga y disemina al agente. Puede ser la persona que sufrió la infección, aunque aún no manifieste el cuadro clínico, es decir, está incubando la enfermedad; o bien, no la llegue a manifestar. También puede ser el individuo que se enfermó y se curó, pero que queda diseminando los agentes infecciosos (Hernández-Chavarría, 2002).

Portador sano

Epidemiológicamente es muy importante, pues se trata de un individuo que se infectó con el agente pero no manifestó la enfermedad; es decir, que esa infección transcurrió en forma subclínica o los síntomas fueron tan leves que pasaron inadvertidos. Puede tratarse de un individuo sano que alberga en su cuerpo a un agente infeccioso, que puede ser muy virulento y lo disemina mediante sus excretas o lo lleva en su garganta y lo disemina al hablar, toser, etc (Hernández-Chavarría, 2002).

La importancia del portador sano es trascendental cuando el trabajo de esta persona favorece la diseminación del agente.

Ejemplos:

- ◆ Se trata de un agente entérico, productor de diarrea y la persona que lo alberga trabaja manipulando alimentos.
- ◆ El agente se aloja en la garganta o en las manos de un médico o una enfermera que atiende a pacientes inmunocomprometidos o recién nacidos.
- ◆ El agente se transmite por contacto sexual y el portador es una persona muy promiscua.

Portador en periodo de incubación

Situación que inicialmente es similar a la anterior. La persona se infecta y permanece en el periodo de incubación de la enfermedad; esto es, que aun no manifiesta la enfermedad, la persona no está consciente del problema infeccioso. Es epidemiológicamente importante en las ETS (enfermedades de transmisión sexual), especialmente en individuos promiscuos, p. ej., el periodo de incubación de la gonorrea es de siete días, el de la sífilis de 10 días; en este tiempo la persona no se percata de la enfermedad y estará diseminando la enfermedad. El SIDA es peor, ya que posee un periodo de ventana (periodo en el que no hay evidencia serológica de la infección), de meses o años, tiempo en que pueden diseminar la enfermedad (Hernández-Chavarría, 2002).

Portador convaleciente

Es el individuo que, luego de haberse recuperado de la enfermedad, continúa excretando el agente durante la fase de convalecencia; esto es, unos días o semanas

luego del cuadro clínico, como suele ocurrir en algunas infecciones; por ejemplo, en las infecciones virales de la niñez, como el sarampión o la rubéola, una vez que desapareció el cuadro dérmico el virus se excreta hasta por una semana. En estos casos, el control de los portadores es más simple que en los casos anteriores, pues epidemiológicamente se conoce su potencial infeccioso y, dependiendo de la enfermedad y del trabajo del individuo, se puede prolongar el periodo de incapacidad para evitar la diseminación (Hernández-Chavarría, 2002).

Portador crónico

Es una variante del anterior, pero en el cual el estado de portador es de meses e incluso de años, como ocurre con algunos casos de fiebre tifoidea (*Salomonella typhi*) o en diarreas por *Campylobacter*. En ambos casos, la bacteria responsable sobrevive en el hospedero y la sigue eliminando con las heces aún por más de un año. Incluso se habla de portador permanente, como ocurre en infecciones con el virus de la hepatitis B, en los cuales el virus se sigue replicando en el tejido hepático manteniendo una viremia permanente; por esa razón, se rechaza a los donadores de sangre si han sufrido de hepatitis, pues su sangre es potencialmente infecciosa. Una situación similar la tenemos con las infecciones por el virus de la inmunodeficiencia humana pues, aunque el paciente no presente el cuadro de SIDA, los virus circulan en su sangre. Ante estas condiciones siempre que manipulemos muestras de sangre debemos tener presentes todos los cuidados de bioseguridad (Hernández-Chavarría, 2002).

Puertas de entrada y salida

¿Cómo salen los agentes infecciosos del hospedero?, ¿Cómo entran al nuevo hospedero?

En epidemiología se denominan puertas de salida y entrada respectivamente a esas vías por las cuales el agente infeccioso logra abandonar a un hospedero para ir a infectar a otro. En algunos casos ambas puertas son similares, p. ej., infecciones respiratorias; pero en otros, como en las diarreas, ambas puertas son diferentes.

Vías respiratorias

En el caso de las enfermedades respiratorias, las puertas de salida y entrada son las propias vías respiratorias. P. ej., un individuo resfriado estornuda y esparce un aerosol de partículas de saliva, moco y pus, que lleva fragmentos de células con los virus que le provocaron ese cuadro clínico, sale de sus vías respiratorias (puerta de salida). Durante la inspiración introducimos dicho material, incluido los virus (Hernández-Chavarría, 2002).

