

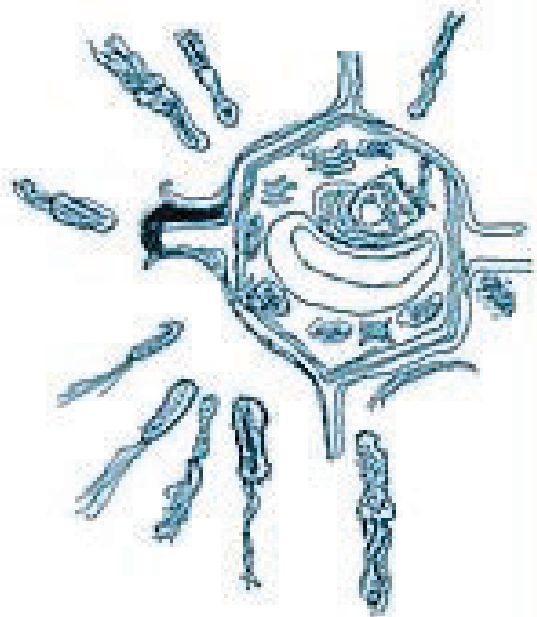
colección textos

# MICROBIOLOGÍA PARA ENFERMEROS

[ preguntas y respuestas ]

textos  
textos  
textos  
textos  
textos  
textos  
textos

Gabriela Delgado Murcia



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS

Facultad de Ciencias

Saber más y formar mejor

# MICROBIOLOGÍA PARA ENFERMEROS

Preguntas y respuestas

Gabriela Delgado Murcia



# MICROBIOLOGÍA PARA ENFERMEROS

Preguntas y respuestas

Gabriela Delgado Murcia



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE FARMACIA

## MICROBIOLOGÍA PARA ENFERMEROS

Preguntas y respuestas

© Gabriela Delgado Murcia

© Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias  
Departamento de Farmacia

Primera edición, 2009

ISBN: 978-958-719-246-9

Diagramación y diseño de carátula: Andrea Kratzer

Ilustración carátula: Juan Felipe Rivadeneira Delgado  
Santiago Rivadeneira Delgado

Impresión:

Editorial Universidad Nacional de Colombia

[direditorial@unal.edu.co](mailto:direditorial@unal.edu.co)

Bogotá, Colombia

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Delgado Murcia, Lucy Gabriela, 1970-

Microbiología para enfermeros : preguntas y respuestas/ Gabriela Delgado Murcia.  
–Bogotá : Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Farmacia, 2009

160 p.

ISBN : 978-958-719-246-9

1. Microbiología médica 2. Diagnóstico microbiológico 3. Infecciones nosocomiales 4. Microorganismos patógenos I. Tít

CDD-21 616.01 / 2009

*A Dios.*

*A mi familia.*

*A mis tesoros: Alexis, Juan Felipe y Santiago.*



## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Introducción .....	9
Capítulo 1	
La célula .....	11
Preguntas Capítulo 1 .....	19
Capítulo 2	
Microorganismos de importancia clínica: virus .....	41
Preguntas Capítulo 2 .....	45
Capítulo 3	
Microorganismos de importancia clínica: bacterias .....	52
Preguntas Capítulo 3 .....	60
Capítulo 4	
Microorganismos de importancia clínica: levaduras y hongos .....	80
Preguntas Capítulo 4 .....	82
Capítulo 5	
Microorganismos de importancia clínica: parásitos .....	87
Preguntas Capítulo 5 .....	92



Capítulo 6	
Control microbiano: desinfectantes y antibióticos .....	102
Preguntas Capítulo 6 .....	112
Capítulo 7	
Control microbiano: respuesta inmune .....	120
Preguntas Capítulo 7 .....	124
Capítulo 8	
Infección nosocomial. Muestras clínicas .....	134
Preguntas Capítulo 8 .....	144
Sección de respuestas .....	152
Bibliografía .....	157

## INTRODUCCIÓN

El profesional de la enfermería, para cumplir como corresponde con el ejercicio de su actividad, debe contar con una formación mínima en diversas ramas del conocimiento. El estudio de la microbiología es en este sentido, fundamental para procesos como el control, el tratamiento y, por ende, la prevención de enfermedades, en particular, aquellas catalogadas como infecciosas. Como miembro del cuerpo de salud en estamentos públicos y privados, es el enfermero el profesional sobre el cual recae la responsabilidad del paciente en todas sus dimensiones, incluyendo el manejo del individuo enfermo y la prevención de enfermedades en el individuo sano. Ninguna de estas tareas podría cumplirse si no se cuenta con la preparación científica y académica suficiente para el desempeño de su labor.

La microbiología médica, crucial en el quehacer de la enfermería, es de manera sencilla, el estudio de virus, bacterias, hongos y parásitos cuyo desarrollo y propagación involucra interacciones con el ser humano. Durante dicha interacción, se inducen cambios reversibles o irreversibles en las células hospederas, que a su vez se relacionan con signos y síntomas clínicos que en algunos casos son comunes para muchas de las enfermedades. Pero toda interacción entre microorganismo y hospedero sólo se puede generar si hay un reconocimiento mediado por sustancias presentes en cada una de las partes. Esta relación bioquímica entre moléculas, conocida técnicamente como *relación receptor-ligando*, es base fundamental para que los microorganismos tengan el tropismo o afinidad no sólo por especie sino por células particulares, lo que, por consiguiente, se asocia con el compromiso de tejidos, órganos o sistemas luego de la invasión por un determinado microorganismo.

Luego del ingreso y la subsiguiente invasión del blanco específico en el hospedero adecuado, el microorganismo genera lo que se conoce como *infección*, es decir, el desarrollo de un microorganismo en un ambiente adecuado (en nutrientes, pH, temperatura, gases, entre otros). No obstante, la infección puede ser controlada por el sistema inmune, primer “antibiótico” natural con el que cuenta el organismo atacado para detener la ofensiva microbiana. Si en esa “lucha” el sistema inmune no es capaz de controlar el desarrollo del agente microbiano, se requiere el uso de sustancias externas, los antibióticos (con variados espectros de eficacia), para eliminarlo y controlar lo que ya para ese momento se constituye en enfermedad (con signos y síntomas clínicos característicos que conllevan al deterioro de las condiciones del hospedero).

Si los enfermeros son los profesionales llamados a la administración de medicamentos a pacientes con enfermedades y a la planeación y ejecución de programas de control y prevención de patologías, entre otros, ¿cómo lograr ese objetivo con calidad sin conocer al microorganismo y su manera de interactuar, invadir y propagarse en el hospedero? La respuesta es sencilla, se debe conocer al máximo el microorganismo para saber cómo y con qué controlarlo.

Finalmente, y como valor agregado, en la ejecución de los programas de prevención y control de enfermedades, los enfermeros son ejes principales para el éxito de los mismos; sin embargo, son muy pocos los profesionales de la enfermería que se involucran en el diseño y desarrollo de programas de prevención. Una de las razones por las cuales he decidido elaborar este texto, es la necesidad de consolidar la formación del enfermero en microbiología para hacer mucho más activa, dinámica y destacada su participación en la construcción y evaluación de programas en el área de salud.

Este libro fue escrito con el propósito de favorecer el proceso de auto-evaluación del profesional de la enfermería, lo que a su vez le permitirá reforzar conocimientos básicos de microbiología clínica, fundamentales en su desempeño laboral. Para obtener un mejor resultado en el proceso se sugiere atender la siguiente información:

1. Lea cuidadosamente la pregunta y no responda si tiene dudas acerca de la respuesta: en todos los casos la respuesta es *única*.
2. Si desconoce la respuesta o tiene dudas acerca de la pregunta, consulte en textos actualizados que le permitan recordar o que le den la respuesta en un contexto más amplio.
3. Responda las preguntas en orden y por temáticas y sólo después de haber respondido un número considerable de ellas, verifique las respuestas en el capítulo final de este texto.
4. Si usted encuentra que respondió menos del 70% de las preguntas de la temática revisada, se recomienda repasar más ampliamente el tema, ya que este porcentaje sugiere falencias en su conocimiento sobre ese capítulo de la microbiología.
5. Procure asociar conceptos y recuerde siempre que una buena preparación conlleva un mejor desempeño profesional, que por ende, trasciende a un mejor servicio social y a la preservación de la vida.

## CAPÍTULO 1

### La célula

Es fundamental el estudio de la célula para la comprensión de la microbiología. Son células las que en un 90% constituyen los microorganismos y en un 100% las que son invadidas o afectadas por la acción de los agentes microbianos. Se habla de un 90% en los microorganismos, debido a que la virología se ha incorporado en la microbiología, pero cuyos agentes, los virus, no constituyen por sí mismos una unidad celular. En general, se puede definir la *célula* como la más sencilla unidad fundamental de la vida.

En múltiples textos se clasifican las células de acuerdo con su origen (vegetal o animal), con los elementos que requieren para su metabolismo (nutrientes, temperatura, gases, etc.), con su manera de dividirse (sexual, asexual, mitosis, meiosis, fisión binaria, partición, por ejemplo), entre otros elementos. Sin embargo, la manera más común y fácil para clasificarlas es de acuerdo con las estructuras y organelos que presentan. En este sentido, las células se pueden clasificar en procariotas y eucariotas, que significa “antes del núcleo” y “verdadero núcleo”, respectivamente. Por lo tanto, la célula procariota carece de un núcleo verdadero, sin que esto signifique carencia de material genético. De hecho, tanto procariotas como eucariotas poseen ácido desoxirribonucleico (ADN) capaz de regular todos sus procesos. La carencia de un núcleo verdadero en la procariota, se refiere a la carencia de envoltura nuclear que proteja el material genético, la cual sí está presente y organizada en la célula eucariota. Otras estructuras comunes entre procariotas y eucariotas son la membrana celular, plasmática o citoplasmática, el citoplasma o citosol y los ribosomas.

La *membrana celular* rodea la célula y le concede la propiedad de permeabilidad selectiva, lo que quiere decir que, dependiendo la interacción de las sustancias que se requieran movilizar con las moléculas presentes en la membrana, se les otorga el “permiso” de entrar o salir. Son también estas moléculas de la superficie de la membrana plasmática, las reconocidas por los microorganismos para que se suscite la correspondiente interacción. La membrana está constituida por lípidos, proteínas y glúcidos, y combinaciones entre ellos, lo cual le concede la característica de hidrofobicidad propia de las membranas celulares. Las membranas están dispuestas en forma de mosaico fluido, lo cual indica que en medio

de las dos capas hidrofóbicas hay un componente hidrofílico que le otorga un alto grado de fluidez. Acorde con lo anterior, la membrana está relacionada con procesos de transporte, reconocimiento y comunicación celular.

El *citósol* (solución celular), es una solución acuosa donde se encuentran sales, azúcares, aminoácidos, ácidos grasos y nucleótidos, y en la cual se ubican las demás estructuras de la célula. Para darle soporte al citoplasma y su contenido, se genera una red de fibrillas proteicas denominada *citoesqueleto* (microtúbulos, microfilamentos y filamentos intermedios) cuya función además del soporte, es conferir la plasticidad propia de la célula.

El *ribosoma* es otra de las estructuras comunes para procariotas y eucariotas, sin embargo, las subunidades que lo conforman son diferentes en unas y otras células. La función del ribosoma es la síntesis de proteínas, fundamental para múltiples procesos celulares, incluyendo el reconocimiento e interacción con otras células (*relación receptor-ligando*). Los ribosomas están constituidos por dos subunidades: la grande o mayor y la pequeña o menor, que una vez unidas o ensambladas inician el proceso de traducción o síntesis proteica. Las dos subunidades de la célula procariota son, en tamaño y peso molecular, más pequeñas con respecto a la eucariota.

La gran mayoría de las células procariotas poseen una estructura sobrepuesta a la membrana citoplasmática, cuyas funciones resultan compartidas entre las dos, que se denomina *pared celular*. La presencia de pared y las características bioquímicas de la misma, permiten la clasificación de diversos tipos celulares que serán descritos en mayor detalle en el capítulo 3, debido a que las bacterias hacen parte del grupo de las células procariotas. Se resalta que, si bien la presencia de pared es un criterio diferencial entre procariotas y eucariotas, toda regla tiene su excepción, que para este caso es la célula vegetal y los hongos y levaduras, grupos de células eucariotas cuya posesión de pared celular es característica.