También tenemos agentes que viven como parte de la flora normal de determinados nichos ecológicos y, cuando los invadimos, nos exponemos a esos agentes. P. ej., algunos hongos, como *Histoplasma capsulatum* y *Cryptococcus neoformans*; el primero se relaciona con murciélagos y lo encontramos creciendo en sus materias fecales acumuladas en el piso de las cavernas donde habitan. Los espeleólogos y turistas se aventuran a explorar las cavernas y se exponen a las esporas del hongo, suspendidas en el aire de la caverna; entran por la vía respiratoria y se establecen en el tejido pulmonar.

Cryptococcus neoformans representa un ejemplo similar, en este caso el agente se asocia con las excretas de aves como palomas y gallinas. Para ambos agentes, la puerta de entrada es el tracto respiratorio.

Tracto gastrointestinal o ano-boca

En este caso ambas puertas son diferentes. Estas vías y puertas de salida y entrada se resumen coma: **ano-mano-boca**, cuando los agentes infecciosos se excretan directamente en las heces, coma ocurre con los virus, las bacterias y protozoos intestinales. O bien como: **ano-suelo-mano-boca**, cuando el agente requiere madurar en el suelo, coma ocurre con los geohelminths (*Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichiura*), cuyas formas infecciosas ingerimos con alimentos contaminados con el suelo, a su vez contaminado con excretas o aguas negras, coma puede ocurrir con hortalizas que se consumen sin cocción. También esta el **mecanismo ano-suelo-piel**, cuando el agente madura en el suelo; pero las larvas infecciosas atraviesan activamente la piel desnuda, tal coma ocurre con las uncinarias (*Ancylostoma duodenale* o *Necator americanus*) o con *Strongyloides stercoralis* (Hernández-Chavarría, 2002).

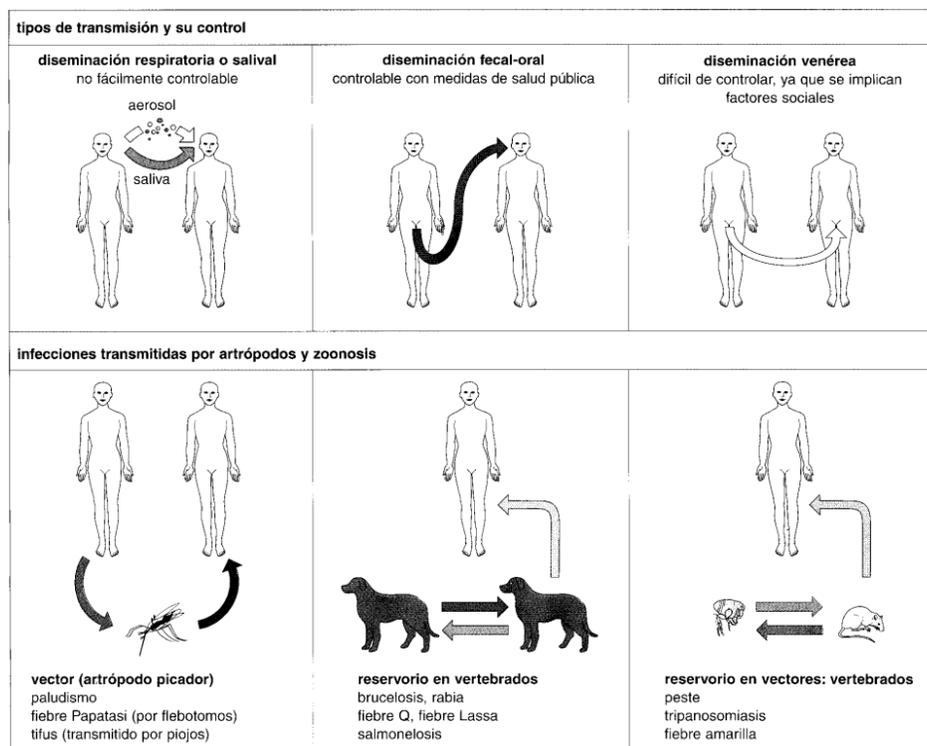


Figura 9. Tipos de transmisión y su control. Las infecciones transmitidas por artrópodos y las zoonosis se pueden combatir al controlar los vectores la infección animal. En la práctica, no hay transmisión de persona a persona en estas infecciones (Mimæt *al.*, 1999).