Los organelos de locomoción también son criterio diferencial entre procariotas y eucariotas. Aquellos microorganismos procariotas con capacidad de desplazamiento poseen *flagelos* (que literalmente significan látigos) como único organelo de locomoción. En el nivel eucariota, sólo algunas células cuentan con flagelos como medio de movimiento; sin embargo, otras eucariotas más complejas pueden moverse por medio de cilios y con estructuras más elaboradas como los pseudópodos. El flagelo cuenta con tres partes claramente identificadas: el filamento, el gancho y el cuerpo basal. El filamento está conformado por una proteína denominada *flagelina*, y los distintos tipos de flagelina sirven también como criterio de clasificación para algunas bacterias. El gancho o codo sirve como eje para

---

---

favorecer el movimiento rotatorio del filamento. El cuerpo basal está insertado en la pared celular por medio de anillos y llega hasta la membrana citoplasmática. El número de flagelos y su disposición también pueden ser empleados como criterios de clasificación; de este modo, un solo flagelo en un único extremo de una célula se denomina *flagelo monótrico*; un flagelo en cada extremo de la célula se conoce como *flagelo anfítrico*; dos o más flagelos en uno o en ambos extremos de la célula se denominan *flagelos lofótricos*. Cuando los flagelos son múltiples y recubren toda la superficie celular, se conocen como *flagelos perítricos*.

Los flagelos pueden llegar a confundirse con otras estructuras que surgen de la pared celular, como las *fimbrias* y *pilis*; sin embargo, estas dos últimas sólo están presentes en las células procariotas. Se dice que las fimbrias y pilis tienen un mismo origen, aunque su función puede ser diferente. Las fimbrias son apéndices en forma de vellosidades, mucho más cortos que los flagelos, que pueden ubicarse en los extremos de la célula o en su periferia, y están constituidos por una proteína llamada *pulina*. La función de las fimbrias es la adherencia a otras superficies celulares, mejorando o favoreciendo la interacción, mientras que los pilis, conocidos también como *fimbrias sexuales*, participan en procesos como la conjugación, donde hay fusión celular y transferencia de ADN desde una célula hacia otra.

Los organelos que se describen a continuación hacen parte exclusiva de la célula eucariota; sin embargo, procesos como los llevados diferencialmente por cada organelo y que son requeridos por la célula procariota, pueden ser desarrollados por la membrana citoplasmática, como por ejemplo, procesos metabólicos como la respiración oxidativa, que en la eucariota son parte de la función de la mitocondria.

El *retículo endoplásmico* (RE) tiene dos compartimientos con funciones diferentes: el retículo endoplásmico *rugoso* y el *liso*. El RE es un sistema de canales membranosos, que cuando está cubierto por ribosomas se denomina RE rugoso. Allí se lleva a cabo la maduración de las proteínas, es decir, se les otorga su especificidad funcional. Entre tanto, el RE liso se encarga del proceso de lipogénesis.

El RE funciona de manera muy cercana al *aparato de Golgi*, es una estructura de sacos membranosos que lleva a cabo la síntesis de carbohidratos, modifica lípidos y proteínas y empaqueta las moléculas con función definida para su transporte a diversos lugares de la célula.

Los *lisosomas* constituyen un sistema multilamelar en donde se llevan a cabo los procesos de catabolismo celular. Los lisosomas incluyen las estructuras de-

nominadas *endosomas temprano y tardío*, cuyas cisternas se caracterizan por la presencia de diversas enzimas. La actividad óptima de estas últimas se encuentra delimitada no sólo por el tipo de sustrato sino por el pH al cual actúan. En términos generales, las enzimas de los lisosomas degradan nutrientes a pH ácidos.

Las moléculas y sustancias ensambladas en el aparato de Golgi o generadas en los lisosomas, son transportadas por un sistema de *vesículas* que las protege de la degradación por parte de las enzimas presentes en el citosol.

En “época” de abundancia, la célula crea un mecanismo de almacenamiento de sustancias que resultan fundamentales para sus procesos metabólicos y que, como es lógico, ella no es capaz de sintetizar. Las estructuras que sirven para almacenar estos nutrientes se denominan *vacuolas*.

Los procesos desarrollados por los diversos organelos, así la célula se encuentre en reposo, requieren el gasto de energía que proviene de la función de la *mitocondria*, un sistema membranoso en donde se llevan a cabo procesos como el ciclo de Krebs y el de los ácidos tricarbónicos, entre otros. Recordemos que la glicólisis se produce en el citosol tanto de procariotas como de eucariotas. En la eucariota vegetal, el organelo que cumple las funciones de la mitocondria es el *cloroplasto*, donde se desarrolla el proceso de fotosíntesis.

Algunas eucariotas humanas, salvo los eritrocitos o glóbulos rojos, desarrollan organelos cuya actividad puede ser inducible (es decir, se induce su construcción una vez se está en contacto con el estímulo tóxico) y que, como en el caso de los *peroxisomas*, son los encargados de detoxificar las células cuando se exponen a sustancias químicas externas como el alcohol. Las enzimas que hacen parte de los peroxisomas son muy diferentes de las enzimas catalíticas del compartimiento lisosomal.

El material genético de las células se encuentra superenrollado en las procariotas como modo de resistencia y protección ante la carencia de la envoltura nuclear. En estas células, el sitio donde se ubica el ADN en el citosol se denomina *nucleoide*. En el caso de la eucariota, la envoltura nuclear que recubre y protege el material genético le da la consistencia de un verdadero *núcleo*, el cual cumple procesos mucho más elaborados que los del nucleoide. En el núcleo se encuentran presentes los cromosomas, los cuales solamente son evidenciables cuando la célula se encuentra en la fase de división celular (mitosis). Es en el núcleo donde se controlan todos los procesos celulares. A su vez, el núcleo está compuesto por diversas partes, a saber: el *nucléolo*, conformado por el ácido ribonucleico (ARN) y carente de membrana propia, es el área del núcleo donde



---

---

se inicia el ensamblaje de los ribosomas; específicamente es el sitio donde se originan las subunidades ribosomales, donde se sintetiza y procesa el ARN ribosomal; el *nucleoplasma*, que corresponde a la porción acuosa del núcleo y la *cromatina*, donde está el ADN. La cromatina funcional, es decir, la activa, debe estar extendida, ya que condensada es transcripcionalmente inactiva. Cuando está condensada se observan los cromosomas. En relación con lo anterior, se conoce con el nombre de *heterocromatina* a la cromatina condensada, es decir, no activa, mientras que el término *eucromatina*, o cromatina verdadera, hace mención a la forma transcripcionalmente activa de la cromatina. Pero para que sea considerado como núcleo, esta zona de la célula debe estar cubierta por una envoltura nuclear, que es una membrana en bicapa en cuya superficie existen numerosos poros que permiten la entrada y salida selectiva de diversas sustancias. Los *poros nucleares* a su vez se recubren por proteínas que en conjunto conforman el complejo del poro nuclear, estructura que de forma directa regula el paso de sustancias. El transporte de proteínas y ARN entre núcleo y citosol por medio del poro nuclear se lleva a cabo mediante el proceso de difusión, dependiendo del tamaño de la partícula. Sin embargo, moléculas como las subunidades ribosomales, cuyo peso en Daltons supera el límite para ser transportadas por difusión (menos de 60 kDa), pueden movilizarse eficientemente gracias a las señales de exportación o importación. Específicamente, algunos procesos celulares como el ciclo celular o la misma apoptosis (muerte celular programada) son regulados por señalización nuclear. Algunas de estas señales y transportadores dependen de la presencia o “marcaje” con proteínas denominadas *importinas* (para la entrada de sustancias) o *exportinas* (para la salida de moléculas). Los nucléolos aumentan su número e incrementan su tamaño cuando la célula es estimulada o cuando hay una vigorosa síntesis proteica y desaparecen durante la división celular.

Ahora, el material genético, el ADN presente tanto en procariotas como en eucariotas, es encargado del sostenimiento de las funciones celulares, de la preservación y de la diversidad. Al hablar del término *material genético* es necesario revisar las macromoléculas de la información, que de forma general, son los ácidos nucleicos (ADN y ARN) y las proteínas. En el genoma de las procariotas y eucariotas, y aunque hay homología de funciones, se pueden mencionar diferencias entre unas y otras células; por ejemplo, en el caso de las procariotas su genoma es circular y único, mientras que en las eucariotas es lineal y múltiple; en las procariotas la secuencia de ADN no presenta ni exones ni intrones, mientras que las eucariotas poseen estos dos tipos de secuencias.

Los ácidos nucleicos están conformados por monómeros cuyas uniones dan origen al polímero. Dichos monómeros están conformados por *nucleósidos* (base



nitrogenada unida a una pentosa) que cuando se unen a un grupo fosfato dan origen a un *nucleótido* (monómero base).

Hay que recordar que las bases nitrogenadas que forman los nucleótidos pueden ser clasificadas en dos grupos: purinas (adenina y guanina) y pirimidinas (timina, citosina y uracilo). Respecto a las pirimidinas, se sabe que la timina está selectivamente expresada en el ADN mientras que el uracilo sólo está presente en el ARN. Referente a las pentosas, la ribosa hace parte de ARN, mientras que la desoxirribosa es el azúcar del ADN.

La doble cadena de ADN tiene una serie de características como la complementariedad, el antiparalelismo, su configuración helicoidal y la presencia de surcos. La *complementariedad* hace referencia a que por medio de puentes de hidrógeno una purina se debe unir de forma complementaria con una pirimidina. El antiparalelismo se refiere a que la hebra de ADN crece en sentido 5' a 3' partiendo de un molde original que está en el sentido contrario (3' a 5').

Cuando Watson y Crick describieron el ADN y se hicieron merecedores del premio Nobel, no le dieron la relevancia que tiene la molécula de ARN. Hoy podemos decir que el ADN no cumpliría con su actividad si no existiera una molécula de ARN que participara en dicha función. Así, el ARN participa en procesos como el almacenamiento y la transferencia de información (como el ARN de algunos virus), en el transporte de la información a través del ARN mensajero y en la síntesis directa de proteínas por medio del ARN ribosomal y de transferencia.

En términos generales, en la *replicación* la información fluye del ADN al ARN (excepto la transcripción reversa) comenzando por el proceso denominado *transcripción*, en donde se fabrica ARN tomando como molde el ADN. El ARN que se genera se denomina *ARN mensajero*, el cual sale del núcleo y llega a los ribosomas donde se inicia el proceso de *traducción* o síntesis de proteína. En el ribosoma es el *ARN ribosomal* el que recibe la información, mientras que el *ARN de transferencia* es el transportador que coloca cada aminoácido en el sitio correspondiente de acuerdo con la información traducida.

Durante el proceso de replicación, la molécula de ADN da origen a una molécula que, si es idéntica a la original, se asocia con el proceso de *replicación conservativa*; si al menos una de las hebras de la doble hélice es homóloga a la original, se denomina *replicación semi conservativa*; y si el proceso es azaroso y no se conserva en ninguna de las hebras más del 20% de la secuencia original, el proceso se llama *replicación dispersa*.

Finalmente, y para la síntesis de las proteínas requeridas, los aminoácidos unidos dan origen a un péptido, y la unión de péptidos que conforman el polímero darán origen a una proteína con estructura y función predeterminada.

Como se describió anteriormente, las células se deben clasificar y conocer para comprender mejor los diversos procesos en los que se ven involucradas. El saber no sólo cómo son, sino qué requieren para su metabolismo y subsecuente división, permite entender cómo se adaptan, sobreviven, aprovechan, y cómo inducen un desbalance en el hospedero humano, generando (aquellos microorganismos patógenos) la correspondiente enfermedad.

En acuerdo con sus requerimientos nutricionales, aquellos microorganismos que emplean la luz como fuente de energía se denominan *fotótrofos*, mientras que los *quimiótrofos* emplean sustancias químicas como fuente de energía. Dentro del grupo de microorganismos quimiótrofos, si emplean elementos orgánicos se denominan *organótrofos*, mientras que si su fuente son sustancias inorgánicas se denominan *litótrofos*.

Dentro de los macronutrientes necesarios para el metabolismo celular de los microorganismos se encuentran el CO<sub>2</sub> y otros compuestos orgánicos, los cuales son necesarios para la elaboración de azúcares, proteínas, aminoácidos y ácidos grasos y como fuente de nitrógeno (orgánico o inorgánico) para la síntesis de proteínas, peptonas y bases nitrogenadas. Cuando emplean como fuente de carbono el CO<sub>2</sub>, se denominan *autótrofos*, mientras que si emplean compuestos orgánicos se denominan *heterótrofos*.

En relación con sus capacidades metabólicas, algunos microorganismos, particularmente algunas bacterias, son autosuficientes, es decir, son capaces de sintetizar vitaminas, aminoácidos, nucleótidos y lípidos necesarios para su supervivencia. Este tipo de microorganismos se denominan *protótrofos*. Algunos de ellos requieren factores de crecimiento externos y se denominan *auxótrofos*.

Factores microambientales adicionales también pueden modular la viabilidad y el crecimiento microbiano. Uno de ellos, la temperatura, es fundamental para el desarrollo de los microorganismos. A partir de su temperatura óptima de crecimiento, los microorganismos se pueden clasificar en *psicrófilos*, que crecen entre los 0 y 20 °C (organismos marinos, *Pseudomonas*); *psicrófilos facultativos*, que crecen entre 0 y 35 °C (*Pseudomonas* que crecen en los refrigeradores) *mesófilos* o *mesofílicos*, que se desarrollan óptimamente entre los 15 y 45 °C (a este grupo pertenecen la mayoría de los patógenos para los seres humanos); *termófilos*, que sobreviven a temperaturas entre los 40 y 70 °C, e *hipertermófilos* que crecen a temperaturas entre los 80 y 113 °C (microorganismos presentes en las aguas termales).

Otro factor, el consumo o necesidad de gases, en particular el oxígeno, es un criterio de clasificación de los microorganismos. Se denominan *aerobios* a aquellos que requieren oxígeno para sobrevivir, mientras que los *anaerobios* no necesitan este gas para su desarrollo. Dentro del grupo de los aerobios, encontramos los *obligados* o *estrictos*, que requieren más del 20% de oxígeno para poder crecer, y los *microaerófilos*, que requieren oxígeno, pero en menores niveles (5 a 10%). El grupo de los microorganismos anaerobios puede a su vez dividirse en *facultativos*, que si bien no requieren oxígeno, la presencia de este gas favorece su mejor desarrollo; *aerotolerantes*, los cuales no son sensibles al oxígeno, es decir crecen en su presencia o en su ausencia, y los *obligados* o *estrictos*, que son destruidos por la presencia de oxígeno.

El pH también favorece o limita el crecimiento de los microorganismos. Los microorganismos *neutrofilicos* crecen con un pH óptimo de 7,0 (a este grupo pertenecen la mayoría de los patógenos para los seres humanos); los *acidofilicos* crecen con un pH menor a 7,0 y los *basofilicos* se desarrollan con pH mayores que 7,0 (algunos microorganismos presentes en suelos y agua, y los hongos).

Los microorganismos también se pueden clasificar desde su capacidad de crecer en ambientes con diversa concentración de sales: los *halófilos*, que crecen en ambientes salinos; los *osmófilos* que crecen en altas concentraciones de azúcar, y los *xerófilos*, que crecen en ambientes de extrema sequedad.

## PREGUNTAS CAPÍTULO 1

1. Referente a los organelos de una célula eucariota, el encargado de la síntesis de los lípidos es:
  1. El retículo endoplásmico liso
  2. El retículo endoplásmico rugoso
  3. Las sub-unidades ribosomales intranucleares
  4. El compartimiento lisosomal
  5. El sistema vacuolar
  6. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  
2. Participa en la maduración de las proteínas:
  1. El retículo endoplásmico liso
  2. El retículo endoplásmico rugoso
  3. Las sub-unidades ribosomales intranucleares
  4. El compartimiento lisosomal
  5. El sistema vacuolar
  6. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  
3. El encargado de la degradación de sustancias en la célula es:
  1. El retículo endoplásmico liso
  2. El retículo endoplásmico rugoso
  3. Las sub-unidades ribosomales intranucleares
  4. El compartimiento lisosomal
  5. El sistema vacuolar
  6. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  
4. En cuanto a los organelos de una célula eucariota, el encargado de almacenar nutrientes en la célula es:
  1. La vacuola
  2. El peroxisoma

3. El lisosoma
  4. La mitocondria
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
5. El encargado de detoxificar la célula es:
1. La vacuola
  2. El peroxisoma
  3. La lisosoma
  4. La mitocondria
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
6. Los cloroplastos de una célula vegetal son el equivalente en una célula animal a la estructura denominada:
1. Vacuola
  2. Peroxisoma
  3. Lisosoma
  4. Mitocondria
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
7. Los microorganismos procariotas que poseen pared celular son:
1. Virus
  2. Bacterias
  3. Hongos
  4. Protozoos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
8. Los únicos microorganismos eucariotas que poseen pared celular son:
1. Virus
  2. Bacterias
  3. Hongos
  4. Protozoos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

- 9.** Los microtúbulos, microfilamentos y filamentos intermedios hacen parte de la siguiente estructura celular:
1. Núcleo
  2. Membrana celular
  3. Citoesqueleto
  4. Pared celular
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 10.** No es una función de la membrana celular:
1. El transporte de sustancias
  2. La división celular en la mitosis
  3. El reconocimiento celular
  4. La comunicación celular
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 11.** Los microtúbulos, microfilamentos y filamentos intermedios tienen su origen en la siguiente estructura celular:
1. El núcleo
  2. La membrana celular
  3. El centrosoma
  4. La pared celular
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 12.** El término nucléolo hace referencia a:
1. Una estructura celular del núcleo eucariota
  2. El material genético de la célula procariota
  3. El lugar donde tiene origen la síntesis de proteínas
  4. El lugar donde tiene origen la síntesis de ATP
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 13.** El término nucléolo funcionalmente se asocia con:
1. El lugar donde se inicia la síntesis del ADN
  2. El lugar donde tiene origen la síntesis de ATP

3. El lugar donde se ensamblan las sub-unidades ribosomales
  4. El lugar donde tiene origen la síntesis de proteínas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 14.** La cromatina presente en el núcleo celular está compuesta por:
1. Proteínas, carbohidratos y ADN
  2. Proteínas, glicolípidos y ADN
  3. ARN y ADN
  4. Proteínas, ADN y ARN
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 15.** La heterocromatina se asocia con los siguientes enunciados, excepto (señale la respuesta incorrecta):
1. La cromatina no activa
  2. La cromatina condensada
  3. La cromatina transcripcionalmente activa
  4. La cromatina transcripcionalmente inactiva
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 16.** La eucromatina se asocia con:
1. La cromatina no activa
  2. La cromatina condensada
  3. La cromatina transcripcionalmente activa
  4. La cromatina impura
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 17.** La estructura denominada poro nuclear está ubicada en:
1. La envoltura nuclear
  2. El nucléolo
  3. El nucleoide
  4. La membrana celular
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

- 18.** Son estructuras de locomoción propias de una célula procariota:
1. Los pilis o pelos
  2. Las fimbrias
  3. Los cilios
  4. Los pseudópodos
  5. Los flagelos
- 19.** La síntesis de componentes celulares se realiza mediante el proceso denominado:
1. Catabolismo
  2. Anabolismo
  3. Oxidación
  4. Reducción
  5. Ciclo de Krebs
- 20.** Un organelo celular asociado con el proceso de catabolismo es:
1. La vacuola
  2. El peroxisoma
  3. El lisosoma
  4. El aparato de Golgi
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 21.** La glicólisis es un proceso llevado a cabo por los siguientes microorganismos, excepto (señale la respuesta incorrecta):
1. Los virus
  2. Las bacterias
  3. Los hongos
  4. Los protozoos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 22.** Un producto final de la fermentación de la glucosa es:
1. Piruvato
  2. CO<sub>2</sub>



3. H<sub>2</sub>O
  4. Etanol
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 23.** Las algas y cianobacterias, de acuerdo con su metabolismo, pueden catalogarse como:
1. Litoautótrofas
  2. Quimioheterótrofas
  3. Fotoautótrofas
  4. Fotoheterótrofas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 24.** Los protozoos, los hongos y la mayoría de las bacterias, de acuerdo con su metabolismo, pueden catalogarse como:
1. Litoautótrofos
  2. Quimioheterótrofos
  3. Fotoautótrofos
  4. Fotoheterótrofos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 25.** Los microorganismos que emplean la luz como fuente de energía y los compuestos orgánicos como fuente de carbono se denominan:
1. Litoautótrofos
  2. Quimioheterótrofos
  3. Fotoautótrofos
  4. Fotoheterótrofos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 26.** Respecto al término intrón, los siguientes enunciados son verdaderos, excepto (señale la respuesta incorrecta):
1. Están presentes en el genoma de las células eucariotas
  2. Son secuencias de ADN no codificantes
  3. Hacen parte de genomas lineales
  4. Están ubicados en células carentes de membrana nuclear

5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
27. Respecto al término exón, los siguientes enunciados son verdaderos, excepto (señale la respuesta incorrecta):
  1. Están presentes en el genoma de las células eucariotas
  2. Son secuencias de ADN codificantes
  3. Hacen parte de genomas lineales
  4. Están ubicados en células carentes de membrana nuclear
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
28. La base nitrogenada que está presente en el ARN y ausente en el ADN es:
  1. Timina
  2. Adenina
  3. Guanina
  4. Citosina
  5. Uracilo
29. La base nitrogenada que está presente en el ADN y ausente en el ARN es:
  1. Timina
  2. Adenina
  3. Guanina
  4. Citosina
  5. Uracilo
30. Un nucleótido está compuesto por:
  1. Una base nitrogenada y fosfato
  2. Una base nitrogenada y proteínas
  3. Una base nitrogenada, pentosa y fosfato
  4. Una base nitrogenada, histona y fosfato
  5. Una base nitrogenada, histona y pentosa
31. Un nucleósido está compuesto por:
  1. Una base nitrogenada y pentosa

2. Una base nitrogenada y fosfato
  3. Una base nitrogenada, pentosa y fosfato
  4. Una base nitrogenada, histona y fosfato
  5. Una base nitrogenada, histona y pentosa
- 32.** No es una característica particular de la doble cadena del ADN:
1. El antiparalelismo
  2. La señalización
  3. La complementariedad
  4. La configuración helicoidal
  5. La formación de surcos
- 33.** El ARN encargado de ubicar los aminoácidos en el sitio correspondiente durante la síntesis de proteínas es el:
1. ARN mensajero
  2. ARN ribosomal
  3. ARN de transferencia
  4. ARN mitocondrial
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 34.** El ARN que se constituye en “molde” del ADN durante la síntesis de proteínas es el:
1. ARN mensajero
  2. ARN ribosomal
  3. ARN de transferencia
  4. ARN mitocondrial
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 35.** Los nucléolos tienen como función:
1. Producir ADN
  2. Producir ARN
  3. Producir ATP
  4. Sintetizar proteínas

- 36.** Respecto al nucleoide se puede afirmar que:
1. Está constituido por ADN e histonas
  2. Está constituido por ADN y ribosomas
  3. Está presente en las células procariotas
  4. Está presente en las células eucariotas
- 37.** Referente a los cromosomas se puede afirmar que:
1. Están conformados en su mayoría por ADN bicatenario circular en las células procariotas
  2. Están conformados en su mayoría por ADN bicatenario circular en las células eucariotas
  3. Son organelos principales en la locomoción
  4. Tienen su origen en los ribosomas
- 38.** No es una función de los cromosomas:
1. Contener los genes
  2. Duplicar su ADN
  3. Transmitir características genéticas
  4. Impedir la replicación de bacterias
- 39.** Además del núcleo, una célula eucariota tiene otros organelos con alto contenido de ADN. Ejemplo de estas estructuras son:
1. Los cloroplastos
  2. Los ribosomas
  3. El aparato de Golgi
  4. Las vacuolas
- 40.** Un plásmido es una estructura celular presente en algunas bacterias cuyo contenido es principalmente:
1. Glicoproteínas
  2. Iones
  3. ADN
  4. ARN

- 41.** Es una estructura celular común entre células procariotas y eucariotas:
1. El núcleo
  2. El ribosoma
  3. La mitocondria
  4. El aparato de Golgi
- 42.** Un microorganismo autótrofo es aquel que:
1. Se alimenta sólo de lo que él mismo produce
  2. Se alimenta de materia orgánica
  3. Se alimenta de materia inorgánica
  4. Se alimenta sólo de aquello que producen otras células
- 43.** Los procesos de conjugación son propios de:
1. Las células procariotas donde participan los pelos o pilis
  2. Las células eucariotas donde participan los pelos o pilis
  3. Las células autótrofas
  4. Las células heterótrofas
- 44.** El citoesqueleto de una célula está conformado por filamentos proteicos, algunos de ellos más lábiles que otros. Ejemplo de este tipo de estructura lábil es:
1. El flagelo
  2. La fimbria
  3. El pseudópodo
  4. El huso acromático
- 45.** La presencia de organelos, así como el número y la disposición de los mismos en una célula son también criterios de clasificación. En relación con lo anterior se puede afirmar que:
1. Los flagelos son numerosos y están involucrados en la adhesión a células blanco
  2. Las fimbrias son abundantes y hacen que la célula se mueva con mayor velocidad
  3. Los flagelos son escasos y rígidos