Tracto Genitourinario

Epidemiológicamente, ambos tractos (urinario y genital) muestran diferencias significativas en su flora normal y a su función como puertas de entrada o salida de agentes infecciosos.

a) Tracto urinario

La parte externa de la uretra presentara una flora similar a la de la piel de esas zonas, sin embargo esta va disminuyendo conforme se avanza hacia la vejiga, por lo tanto, la orina no posee bacterias bajo condiciones normales. Durante una infección de vías urinarias, de origen ascendente, las bacterias penetran y ascienden por la uretra hasta alcanzar la vejiga, provocando desde una bacteriuria asintomático, una cistitis e incluso una pielonefritis. Aquí la puerta de entrada suele ser el meato urinario, contaminado con bacterias fecales y la vía de infección es ascendente (recorrido de las bacterias desde afuera hacia la parte mas profunda del tracto urinario). La puerta de salida seria a través de la orina, lo cual no representa una fuente de contaminación importante.

b) Tracto genital

La mayoría de las infecciones del tracto genital las asociamos con enfermedades de transmisión sexual.

También la tricomoniasis (*Trichomonas vaginalis*) se considera de transmisión sexual. En todas ellas, la puerta de salida y la puerta de entrada es el tracto genital y, por lo tanto, se requiere un contacto íntimo para que los agentes infecciosos pasen de un hospedero al otro. Sin embargo, la infección puede ocurrir de la madre al hijo; por ejemplo, en la sífilis, la transmisión ocurre vía transplacentaria, desencadenando un cuadro congénito; y, en la gonorrea, el niño se infecta durante el parto al ponerse en contacto con las secreciones vaginales; por lo tanto, en este caso el cuadro es neonatal. Otro agente cuya transmisión se considera vía sexual es la infestación por piojillo (*Phthirus pubis*).

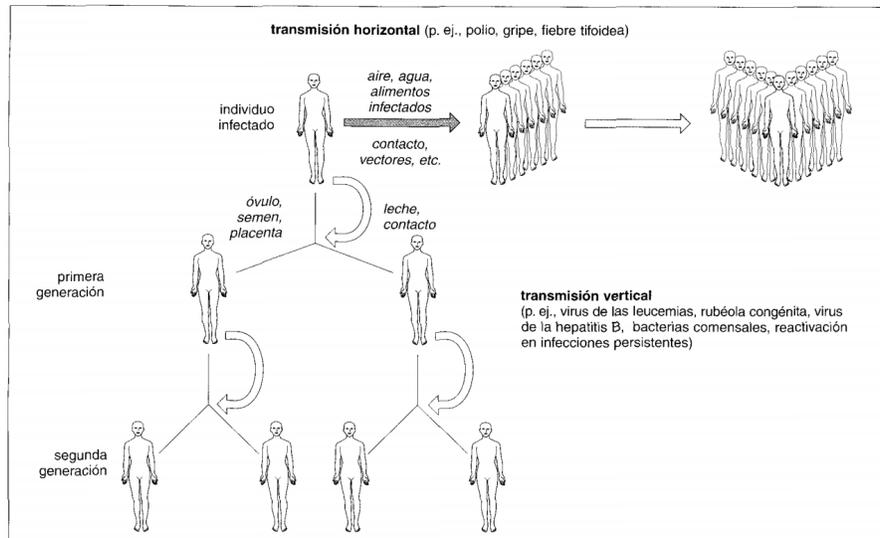


Figura 10. Transmisión vertical u horizontal de la infección. La mayoría de las infecciones se transmiten horizontalmente, como sería de esperar en las poblaciones humanas hacinadas. La transmisión vertical se hace más importante en pequeñas comunidades aisladas (Mimæt al., 1999).

Sangre

Algunos agentes infecciosos que pueden invadir el torrente sanguíneo, aunque tengan un órgano blanco específico, tendrán como puerta de salida la sangre. El ejemplo más notable lo representa la hepatitis causada por el virus de la hepatitis B; en esta condición, la infección ocurre en el hígado, pero el virus invade la sangre (lo que se conoce como viremia). Este mismo patrón lo encontramos con otros virus de la hepatitis como la C y D[†], y también con el agente causal del SIDA. En estas enfermedades una de las puertas de salida más importantes la representa la sangre y la puerta de entrada se trata de un traumatismo o un pinchazo con una aguja contaminada con la sangre del enfermo. Los dos ejemplos por antonomasia de esta condición son Hepatitis B y SIDA; sin embargo, la probabilidad de adquirir la infección por esa vía es del 30% con hepatitis B y de solo el 0,6% con SIDA, esto debido a las concentraciones de virus en la sangre del enfermo y a la mayor susceptibilidad de este virus a condiciones ambientales.