4. Ninguna de las anteriores afirmaciones es correcta
46. La fisión binaria es un proceso que sirve para:
  1. Dar origen a dos células procariotas idénticas a la original
  2. Dar origen a dos células eucariotas idénticas a la original
  3. Dar origen a dos moléculas de ARN idénticas a la original
  4. Dar origen a dos ribosomas idénticos al original
47. Acerca de los peroxisomas se puede afirmar que:
  1. Tienen su origen en el retículo endoplásmico liso
  2. Son ricos en catalasas
  3. Tienen su origen en los ribosomas
  4. Son ricos en ADNAsas
  5. 1 y 2 son correctas
  6. 3 y 4 son correctas
48. El poro nuclear es una estructura propia de:
  1. La célula en división
  2. La célula procariota
  3. La célula estimulada
  4. La célula eucariota
49. El proceso de generación de energía y respiración celular se realiza en:
  1. El aparato de Golgi
  2. Los lisosomas
  3. La mitocondria
  4. El núcleo
50. La glucólisis, un proceso fundamental en el metabolismo celular, tiene lugar en:
  1. El ribosoma
  2. El núcleo
  3. El citosol
  4. La mitocondria

- 51.** Respecto a la degradación de la glucosa en condiciones anaerobias se puede afirmar que:
1. Es un proceso fermentativo que da origen al ácido láctico o al etanol
  2. Es un proceso donde se originan grandes cantidades de ATP
  3. Es un proceso fermentativo que libera grandes cantidades de CO<sub>2</sub>
  4. Es un proceso donde se originan pocas cantidades de ATP
  5. 1 y 3 son correctas
  6. 1 y 4 son correctas
- 52.** Referente a la oxidación del piruvato se puede afirmar que:
1. Se produce en el denominado ciclo de Krebs
  2. Tiene lugar en el citosol
  3. Da origen al movimiento celular
  4. Ninguna de las anteriores es correcta
- 53.** La propiedad de contractilidad de una célula hace referencia a:
1. Su capacidad de responder a un estímulo contrayéndose
  2. Su capacidad de generar un impulso eléctrico
  3. Su capacidad de cambiar de forma
  4. Ninguna de las anteriores es correcta
- 54.** La propiedad relacionada con el proceso mediante el cual la célula elimina los productos de desecho del metabolismo se denomina:
1. Absorción
  2. Excreción
  3. Secreción
  4. Irritabilidad
- 55.** La gluconeogénesis hace referencia a:
1. La producción de glucosa a partir de aminoácidos y ácidos grasos
  2. La generación de proteínas a partir de glucosa
  3. La producción de piruvato en condiciones aerobias

4. La generación de piruvato en condiciones anaerobias
  5. Ninguna de las anteriores
- 56.** Gen, se puede describir como:
1. Una secuencia lineal de nucleósidos de ADN o ARN
  2. Una secuencia lineal de nucleótidos de ADN o ARN
  3. Una estructura de ADN presente en los plásmidos
  4. Una estructura de ARN presente en los plásmidos
- 57.** Locus, puede definirse como:
1. Cromosomas fundamentales en la herencia
  2. Sitio que ocupa el ADN en el cromosoma
  3. Sitio que ocupa el gen en el cromosoma
  4. Sitio que deja el ADN al salir del núcleo
- 58.** Las distintas formas de un gen o un locus se denominan:
1. Alelo
  2. Haplotipo
  3. Cromosoma
  4. Cariotipo
- 59.** La secuencia lógica de eventos que se producen en un célula para dar origen a una proteína en el nivel molecular es:
1. Replicación, traducción y transcripción
  2. Duplicación, replicación y traducción
  3. Replicación, transcripción y traducción
  4. Traducción, transcripción y replicación
- 60.** El ARN ribosomal es el encargado de:
1. Sintetizar el ARN mensajero
  2. Ensamblar las proteínas
  3. Leer el mensaje del ARN mensajero
  4. Sintetizar los nucleótidos



- 61.** Un ejemplo de un nucleósido ARN es:
1. Adenina-desoxirribosa-fosfato
  2. Adenina-ribosa-fosfato
  3. Adenina-desoxirribosa
  4. Adenina-ribosa
- 62.** El ARN mensajero entrega la información al:
1. ADN nuclear
  2. ARN de transferencia
  3. ARN ribosomal
  4. ADN mitocondrial
- 63.** El proceso de fabricación de ARN a partir de ADN se denomina:
1. Traducción
  2. Replicación
  3. Transcripción
  4. Oxidación
- 64.** Las siguientes afirmaciones son verdaderas, excepto (señale la respuesta incorrecta):
1. Todos los organismos tienen el mismo código genético
  2. Todas las secuencias de ADN codifican proteínas
  3. Sin ARN no se cumpliría la actividad funcional del ADN
  4. Los virus ARN no tienen en su genoma secuencias de ADN
- 65.** Los fragmentos de Okazaki son:
1. Secuencias de ADN que se forman en la hebra anti-sentido durante la replicación
  2. Secuencias de ADN que se forman en la hebra sentido durante la replicación
  3. Secuencias de ADN que se forman en la hebra en el ARN transcrito
  4. Secuencias de ADN que se forman en la hebra en el ARN mensajero

- 66.** Las proteínas sintetizadas en el ribosoma son transportadas a los sitios donde se requieren por medio de:
1. Un marcaje con PoliA
  2. Vacuolas
  3. Vesículas
  4. Mini-ribosomas
- 67.** La síntesis de lípidos se lleva a cabo en la estructura denominada:
1. Retículo endoplásmico rugoso
  2. Mitocondria
  3. Aparato de Golgi
  4. Retículo endoplásmico liso
- 68.** Es una estructura monocatenaria:
1. ARN
  2. ADN mitocondrial
  3. ADN plasmídico
  4. ADN nuclear
- 69.** Las bacterias responsables de un gran número de enfermedades infecciosas son:
1. Las células ARN
  2. Las células eucariotas inferiores
  3. Las células procariotas
  4. Las células eucariotas superiores
- 70.** El proceso de gluconeogénesis tiene lugar en:
1. La mitocondria
  2. El retículo endoplásmico
  3. El citoplasma
  4. El núcleo

- 71.** Un microorganismo heterótrofo puede describirse como aquel que:
1. Produce su alimento a partir de materia inorgánica
  2. Es incapaz de producir su propia materia orgánica a partir de fuentes inorgánicas
  3. Libera energía
  4. Se alimenta de lo que él mismo produce
  5. Se alimenta de lo que producen otros organismos
- 72.** El espacio periplásmico cuyas funciones principales se asocian con captación y transporte de nutrientes es propio de:
1. Las bacterias Gram positivas
  2. Las bacterias Gram negativas
  3. Las micobacterias
  4. Las espiroquetas
  5. Las levaduras
- 73.** Respecto a la cromatina se puede afirmar que:
1. Tiene origen en el centrosoma
  2. Hace parte del citoesqueleto
  3. Está presente solamente en células eucariotas
  4. Está constituida por ADN y proteínas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es verdadera
- 74.** Referente al retículo endoplásmico rugoso, todas las siguientes afirmaciones son falsas, excepto (señale la respuesta verdadera):
1. Es el encargado de sintetizar las proteínas
  2. Es el encargado de la lipogénesis
  3. Posee un alto contenido de ribosomas
  4. Está presente en las células eucariotas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es verdadera

Coloque frente a cada uno de los siguientes enunciados, del 75 al 84, si corresponde a una afirmación falsa o verdadera (F o V, respectivamente):

75. Las células eucariotas presentan membrana nuclear y por esta razón se dice que poseen un núcleo verdadero.
76. La estructura nuclear de las células procariotas se denomina nucléolo.
77. La estructura nuclear de una célula procariota se denomina nucleoide.
78. Las células procariotas carecen de membrana nuclear.
79. Las bacterias son microorganismos representativos de células eucariotas.
80. Los centriolos dan origen a los flagelos de una célula eucariota.
81. El huso acromático es parte de la estructura filamentosa de una célula eucariota.
82. Las mitocondrias son estructuras comunes entre las células procariotas y las eucariotas.
83. El aparato de Golgi es la estructura celular encargada de la síntesis de proteínas.
84. Los sistemas de secreción celular se sostienen en la célula gracias a la participación de las vesículas.
85. Respecto a la cromatina se puede afirmar que:
1. Tiene origen en el centrosoma
  2. Hace parte del citoesqueleto
  3. Está condensada en los cromosomas
  4. Está presente solamente en células eucariotas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es verdadera
86. Respecto a la cromatina se puede afirmar que:
1. Está presente en células procariotas y eucariotas
  2. Hace parte del citoesqueleto
  3. Tiene origen en el centrosoma
  4. Está presente solamente en células eucariotas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es verdadera

- 87.** Acerca de los lisosomas se puede afirmar que:
1. Son los encargados de la detoxificación celular
  2. Son los encargados de la fotosíntesis en las eucariotas vegetales
  3. Son estructuras multilamelares encargadas del anabolismo de nutrientes
  4. Están asociados con los endosomas temprano y tardío
  5. Todas las anteriores respuestas son verdaderas
- 88.** El ciclo de los ácidos tricarboxílicos tiene lugar en:
1. El centrosoma
  2. El ribosoma
  3. El retículo endoplásmico
  4. El peroxisoma
  5. La mitocondria
- 89.** Las importinas son proteínas encargadas de:
1. El proceso de señalización hacia el interior del núcleo celular
  2. La internalización de sustancias a través del poro de la membrana celular
  3. El proceso de señalización hacia el exterior del núcleo celular
  4. La excreción de sustancias a través del poro de la membrana celular
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 90.** Las exportinas son proteínas encargadas de:
1. El proceso de señalización hacia el interior del núcleo celular
  2. La internalización de sustancias a través del poro de la membrana celular
  3. El proceso de señalización hacia el exterior del núcleo celular
  4. La salida de sustancias a través del poro de la membrana celular
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 91.** Son procesos llevados a cabo en el núcleo celular:
1. La replicación y la traducción
  2. La transcripción y la traducción

3. La replicación y la transcripción
  4. La replicación y la duplicación
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 92.** Respecto al genoma de la célula se puede afirmar que:
1. En procariotas es lineal con un único cromosoma
  2. En procariotas es circular con un único cromosoma
  3. En procariotas posee múltiples intrones y exones
  4. En eucariotas carece de intrones y exones
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 93.** Respecto al genoma de la célula se puede afirmar que:
1. En eucariotas es lineal con un único cromosoma
  2. En eucariotas es circular con un único cromosoma
  3. En eucariotas posee intrones y exones
  4. En eucariotas carece de intrones y exones
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 94.** Respecto al genoma de la célula se puede afirmar que:
1. En procariotas es lineal con un único cromosoma
  2. En procariotas es lineal con múltiples cromosomas
  3. En procariotas posee múltiples intrones y exones
  4. En eucariotas es lineal con múltiples cromosomas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 95.** De acuerdo con la disposición del flagelo en algunas células procariotas, aquellos con un solo flagelo en el extremo de la célula se denominan:
1. Flagelos lofótricos
  2. Flagelos peritricos
  3. Flagelos monótricos
  4. Flagelos anfítricos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

- 96.** De acuerdo con la disposición del flagelo en algunas células procariotas, aquellos con un flagelo en cada extremo de la célula se denominan:
1. Flagelos lofótricos
  2. Flagelos perítricos
  3. Flagelos monótricos
  4. Flagelos anfítricos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 97.** De acuerdo con la disposición del flagelo en algunas células procariotas, aquellos con dos o más flagelos en uno o ambos extremos de la célula se denominan:
1. Flagelos lofótricos
  2. Flagelos perítricos
  3. Flagelos monótricos
  4. Flagelos anfítricos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 98.** De acuerdo con la disposición del flagelo en algunas células procariotas, aquellos con múltiples flagelos alrededor de la célula se denominan:
1. Flagelos lofótricos
  2. Flagelos perítricos
  3. Flagelos monótricos
  4. Flagelos anfítricos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 99.** Observadas con el microscopio, las células procariotas denominadas Gram positivas se ven de color:
1. Rosado
  2. Rojo
  3. Azul
  4. Verde
  5. Violeta

- 100.** Observadas con el microscopio, las células procariotas denominadas Gram negativas se ven de color:
1. Fluorescente
  2. Rojo
  3. Azul
  4. Verde
  5. Violeta
- 101.** ¿Qué palabra se infiere del término biosíntesis?
1. Metabolismo
  2. Anabolismo
  3. Catabolismo
- 102.** El componente de la pared celular en procariotas que le proporciona rigidez a la célula es:
1. El glicocáliz
  2. La quitina
  3. El lipopolisacárido
  4. El peptidoglicano
- 103.** En la respiración aeróbica se genera mayor cantidad de energía porque:
1. Hay oxidación total de la glucosa
  2. Hay oxidación parcial de la glucosa
  3. Se producen 29 ATP
  4. La formación de ATP se realiza exclusivamente por fosforilación (en el nivel sustrato)
  5. 1 y 2 son verdaderas
- 104.** Las cápsulas son polímeros condensados que recubren algunas células bacterianas y cuya función es:
1. Proteger la célula de procesos como la fagocitosis
  2. Sintetizar la pared cuando se expone a antibióticos
  3. Liberar exotoxinas



4. Todas las anteriores son verdaderas
5. Ninguna de las anteriores es correcta

**105.** En los microorganismos que fermentan,

1. La producción de ATP se realiza por fosforilación (en el nivel sustrato)
2. El último aceptor de electrones es un compuesto endógeno
3. La producción de ATP se realiza por fosforilación oxidativa
4. El último aceptor de electrones es un compuesto exógeno
5. 1 y 2 son verdaderas

## CAPÍTULO 2

### Microorganismos de importancia clínica: virus

La virología es la ciencia que estudia los virus. Si bien algunas tendencias de la microbiología no aceptaban la inclusión de los virus dentro de esta rama del conocimiento, el que hoy en día se revisen conjuntamente se debe principalmente a la capacidad de infectar selectivamente sus hospederos mediante relaciones receptor-ligando y generar enfermedades con signos y síntomas particulares, de modo similar a otros microorganismos.

Los virus están conformados por un único genoma ADN o ARN y recubiertos por una *cápside* proteica que sirve para su interacción con las células que deben infectar. Y se dice que debe infectarlas, puesto que estos microorganismos son *intracelulares obligados*, es decir, no son capaces de sobrevivir fuera de una célula, bien sea procariota o eucariota. Los virus que infectan las procariotas se denominan *bacteriófagos*. También existen virus cubiertos o envueltos y virus desnudos. Un virus envuelto es aquel cuya cápside proteica tiene una sobrecubierta lipídica, generalmente procedente de la célula infectada; por ende, un virus desnudo es un virus que carece de envoltura sobre su cápside. La cápside les proporciona a los virus protección de su genoma durante el ingreso a la célula blanco, favorece el reconocimiento e interacción con la célula hospedera y contiene algunas enzimas esenciales para el proceso de infección. Las cápsides tienen diversas formas, que a su vez también son criterio de clasificación. Dos de las formas más comunes son la cilíndrica y la esférica, esta última con simetría icosaédrica.

Los virus son de 100 a 1000 veces más pequeños que las células que infectan, es decir, son de diversos tamaños, desde los más pequeños como los *Parvovirus* hasta los más grandes como los *Poxvirus*, que tienen un tamaño cercano a las bacterias de menor tamaño (*Chlamydia* y *Mycoplasma*).

El mecanismo por medio del cual los virus ingresan en la célula blanco y causan el daño correspondiente, pudo ser descrito gracias al modelo de los bacteriófagos. Este modelo permitió describir las fases del ciclo infeccioso para un virus, a saber: *adsorción* a la célula huésped, es decir, el reconocimiento por receptores celulares con ligandos proteicos de la cápside viral, seguido por la *penetración* o *entrada*. Una vez incorporado en el citosol, hay una ruptura de la cápside y se libera el material genético. Posteriormente, el virus emplea la maquinaria de la

célula hospedera para iniciar la producción de todos los componentes del *virión*, el ensamblaje de las nuevas partículas para la posterior *liberación* y la subsecuente infección de nuevos blancos. El término *virión* hace referencia al virus libre y en tránsito hacia una nueva célula, es decir, es la porción infectiva del ciclo viral. Esta serie de pasos son obligados para aquellos virus conocidos como *virus productivos* o asociados con el *ciclo lítico*, donde la liberación de viriones y la infección repetida de blancos es el evento que marca este ciclo de reproducción. No obstante, otros virus, conocidos también como *virus oncogénicos*, ingresan en la célula pero además de producir viriones, *integran* su genoma con el de la célula blanco y la *transforman*, o sea, inducen cambios irreversibles generando células nuevas con características neoplásicas, en otras palabras, tumorales; el ciclo asociado con esta característica se ha denominado *ciclo lisogénico*. Entre las características inducidas por los virus en estas células transformadas está la incapacidad de inducir apoptosis e incrementar su tasa de replicación. Estas dos nuevas propiedades al tiempo con la expresión de antígenos propios (ya que son células normales pero transformadas por efecto viral) hacen que la respuesta inmune sea de difícil acceso; en otras palabras, la respuesta inmune no es tan vigorosa como se esperaría, debido a que el sistema inmune no es capaz de identificar dichas células como extrañas.

El proceso de adsorción de los virus a la célula blanco está, como para cualquier microorganismo, delimitado por la interacción receptor-ligando, y es por esto que se ha buscado el tipo de moléculas, principalmente proteínas, que están actuando como receptores de proteínas virales. En este sentido, por ejemplo, se sabe que la glicoproteína gp120 de la cápside del virus de inmunodeficiencia humana (VIH), causante del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), es reconocida de forma específica por el co-receptor CD4 presente en los linfocitos T ayudadores o *helper* (Th), razón por la cual, es este tipo de sub-población la directamente afectada por el ingreso del virus. Así como para el VIH, hay identificada en el momento una gran variedad de ligandos virales que le conceden la especificidad en la célula blanco de infección.

Como se ha mencionado, una de las formas más comunes de clasificación de los virus está relacionada con el tipo de ácido nucleico que compone su genoma, en consecuencia se describen a continuación algunas de las principales familias virales constituidas por ADN y ARN.

### **Familias ADN**

- (i) *Parvovirus*, a la cual pertenecen los eythrovirus y los dependovirus.

- (ii) *Papovavirus*, a la cual pertenece el virus de papiloma humano (VPH).
- (iii) *Adenovirus*, relacionada con la enfermedad respiratoria humana y animal.
- (iv) *Herpesvirus*, grupo al que pertenecen los virus del herpes tipo 1 y 2, el virus de la varicela zoster, el citomegalovirus, el virus de Epstein-Barr, virus del herpes humano tipo 6 y 8.
- (v) *Poxvirus*, agente causal de la viruela, la vaccinia, el molusco contagioso, el virus de fibroma y el mixoma de conejo.
- (vi) *Hepadnavirus*, a la cual pertenece el virus de la hepatitis B.

### **Familias ARN**

- (i) *Picornavirus*, enterovirus, virus del polio, rinovirus, virus de la fiebre aftosa bovina y hepatitis A.
- (ii) *Calicivirus*, virus del exantema vesicular, virus de Norwalk, virus de la hepatitis E.
- (iii) *Togavirus*, grupo al que pertenece el virus de la rubéola.
- (iv) *Flavivirus*, del cual hacen parte el virus de la encefalitis japonesa, el virus del dengue, el virus de la fiebre amarilla y el virus de la hepatitis C.
- (v) *Reovirus*, conformado por los virus de la fiebre de la garrapata de Colorado y el rotavirus humano.
- (vi) *Ortomixovirus*, al que pertenecen los virus de influenza tipo A, B y C. Incluye los virus de la gripe aviar y el inicialmente llamado virus de la gripe porcina [A (H1N1)].
- (vii) *Paramyxovirus*, grupo constituido por el virus del sarampión, virus de las paperas, virus sincitial respiratorio, virus de la enfermedad de Newcastle y del moquillo canino.
- (viii) *Rhabdovirus*, virus de la rabia.
- (ix) *Bunyavirus*, virus de la fiebre de Rift, hantavirus.
- (x) *Coronavirus*, virus de la bronquitis infecciosa aviar.
- (xi) *Arenavirus*, virus de la coriomeningitis linfocítica y virus de Lassa.
- (xii) *Retrovirus*, al cual pertenecen el virus linfotrópico humano (HTLV-1) y el VIH tipos 1 y 2.

(xiii) *Filovirus*, grupo conformado por el virus del Ébola y el virus de Marburg.

La mayoría de estos virus, luego de su ingreso en el hospedero humano, causan la sintomatología asociada con su ciclo infeccioso, más precisamente con su ciclo lítico, no obstante, dentro de los virus relacionados con el ciclo lisogénico, la inducción de transformación celular y neoplasia es evidente con el tiempo. Dentro del grupo de los virus oncogénicos se encuentran: el VPH, agente etiológico del cáncer de cuello uterino; el virus del herpes humano tipo 8, asociado con la generación del sarcoma de Kaposi; el virus de Epstein-Barr, relacionado con la aparición de linfomas; los virus de la hepatitis B y C, asociados con cirrosis y carcinoma hepático; y el HTLV-1, agente causal de la leucemia de células T. Es de anotar que esta lista de microorganismos oncogénicos está conformada en un 99% por agentes virales; sin embargo, el procariota *Helicobacter pylori* se ha asociado con la transformación del tejido donde infecta; en este caso se le atribuye una asociación directa con el carcinoma gástrico.

Muchos de los microorganismos emplean los insectos como vectores transmisores de la forma infectiva del patógeno. En el caso de los virus, aquellos clasificados dentro de las enfermedades transmitidas por vectores (ETV) son el virus del dengue y el virus de la fiebre amarilla, que comparten a las hembras del mosquito conocido como *Aedes aegypti* como vector común para la transmisión del patógeno a un nuevo hospedero humano. Otros, como el virus de la rabia, son catalogados dentro del grupo de las *zoonosis*, porque otros vertebrados hacen parte del ciclo de vida del microorganismo y son dichos animales los responsables de la transmisión de la forma infectiva del agente patógeno.

## PREGUNTAS CAPÍTULO 2

1. Las hembras del mosquito *Aedes aegypti* son el vector responsable de la transmisión de la enfermedad conocida como:
  1. Malaria
  2. Leishmania
  3. Borreliosis
  4. Dengue
  5. Influenza aviar
  
2. Las denominadas verrugas vulgares son producidas por:
  1. *Sarcoptes scabiae*
  2. Adenovirus
  3. Leishmania
  4. Virus del papiloma humano
  5. Ninguna de las anteriores
  
3. La principal vía de transmisión del poliovirus (picornavirus) es:
  1. Gotitas de saliva en los estornudos
  2. Transfusiones sanguíneas
  3. Oro-fecal
  4. Por trasplantes
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  
4. Respecto al virus de inmunodeficiencia humana (VIH), las siguientes afirmaciones son falsas, excepto (señale la respuesta verdadera):
  1. El virus pertenece a la familia de los picornavirus
  2. Produce el denominado sarcoma de Kaposi en pacientes con SIDA
  3. La proteína gp-120 de su envoltura se une específicamente al co-receptor CD4 de la célula T

4. La envoltura lipídica del virus le facilita crecer por años sin ser detectado por las pruebas serológicas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
5. Los siguientes enunciados relacionados con el poliovirus son verdaderos, excepto (señale la respuesta falsa):
1. Primero se presenta una fase digestiva y luego la fase virémica
  2. La vacuna atenuada induce la producción de IgA secretada por las células intestinales
  3. La fase neurológica prosigue con una fase digestiva
  4. Es un virus perteneciente a los ARN virus
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
6. Es una proteína de la envoltura del virus de inmunodeficiencia humana (VIH) que se une de manera específica al co-receptor CD4 de los linfocitos T ayudadores o *helper*:
1. Gp-63
  2. Lipofosfoglicano
  3. Gp-120
  4. Gp-24
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
7. El virus de inmunodeficiencia humana (VIH) es producido por un virus que taxonómicamente pertenece a la familia:
1. Lentiviridae
  2. Picornaviridae
  3. Hepadnaviridae
  4. Herpesviridae
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
8. El sarcoma de Kaposi, de alta incidencia en pacientes con SIDA, es producido por la co-infección de un virus oncogénico perteneciente a la familia:
1. Lentiviridae
  2. Picornaviridae

3. Hepadnaviridae
  4. Herpesviridae
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 9.** Los virus desnudos son catalogados de esta forma gracias a:
1. La presencia de envoltura sobre su cápside proteica
  2. La cápside lipídica gruesa
  3. Su ausencia de envoltura sobre su cápside proteica
  4. La cápside proteica gruesa
  5. Ninguno de las anteriores enunciados es correcto
- 10.** Al ser patógenos intracelulares obligados, los virus se adsorben a su célula blanco mediante la interacción de glicoproteínas ubicadas en su cápside con:
1. Anticuerpos circulantes en el huésped
  2. Glicoproteínas ubicadas en la superficie de la célula blanco
  3. Proteínas del complemento
  4. Citoquinas circulantes
  5. Lípidos de la envoltura
- 11.** El ciclo lisogénico descrito en detalle en la infección de virus (bacteriófagos) a bacterias, se ha asociado también con procesos en células de mamíferos, como por ejemplo:
1. La transformación de la célula blanco
  2. La división descontrolada de partículas virales
  3. La inespecificidad de la infección
  4. La muerte instantánea de la célula blanco
  5. Ninguno de los anteriores enunciados es correcto
- 12.** Virión puede definirse como:
1. Una partícula viral extracelular
  2. Una partícula viral intracelular
  3. ADN o ARN virulento