Tanto en el SIDA como en la hepatitis B la transmisión puede ser sexual, especialmente mediante relaciones homosexuales masculinas. En el SIDA esta es la vía más importante actualmente; pues se ha controlado bastante la transmisión hematogena (vía sanguínea), la cual fue muy importante en la década de 1980, cuando apareció la enfermedad y se desconocía su epidemiología. Ahora, se hacen pruebas de escrutinio a los donadores de sangre y se descartan las sangres contaminadas con el VIH y se garantiza que los hemoderivados comerciales ten libres de tal virus.

La vía Sanguínea, como puerta de salida, tiene un carácter importante en muchas infecciones en las cuales existe un vector biológico hematógeno, como ocurre con virosis como la fiebre amarilla, el dengue y algunas encefalitis; infecciones bacterianas como la peste y rickettsiosis; y parasitosis como la enfermedad de Chagas y la malaria.

[†] Los virus de la hepatitis A y E se transmiten por contaminación fecal.

Traumatismos o punciones

Existen condiciones clínicas debidas a agentes infecciosos que constituyen parte de la flora normal del suelo. Estos encuentran su puerta de entrada cuando el hospedero sufre un traumatismo o una punción con una aguja o una astilla, que rompa la piel y les permita ingresar a los tejidos más profundos, donde se reproducen, formando un absceso, a partir del cual pueden producir toxinas o diseminarse al resto del organismo. En estos casos no se conoce la transmisión de paciente a paciente; por lo tanto, la puerta de salida no tiene importancia. Algunos ejemplos son: Bacterias como *Clostridium tetani*, *Chromobacterium violaceum* y algunos hongos como los agentes de la cromomicosis o cromoblastomicosis y *Sporotrix schenckii*, agente causal de abscesos dérmicos (esporotricosis), que se pueden confundir con leishmaniasis. En general, estos agentes son parte de la flora normal del suelo o de materia vegetal en descomposición.

La piel

Existen agentes capaces de penetrar la piel sana o bien establecerse en ella; para ellos, la propia piel representa la puerta de entrada y, en algunos casos también, la puerta de salida.

Un ejemplo que ilustra esta condición lo representan las micosis subdérmicas o dermatofitos, las que corrientemente denominamos tiñas y que, en el caso de los pies, el vulgo les llama "pie de atleta". El hongo afecta el estrato corneo de la piel y sus anexos (pelos y uñas) causando la queratosis característica de las tiñas. Las escamas dérmicas desprendidas llevan las esporas del hongo; por ello, fácilmente nos contagiamos cuando caminamos descalzos o usamos baños públicos como ocurre en los gimnasios, de donde proviene el apelativo de "pie de atleta". La viruela presentaba una vía de transmisión que también involucraba escamas dérmicas; afortunadamente, fue la primera enfermedad erradicada .

Las larvas infecciosas de algunos parásitos intestinales como los nematodos *Strongyloides stercoralis* y las uncinarias (*Necator americanus* y *Ancylostoma duodenale*), que desarrollan parte de su ciclo vital en el suelo, son capaces de penetrar la piel desnuda, sin que medie un traumatismo. En estos casos el individuo parasitado aloja los adultos de esos parásitos en el intestino y las larvas (*S. stercoralis*) o los huevecillos (uncinarias) salen con las heces del paciente y, si llegan al suelo, maduran realizando allí parte de su ciclo vital y desarrollando las formas infecciosas, capaces de penetrar la piel desnuda. En estos casos, la puerta de salida la representan las heces y la puerta de entrada es la piel; por esa razón, los parasitólogos resumen el ciclo epidemiológico de estos parásitos como: ano-suelo-piel.

Referencias bibliográficas

- Gordis, L. (2005). Dinámica de la transmisión de la enfermedad. En Epidemiología (Elsevier España), pp. 15-31.
- Gordis, L. (2009). The dynamics of disease transmission. En Epidemiology (Elsevier/Saunders), pp. 19-36.

Hernández-Chavarría, F. (2002). Introducción. En Fundamentos de epidemiología: el arte detectivesco de la investigación epidemiológica (EUNED), p. 165.

Mims, C., Playfair, J., Roitt, I., y Mims, B. C. (1999). Entrada, salida y transmisión. En Microbiología Medica (Harcourt Brace), pp. 91-110.

Tortora, G. J., Funke, B. R., y Case, C. L. (2007). Principios de enfermedad y epidemiología. En Introducción a la microbiología (Ed. Médica Panamericana), p. 420.