4. Un virus sin cápside
  5. Un virus sin envoltura
- 13.** Respecto al virus sincitial respiratorio, se puede afirmar que es un virus:
1. ADN envuelto
  2. ARN envuelto
  3. ADN desnudo
  4. ARN desnudo
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 14.** Referente a la infección bronquiolar producida por el virus sincitial respiratorio, se puede decir que:
1. Los viriones son los responsables de la infección
  2. El virus se integra con el genoma del bronquiolo y transforma la célula
  3. No se han identificado viriones como los responsables del mecanismo efector
  4. La reunión de viriones se denomina sincitio
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 15.** El papiloma humano es un virus:
1. ADN envuelto
  2. ARN envuelto
  3. ADN desnudo
  4. ARN desnudo
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 16.** El virus de inmunodeficiencia humana (VIH) se clasifica dentro del grupo de:
1. Hepadnavirus
  2. Herpesvirus
  3. Papilomavirus
  4. Retrovirus
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

- 17.** La proteína gp-120 que hace parte de la cápside del virus de inmunodeficiencia humana (VIH) se encuentra ubicada en:
1. El ADN
  2. El core
  3. La nucleocápside
  4. El ARN
  5. La envoltura
- 18.** El adenovirus, uno de los agentes etiológicos causante de la queratoconjuntivitis viral, es un:
1. Virus ADN envuelto
  2. Virus ARN envuelto
  3. Virus ADN desnudo
  4. Virus ARN desnudo
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 19.** El rotavirus, agente etiológico de la diarrea viral en niños menores de cinco años, se caracteriza porque:
1. Genera sintomatología luego de la internalización de virus por vía sanguínea
  2. Su periodo de incubación en el hospedero humano es de uno a cuatro días
  3. Se asocia con otros microorganismos de la flora normal y los vuelve patógenos
  4. Todas las anteriores respuestas son correctas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 20.** Respecto al rotavirus, se puede afirmar que:
1. Es un virus ADN envuelto
  2. Es un virus ARN envuelto
  3. Es un virus ADN desnudo
  4. Es un virus ARN desnudo
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

- 21.** La célula blanco de infección para el rotavirus es el:
1. Hepatocito
  2. Monocito
  3. Macrófago
  4. Neutrófilo
  5. Enterocito
- 22.** Dentro de las familias virales, es catalogado como un virus oncogénico:
1. El virus de la poliomielitis
  2. El virus de la rabia
  3. El virus de inmunodeficiencia humana (VIH)
  4. El virus de papiloma humano
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 23.** Dentro de las familias virales, un virus oncogénico se asocia con:
1. Bacteriófagos que hacen ciclo lítico
  2. Bacteriófagos que hacen ciclo lisogénico
  3. Bacteriófagos que fagocitan procariotas
  4. Bacteriófagos que estimulan la división viral
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 24.** Dentro de las familias virales, es catalogado como un virus oncogénico:
1. El virus de polio
  2. El virus de la rabia
  3. El virus de inmunodeficiencia humana
  4. El virus de Epstein Barr
  5. Ninguna de las anteriores es correcta
- 25.** Dentro de los virus con genoma ARN se encuentra:
1. El virus de papiloma humano
  2. El adenovirus
  3. El herpes simplex

4. La hepatitis B
  5. El virus de la fiebre amarilla
- 26.** El virus de herpes relacionado en el grupo de enfermedades de transmisión sexual es:
1. Herpesvirus 1
  2. Herpesvirus 2
  3. Herpesvirus 3
  4. Herpesvirus 4
  5. Herpesvirus 5
- 27.** Dentro de los virus con genoma ADN se encuentra:
1. El poliovirus
  2. El virus de rubéola
  3. La hepatitis C
  4. La hepatitis B
  5. El virus de sarampión
- 28.** Dentro del grupo de los denominados retrovirus, además del virus de inmunodeficiencia humano se encuentra:
1. El virus linfotrópico humano
  2. El virus de la gripe aviar
  3. El hanta virus
  4. El virus de la rabia
  5. El virus de la coriomeningitis
- 29.** El virus de influenza A (H1N1) causante de la denominada *gripe porcina* pertenece a la familia denominada:
1. Lentiviridae
  2. Picornaviridae
  3. Hepadnaviridae
  4. Herpesviridae
  5. Orthomyxoviridae

---

---

## CAPÍTULO 3

### Microorganismos de importancia clínica: bacterias

El diagnóstico de una enfermedad comienza con la identificación del microorganismo asociado con dicha patología. La bacteriología es entonces el estudio de las bacterias, con el fin de conocerlas para identificarlas y controlarlas (si son patógenas) o emplearlas (si se utilizan con fines industriales). La gran mayoría de las bacterias son células procariotas con pared celular, cuya composición les confiere características particulares de nutrición, crecimiento y propagación. En relación con la naturaleza de su pared, dos grandes grupos de bacterias pueden ser descritos por medio de la coloración de Gram, las Gram positivas y las Gram negativas.

*Gram positivas*: Son aquellas procariotas que bajo la coloración de Gram adoptan el color violeta que les permite ser identificadas con el microscopio. Poseen una gruesa capa de peptidoglicano o mureína donde se anclan los ácidos teicoicos, lipoteicoicos y proteínas específicas de pared. Los ácidos lipoteicoicos atraviesan la capa de mureína y actúan como anclaje a la membrana citoplasmática del microorganismo. A diferencia del grupo anterior, las bacterias *Gram negativas*, que se pueden evidenciar por su coloración roja o rosada, poseen una mínima cantidad de peptidoglicano, el cual hace parte del denominado periplasma o *espacio periplásmico*. Esta estructura, ubicada entre la membrana citoplasmática y la cara interna de la pared celular, contiene gran cantidad de enzimas proteolíticas y agua, lo que le confiere un aspecto coloidal. El periplasma se une a la cara externa de la pared por medio de fosfolípidos que se adhieren a su vez al lipopolisacárido (LPS), molécula propia y característica de este tipo de microorganismos. El LPS está constituido por una cadena polisacárida conocida también como *antígeno O*, el cual le confiere características antigénicas particulares a cada especie, y por una cadena lipídica denominada *lipido A*, la cual constituye la porción tóxica de la pared de las Gram negativas. Este tipo de procariotas tiene en su pared un poro selectivo conformado por un conjunto de proteínas llamadas *porinas*, las cuales confieren selectividad en el transporte de sustancias desde y hacia el interior de la célula. Como se mencionó anteriormente, la reacción al Gram es una propiedad que permite inferir sobre la composición de la pared de las procariotas. Esta coloración fue descrita por el bacteriólogo Hans Christian Joachim Gram, quien empleó el cristal violeta (colorante primario) para teñir la mureína, el lugol o solución yodada para fijar el cristal violeta, el alcohol acetona para decolorar (retirar el cristal violeta y el lugol) y deshidratar el poro en el caso de las Gram

negativas, y el rojo de metilo como colorante de contraste. El resultado obtenido es: células Gram positivas violetas y células Gram negativas rosadas.

Pero no solamente con el Gram se puede iniciar la caracterización de las bacterias como un método rápido para su identificación; otro parámetro microscópico de relevancia es la forma y tipo de agrupación de las células. De acuerdo con su forma se pueden identificar en las procariotas esferas (cocos), bastones (bacilos), espirales (espirilos o espiroquetas) y bastones curvos o comas (vibrios). Dependiendo de la manera de agruparse pueden observarse duplos (denominados diplococos o diplobacilos), cadenas (estreptococos o estreptobacilos) o racimos (estafilococos). Si bien la mayoría de las bacterias verdaderas (eubacterias) pueden caracterizarse por su forma, tipo de agrupación o reacción al Gram, entre otras características, otro tipo de microorganismos de importancia clínica debe ser estudiado con distintas herramientas por la misma naturaleza de sus componentes de pared, por sus características fisiopatológicas diferenciales y aun por la ausencia de pared celular en algunos de ellos.

Es el caso de las denominadas *micobacterias*, dentro de las cuales están dos especies causantes de infecciones con relevancia epidemiológica en países en vías de desarrollo: *Mycobacterium tuberculosis* y *Mycobacterium leprae*, agentes etiológicos de la tuberculosis y la lepra, respectivamente. La tuberculosis, una enfermedad con espectro clínico variado, ha tomado importancia en los países desarrollados por su asociación con la infección por el VIH. La estructura de la pared de *Mycobacterium tuberculosis* es considerada un factor de virulencia. Contiene peptidoglicano, aunque en baja proporción, razón por la cual erróneamente la han llegado a catalogar como una bacteria Gram positiva. Dentro del componente lipídico que constituye cerca del 60% de la pared celular, se destacan los ácidos micólicos, moléculas fuertemente hidrofóbicas cuyo papel como determinante de virulencia se ha visto soportado en la resistencia que le confiere al microorganismo frente al ataque de proteínas catiónicas y radicales de oxígeno, presentes en los gránulos de las células fagocíticas. El denominado *factor cord* (factor formador de cordón), es otro componente de la pared de la micobacteria, que cumple una función de evasión de la respuesta inmune del hospedero, particularmente inhibiendo la migración de las células polimorfonucleares. Los ácidos micólicos son, junto con los demás lípidos de pared, los responsables de la característica de ácido-alcohol resistencia que tienen estos bacilos, razón por la cual tinciones como las de Gram no son las indicadas para su evidencia microscópica. La coloración de Ziehl Neelsen es la coloración que permite ver con el microscopio bacilos de color rosado a rojo, que son informados como bacilos ácido alcohol resistente en las denominadas baciloscopias (nombre asignado al estudio primario de la presencia de micobacterias en una muestra biológica). El *Mycobacterium tuber-*

*culosis* (bacilo de Koch) también puede ser aislado y caracterizado por técnicas de cultivo. Medios enriquecidos como el Lowenstein-Jensen, han sido utilizados para promover el crecimiento *in vitro* del microorganismo y facilitar sus estudios de identificación y análisis. A diferencia de otras procariotas, las micobacterias son microorganismos de crecimiento lento, cuya velocidad de replicación *in vitro* se retarda por la misma composición de su pared, es decir, mientras un Gram positivo o un Gram negativo en promedio se duplica en un lapso de 20 minutos de forma que entre uno y dos días ya hay evidencia de crecimiento en los medios de cultivo empleados para su aislamiento, sólo después de tres a cuatro semanas se pueden observar colonias típicas de micobacterias en los medios de cultivo selectivos para su desarrollo. Por otra parte, la denominada *prueba de tuberculina*, también conocida como *reacción de Mantoux*, es una herramienta que facilita en algunos casos el pronóstico de la enfermedad, aunque se debe emplear con fines epidemiológicos más que con fines de diagnóstico. En el nivel clínico, es de fundamental importancia la diferenciación entre un individuo infectado y otro enfermo, máxime cuando en nuestro medio es el profesional de la enfermería quien tiene la responsabilidad del manejo y control de los programas de tuberculosis. En países en vías de desarrollo, el contacto de la población con micobacterias es muy frecuente; no obstante, no todos los individuos que entran en contacto con el bacilo desarrollan la enfermedad, por lo cual se confirma la gran participación y “permisividad” que el hospedero tiene para facilitar o limitar la progresión y la evolución de la enfermedad. En otras palabras, todos podemos infectarnos, pero no todos logramos enfermarnos.

Condiciones ambientales, nutricionales y hasta genéticas se han contemplado como factores que facilitan el desarrollo de la tuberculosis. Por lo tanto, el diagnóstico certero y diferencial debe realizarse teniendo en cuenta parámetros que no solo definan si el bacilo ha estado en contacto con el hospedero (porque tanto en individuos infectados como en enfermos hay exposición al microorganismo) sino en que otras pruebas clínicas y paraclínicas resulten positivas. Por ejemplo, un paciente infectado y uno enfermo tendrán una prueba de tuberculina positiva; sin embargo, las imágenes de rayos X evidenciarán lesiones sólo en el paciente enfermo y no en el individuo infectado. Las pruebas de visualización de bacilos provenientes del esputo y los cultivos de las mismas muestras sólo resultarán positivos en los enfermos, no en los infectados. Clínicamente, un individuo infectado que por sí solo ha logrado detener la multiplicación del bacilo, no tendrá ningún tipo de sintomatología, como tos, fiebre o pérdida de peso, síntomas que sí son evidentes en un paciente enfermo. Durante el periodo agudo, el tosedor crónico podría expulsar una gran cantidad de bacilos al exterior (cerca de tres bacilos en cada gota de saliva expulsada en una simple conversación); por lo tanto, en

esta etapa y antes del tratamiento será considerado como un individuo infeccioso. Finalmente, sólo el paciente que presente signos y síntomas como los anteriormente descritos podrá ser definido como un caso clínico de tuberculosis. A nivel de prevención y control de la tuberculosis, se han identificado algunos factores de predisposición para el desarrollo de la enfermedad, entre los que se cuenta: el hacinamiento (escuelas, hospitales, ancianatos, prisiones, etc.), malas condiciones nutricionales, consumo de sustancias inmunosupresoras (alcohol, tabaco, por ejemplo) y co-infección con agentes inmunodepresores como el VIH, entre otros. Clínicamente, la tuberculosis se manifiesta en diversos estadios. El estadio 1 es el estadio de infección en donde el paciente infeccioso expulsa una cantidad de bacilo suficiente para generar el inóculo necesario para inducir la enfermedad (se afirma que durante una conversación de cinco minutos con una persona enferma se alcanzan a liberar en las microgotas de saliva hasta 9.000 bacilos). Luego del ingreso de los bacilos y hasta después de tres semanas se desarrollaría el estadio 2, a partir del cual se empiezan a generar las diferencias críticas entre un individuo infectado y un individuo enfermo. Los macrófagos del individuo infectado logran controlar el desarrollo intracelular de la micobacteria, mientras que los fagocitos de los enfermos son inactivados por el bacilo y, por el contrario, le brindan las condiciones necesarias para su crecimiento intracelular. A partir del estadio 3 y casi después de un mes de la primoinfección, se comienzan a evidenciar signos y síntomas clínicos característicos de la enfermedad, que son el reflejo de una serie de eventos producto de la interacción hospedero-patógeno. Células como los linfocitos se empiezan a infiltrar, comenzando una serie de eventos celulares y humorales que intentan participar en el control de la infección. Sin embargo, esta misma respuesta celular mediada por los linfocitos, es también la responsable de la patología asociada con tuberculosis. Los macrófagos activados pueden liberar enzimas líticas e intermediarios reactivos; al igual que los linfocitos T, estos fagocitos pueden liberar citoquinas como la interleuquina (IL) 1, el factor de necrosis tumoral (TNF) y el interferón gama (IFN- $\gamma$ ), involucradas en el inicio de la formación del tubérculo. El centro de dicho tubérculo se caracteriza por una “caseificación necrótica” y una consistencia semi-sólida, condiciones que limitan la multiplicación del bacilo aunque su sobrevivencia no se ve afectada. De no ser tratado, el bacilo continúa su progresión y el individuo alcanza el estadio 4. Para este momento y por razones desconocidas, el centro caseoso del tubérculo se torna líquido, lo cual facilita el desplazamiento del bacilo iniciando una rápida multiplicación extracelular, generando una necrosis y ruptura de los tejidos bronquiales cercanos. Este proceso culmina con la denominada formación de cavernas. Cuando la lesión primaria se cura, se torna fibrosa y se calcifica, momento en el cual la lesión se conoce con el nombre de complejo Ghon. Dependiendo del tamaño y la severidad, el complejo Ghon (etapa 5) es fácilmente visible en los



análisis de rayos X de tórax. Pequeños focos metastásicos contienen pequeñas cantidades de bacilos viables, constituyéndose en focos infecciosos conocidos también con el nombre de *focos de Simon*. Estos focos también pueden ser evidenciados por rayos X y frecuentemente son los responsables de la reactivación de la enfermedad. Mecanismos y factores de virulencia del bacilo tuberculoso han sido identificados, y a diferencia de otras procariotas, dentro de ellos no se cuentan ni toxinas, ni cápsulas, ni fimbrias. Sin embargo, las propiedades estructurales y fisiológicas de la bacteria se asocian con factores de virulencia, por ejemplo, la misma forma de entrada del microorganismo al macrófago y su crecimiento como intracelular obligado. Los anticuerpos y el complemento se han considerado como poco efectivos para el control de la micobacteria que una vez internalizada es capaz de inhibir la fusión vacuola parasitófora-lisosoma, generando un ambiente óptimo para su sobrevivencia intracelular, evitando de este modo ser alcanzada por otros mecanismos inmunitarios. Dentro del macrófago, el bacilo puede interferir con la actividad de los intermediarios reactivos del oxígeno producidos durante el proceso de fagocitosis.

Como se revisó anteriormente, es necesaria la plena identificación clínica del microorganismo y un diagnóstico efectivo. Antes de iniciar el tratamiento, es mandataria la detección del bacilo ácido-alcohol resistente en las muestras biológicas. Actualmente, el tratamiento para el control de la tuberculosis pulmonar se compone de la administración de múltiples antibióticos durante un lapso mínimo de seis meses; de ahí su nombre: “Tratamiento acortado supervisado”. Dentro de los fármacos propios para la eliminación del bacilo en un hospedero enfermo se encuentra la isoniazida, la rifampicina, la rifabutina y la eritromicina, entre otros. Se resalta la importancia de un diagnóstico certero por la elevada toxicidad de este tipo de antibióticos, que en caso de ser administrados a un paciente que no lo necesite podrían generar daños incluso irreversibles a nivel hepático, nervioso y gastrointestinal.

Otra micobacteria clínicamente importante es la *Mycobacterium leprae* (bacilo de Hansen), agente etiológico causante de la lepra. A diferencia de la *Mycobacterium tuberculosis*, la *Mycobacterium leprae* no se puede cultivar *in vitro*, por lo cual se ha empleado el armadillo rayado como el modelo experimental *in vivo* que permite el aislamiento masivo de este bacilo. La lepra como enfermedad, y de forma similar a la tuberculosis, se desarrolla dependiendo las características de inmunocompetencia del hospedero afectado. En este sentido, diversas formas clínico-patológicas con una distribución bipolar han sido identificadas basadas en la reacción de hipersensibilidad retardada o *prueba de Mitsuda*. El macrófago también es la célula blanco de infección aunque el sistema respiratorio no es el sistema afectado. Es el sistema nervioso el comprometido con la infección por

este bacilo, razón por la cual, dentro de los signos y síntomas de la enfermedad se encuentra la pérdida de sensibilidad de las lesiones de la piel (anestesia), parálisis de los troncos nerviosos acompañada o no de inflamación. Dentro del espectro de la enfermedad, la forma clínica de mejor pronóstico se denomina *lepra tuberculoide*, caracterizada por manchas acrónicas de superficie lisa y alopecia, también conocidas como *manchas lépriles*. Este tipo de lepra es de evolución prolongada y benigna. La respuesta inmune en este tipo de pacientes es más activa, lo cual se evidencia de forma indirecta a través de la positividad ante la reacción de Mitsuda. En términos generales, la lepra tuberculoide suele ser localizada, compromete de uno a dos nervios y en muchas ocasiones se resuelve espontáneamente. El polo clínico de peor pronóstico se denomina *lepra lepromatosa*, caracterizada por una seria alteración de la respuesta inmune. Cursa con una gran cantidad de bacilos y una reacción de Mitsuda negativa. Las manchas iniciales suelen infiltrarse e incrementar de tamaño, momento en el cual reciben el nombre de *lepromas*, los cuales inician en la cara, razón por la cual, al diseminarse, confieren un aspecto leonino al rostro del paciente.

Otro tipo de microorganismos que no pueden ser catalogados con el empleo de la coloración de Giemsa es la familia de las espiroquetas o espirilos, a la cual pertenecen agentes etiológicos de enfermedades zoonóticas, ETV y enfermedades de transmisión sexual (ETS) como leptospira, borrelia y treponema, respectivamente.

*Treponema pallidum* es una de las espiroquetas más conocidas por la enfermedad que produce: la sífilis, una de las más antiguas ETS. Específicamente la sífilis venérea es producida por el *Treponema pallidum*, subespecie *pallidum*, mientras que la sífilis endémica es producida por la subespecie *endemicum*. Otras enfermedades como la frambesia y el pian, caracterizadas por lesiones en la piel, son producidas por la subespecie *pertenue* o por la especie *carateum*, respectivamente. Los treponemas como *Treponema denticola*, *Treponema pectinovorum*, *Treponema vicentii* y *Treponema phagedenis* están asociados con infecciones en la cavidad oral, por lo cual están clasificados en el grupo de los periodontopatógenos. En mayor detalle, *Treponema pallidum*, subespecie *pallidum*, es una espiroqueta con 6 a 14 espiras, flagelada, con metabolismo microaerófilo, que no es cultivable *in vitro*, razón por la cual una obtención masiva del microorganismo se debe realizar *in vivo*, empleando los testículos del conejo para tal fin, como “medio de cultivo”. Su pared celular contiene peptidoglicano y espacio periplásmico, por lo cual algunos observadores han llegado a clasificarla dentro de las Gram negativas; sin embargo, carece de LPS. Este espirilo tiene tropismo por epitelio y endotelio, causando un variado espectro de manifestaciones clínicas. *Treponema pallidum* y *Treponema carateum* son patógenos exclusivos de los

seres humanos, cuyas enfermedades tienen una amplia distribución normal. La sífilis es una enfermedad con diversos estadios: *estadio primario*, cuya aparición de un chancro localizado en los órganos genitales es característico. En las mujeres es más difícil su evidencia, aunque la linfadenopatía regional es típica tanto en hombres como en mujeres. Este estadio puede llegar a durar en promedio tres semanas, al cabo de las cuales puede evolucionar al *estadio secundario*, cuando el chancro puede involucionar y síntomas inespecíficos como rash, fiebre, malestar general, linfadenopatía, condilomas planos y alopecia, pueden aparecer. Esta etapa puede tardar hasta doce semanas. Posteriormente, la infección puede cursar de forma indetectable y el estadio latente y asintomático puede prolongarse hasta por un año. Para este momento, la enfermedad puede evolucionar hasta el *estadio terciario* que puede llegar a presentar una manifestación cardíaca (eventualmente cursa con aneurisma aórtico y estenosis coronaria) o nerviosa, también llamada *neurosífilis* (meningitis crónica, confusión, vértigo, disturbios de personalidad, demencia y delirio, pérdida del tono muscular). El periodo de incubación para este estadio oscila entre 10 y 30 años. Dentro de los estadios más críticos de la enfermedad, está la denominada *sífilis congénita*, cuya manifestación temprana desencadena una infección diseminada fulminante en niños menores de dos años. La sífilis congénita tardía es una infección multiorgánica que compromete los ojos, huesos, hígado, piel, sangre, dientes, nervios y cerebro. Al igual que para todas las enfermedades infecciosas, el diagnóstico de la sífilis es crítico para un tratamiento acertado y oportuno. Para dicho tratamiento la historia clínica, los signos y síntomas son fundamentales. Los denominados estudios de serología son las herramientas de elección para un diagnóstico rápido de la infección por treponema. No obstante, el mal empleado término “serología” (estudio del suero) hace referencia a la detección de anticuerpos frente a la cardiolipina, una proteína presente en la superficie del microorganismo, también expresada por células humanas, por lo que este examen, denominado VDRL (*Venereal Disease Research Laboratory*) no es específico para la treponema. Entonces, para definir un caso clínico de sífilis es necesario emplear otras pruebas directas para visualizar el microorganismo (microscopía de campo oscuro o tinción directa con anticuerpos fluorescentes) o indirectas, como el FTA-ABS (*Fluorescent Treponemal Absorption Test*), hibridización con sondas (*dot plot*) o PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Como tratamiento de elección para el control de la sífilis está la penicilina benzatínica; sin embargo, cuando hay resistencia al patógeno o hipersensibilidad en el paciente, antibióticos como la tetraciclina, la eritromicina o el cloranfenicol son necesarios. Es de resaltar que una buena educación sexual es el principal método de prevención de esta enfermedad, y que cuando las tasas epidemiológicas lo ameriten, se considera como opción un tamizaje serológico general para los grupos de riesgo (personas con vida sexual activa sin control).

La leptospirosis es una enfermedad producida principalmente por la especie denominada *Leptospira interrogans*, una espiroqueta que tiene flagelos periplasmáticos y cuya pared está compuesta por LPS similar al de otras Gram negativas, pero con menor actividad endotóxica. También está en capacidad de liberar hemolisinas y citotoxinas que se asocian con su potencial de virulencia. Las leptospirosis son espirilos aerobios obligados que pueden ser aislados *in vitro* a través de su recuperación en medios de cultivo muy enriquecidos que contienen suero, vitamina B12, ácidos grasos de cadena larga y sales de amonio. La leptospirosis es catalogada como una zoonosis debido a que reservorios de animales domésticos y peridomésticos se infectan, y liberan por la orina el microorganismo, que sobrevive por largos periodos de tiempo en suelos y aguas. La infección en humanos puede generarse por contacto directo u ocupacional (veterinarios o personas que manipulan animales infectados) o recreacional (cuando orina infectada es depositada en piscinas, lagunas o ríos). Una vez el individuo se infecta, la enfermedad puede ser bifásica: fase bacterémica y fase bacterúrica, ambas con una severidad variable. Observar la leptospira en microscopia es bastante difícil, razón por la cual las pruebas serológicas como la microaglutinación o el ELISA (*Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay*) son las herramientas más adecuadas para el diagnóstico de la enfermedad. El antibiótico de elección para su tratamiento es la penicilina, y en segunda opción, la tetraciclina.

La borreliosis es otra de las enfermedades producidas por otra espiroqueta, la *Borrelia*, pero con pocas espiras en su superficie. En el nivel metabólico, es una bacteria microaerófila que requiere ácidos grasos de cadena larga para su metabolismo. La borreliosis es producida por diversas especies de borrelias, a su vez transmitidas a hospederos humanos por algunos tipos de artrópodos; por esta razón se ha clasificado dentro de las denominadas ETV. Los artrópodos que en mayor frecuencia se encuentran haciendo parte de la transmisión de borrelias son las garrapatas y los piojos, que tienen tropismo para *Borrelia hermsii* (fiebre recurrente endémica) y *Borrelia burgdorferi* (enfermedad de Lyme), respectivamente. La *Borrelia recurrentis* es transmitida por piojos y es el agente causal de la fiebre recurrente caracterizada por un cuadro multifásico febril bacterémico. En el estadio temprano, aparece un eritema crónico migrante, que posteriormente se acompaña de fiebre, artralgias y mialgias (estadio de diseminación). De no ser tratada, la borreliosis evoluciona hacia un estadio persistente que cursa con meningitis y artritis crónica. Un buen diagnóstico para borreliosis debe acompañarse de una historia clínica donde se recuerde la exposición a garrapatas o piojos, además de la observación de la borrelia en sangre o pruebas serológicas como el ELISA. El antibiótico de elección para el tratamiento de la borreliosis es la doxiciclina.

### PREGUNTAS CAPÍTULO 3

1. La coloración de Gram permite evidenciar:
  1. Estructuras de la pared celular de procariotas
  2. Estructuras de la membrana celular de procariotas
  3. Estructuras asociadas con el núcleo de las células procariotas
  4. Todas las anteriores respuestas son correctas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  
2. Los ácidos teicoicos y lipoteicoicos son compuestos propios de microorganismos como:
  1. *Salmonella*
  2. *Mycobacterium*
  3. *Streptococcus*
  4. *Candida*
  5. Todas las anteriores respuestas son correctas
  6. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  
3. La mureína, compuesto propio de la pared de las procariotas es también conocida con el nombre de:
  1. Ácido teicoico
  2. Peptidoglicano
  3. Lipopolisacárido
  4. Antígeno O
  5. Lípido A
  
4. El espacio periplásmico es propio de microorganismos como:
  1. *Salmonella*
  2. *Mycobacterium*
  3. *Streptococcus*

4. *Candida*
  5. Todas las anteriores respuestas son correctas
  6. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
5. El lipopolisacárido de algunos procariontes está conformado mayoritariamente por:
    1. Peptidoglicano y ácido lipoteicoico
    2. Lipofosfoglicano y mureína
    3. Antígeno O y lípido A
    4. Antígeno H y lipoproteínas
    5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  6. El lipopolisacárido de algunos microorganismos hace parte estructural de:
    1. La membrana celular
    2. La cara interna de la bicapa lipídica de la membrana citoplasmática
    3. La cápsula
    4. Los pilis
    5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  7. Las micobacterias son clasificadas dentro del grupo de microorganismos:
    1. Gram negativos
    2. Ácido-alcohol resistentes
    3. Esporulados
    4. Transmitidos por vectores
    5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  8. Es un criterio para definir un caso clínico de tuberculosis (todas son verdaderas, excepto una. Señale la respuesta incorrecta):
    1. Rayos X con lesiones prototípicas
    2. Tinción de Ziehl Neelsen positiva
    3. Cultivo en medio Lowenstein-Jensen positivo
    4. Sintomatología clínica como tos, fiebre y pérdida de peso
    5. Test de tuberculina positivo

9. Referente a la prueba de tuberculina, los siguientes enunciados son verdaderos, excepto uno (señale la respuesta incorrecta):
1. Se evidencia gracias al fenómeno de hipersensibilidad retardada
  2. Es el mismo test de Mantoux
  3. Es una prueba intravenosa que se lee a las 72 horas
  4. Mide la reactividad celular frente al derivado proteico purificado de *Mycobacterium tuberculosis* o PPD
  5. Refiere exposición previa al microorganismo
10. *Mycobacterium leprae* es el agente etiológico de la lepra que se diagnostica mediante:
1. Coloración de Gram
  2. Cultivo en medio Lowenstein-Jensen
  3. Coloración de Ziehl Neelsen
  4. Coloración de campo oscuro
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
11. La forma clínica de la lepra denominada *lepra lepromatosa* se caracteriza por (todas las respuestas son verdaderas excepto una, señale la respuesta incorrecta):
1. Reacción de hipersensibilidad retardada negativa
  2. Test de Mitsuda negativo
  3. Cultivo de *Mycobacterium leprae* positivo
  4. Peor pronóstico clínico
  5. Refiere exposición previa al microorganismo
12. La forma clínica de lepra con mejor pronóstico es la:
1. Lepra lepromatosa
  2. Lepra tuberculoide
  3. Lepra dimorfa
  4. Lepromina
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta



- 13.** Referente al *Treponema pallidum*, todas las siguientes afirmaciones son verdaderas, excepto una (señale la respuesta falsa):
1. La prueba diagnóstica de elección es el VDRL
  2. Es un bacilo en forma de espiral
  3. Crece con facilidad en medios de cultivo *in vitro*
  4. Induce la piuria en individuos infectados
  5. Es el agente etiológico de la sífilis
- 14.** La denominada *enfermedad de Lyme* que ocasiona adenopatía y daño cardíaco es producida por microorganismos pertenecientes al género:
1. *Trypanosoma*
  2. *Leishmania*
  3. *Borrelia*
  4. *Plasmodium*
  5. Ninguna de las anteriores
- 15.** Uno de los principales microorganismos involucrados en la generación de endocarditis bacteriana es:
1. *Trypanosoma cruzi*
  2. *Borrelia burgdorferi*
  3. *Staphylococcus aureus*
  4. *Clostridium perfringens*
  5. *Streptococcus viridans*
- 16.** La denominada *verotoxina* es producida por un bacilo Gram negativo del género:
1. *Escherichia*
  2. *Salmonella*
  3. *Shigella*
  4. *Pseudomonas*
  5. *Klebsiella*
- 17.** El denominado *bacilo de Hansen* es el agente etiológico de la:
1. Conjuntivitis parasitaria



2. Leishmaniosis cutánea
  3. Lepra
  4. Sarna
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 18.** La denominada *diarrea del viajero* es producida por un bacilo Gram negativo del género:
1. *Escherichia*
  2. *Salmonella*
  3. *Shigella*
  4. *Pseudomonas*
  5. *Klebsiella*
- 19.** La cápsula del *Staphylococcus aureus* es importante porque:
1. Inhibe la fagocitosis
  2. Es el antígeno A
  3. Permite la degranulación del microorganismo
  4. Todas las anteriores respuestas son correctas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 20.** La enfermedad dermatológica conocida como *impétigo* es causada por:
1. *Mycobacterium leprae*
  2. *Sarcoptes scabiae*
  3. *Staphylococcus aureus*
  4. *Trychophyton rubrum*
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 21.** Es una prueba muy útil para diferenciar *Streptococcus pneumoniae* de otras especies de estreptococos:
1. Catalasa
  2. Coagulasa
  3. Optoquina
  4. Fermentasa
  5. Ureasa

22. Referente a la endocarditis producida por *Streptococcus viridans*, todos los siguientes enunciados son falsos, excepto uno (señale la respuesta verdadera):
1. Pertenece al grupo de enfermedades transmitidas por vectores
  2. Se puede clasificar dentro de las enfermedades de transmisión sexual
  3. La cápsula del microorganismo está compuesta por ácido hialurónico
  4. El microorganismo tiene una reacción a la catalasa positiva
  5. Puede ocasionar adenopatías
23. La *Neisseria gonorrhoeae* se une a las células epiteliales gracias a que estas exponen un receptor para los pilis del microorganismo. Dicho receptor se conoce como:
1. CD4
  2. CD46/CD66
  3. CD8
  4. CD21
  5. Ninguno de los anteriores es correcto
24. La *gangrena gaseosa* es producida por microorganismos pertenecientes al género:
1. *Trypanosoma*
  2. *Leishmania*
  3. *Clostridium*
  4. *Plasmodium*
  5. Ninguna de las anteriores
25. La denominada *fiebre tifoidea* es producida por microorganismos pertenecientes al género:
1. *Trypanosoma*
  2. *Borrelia*
  3. *Staphylococcus*
  4. *Clostridium*
  5. *Salmonella*

26. El *botulismo* es producido por microorganismos pertenecientes al género:
1. *Trypanosoma*
  2. *Borrelia*
  3. *Staphylococcus*
  4. *Clostridium*
  5. *Salmonella*
27. Dentro de las características diferenciales entre bacterias Gram positivas y Gram negativas se puede incluir:
1. La presencia de lipofosfoglicano en las Gram positivas
  2. La presencia de ácidos micólicos en las Gram negativas
  3. La presencia de quitina en la pared de las Gram negativas
  4. La presencia de esporas en las Gram negativas
  5. La presencia de lipopolisacárido en las Gram negativas
28. En relación con el peptidoglicano, las siguientes afirmaciones son falsas, excepto una (señale la respuesta verdadera):
1. Está presente solamente en las bacterias Gram positivas
  2. Está presente en bacterias Gram positivas y Gram negativas y su diferencia radica en la cantidad de molécula y disposición de su estructura
  3. Está presente en bacterias Gram positivas y Gram negativas y su diferencia radica en la mezcla con la porción lipídica
  4. Está presente en bacterias Gram positivas y Gram negativas y su diferencia radica en el porcentaje periplásmico
29. Relacione cada microorganismo con la clasificación correspondiente:
- |                                |     |                      |
|--------------------------------|-----|----------------------|
| 1. <i>Streptococcus spp</i>    | ___ | Coco Gram positivo   |
| 2. <i>Escherichia coli</i>     | ___ | Bacilo Gram positivo |
| 3. <i>Mycobacterium leprae</i> | ___ | Espiroqueta          |
| 4. <i>Lactobacillus</i>        | ___ | Bacilo Gram negativo |
| 5. <i>Treponema pallidum</i>   | ___ | Micobacteria         |

- 30.** De acuerdo con la clasificación según su forma, los microorganismos que se encuentran con mayor frecuencia asociados con cuadros de neumonía son:
1. Bacilos
  2. Cocos
  3. Coco-bacilos
  4. Espirilos
  5. Vibrios
- 31.** El *Bacillus anthracis*, causante del ántrax, es un microorganismo caracterizado por ser:
1. Bacilo Gram positivo esporulado
  2. Bacilo Gram negativo con exotoxinas
  3. Bacilo Gram positivo encapsulado
  4. Cocobacilo Gram negativo
  5. Ninguna de las anteriores es verdadera
- 32.** El *Treponema pallidum* es el agente causal de:
1. Tuberculosis
  2. Lepra
  3. Sífilis
  4. Meningitis
  5. Ántrax
- 33.** El *Streptococcus pyogenes* es uno de los principales agentes asociados con:
1. Gastroenteritis
  2. Faringoamigdalitis
  3. Úlceras genitales
  4. Lesiones de piel
  5. Ántrax

- 34.** El lipopolisacárido de las bacterias Gram negativas tiene dos estructuras fundamentales, el lípido A y el oligosacárido O. Este último se asocia con:
1. La sobrevivencia de la bacteria
  2. La fluidez de la membrana externa
  3. Las propiedades antigénicas de las diversas especies
  4. Todas las anteriores afirmaciones son verdaderas
  5. Ninguna de las anteriores afirmaciones es correcta
- 35.** Dentro de los factores de virulencia de algunas bacterias, está la producción de enzimas líticas. Entre ellas está la colagenasa, cuya función es:
1. Lisis glóbulos rojos y blancos
  2. Hidrolizar ácido hialurónico
  3. Activar las enzimas proteolíticas del plasma
  4. Romper el tejido fibroso
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 36.** Dentro de los géneros de bacilos Gram positivos formadores de esporas, uno de los más representativos de este grupo es:
1. *Lactobacillus*
  2. *Salmonella*
  3. *Clostridium*
  4. *Streptococcus*
  5. *Staphylococcus*
- 37.** El metabolismo de un microorganismo es criterio de diferenciación. Basados en este concepto, las dos especies más representativas del grupo de las neisserias se diferencian porque:
1. *Neisseria gonorrhoeae* fermenta sacarosa y *Neisseria meningitidis* fermenta glucosa y maltosa
  2. *Neisseria gonorrhoeae* fermenta glucosa y *Neisseria meningitidis* fermenta glucosa y maltosa
  3. *Neisseria gonorrhoeae* fermenta lactosa y *Neisseria meningitidis* fermenta glucosa y maltosa

4. *Neisseria gonorrhoeae* y *Neisseria meningitidis* fermentan glucosa y sacarosa
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 38.** El *Helicobacter pilory*, bacteria importante por su asociación con el cáncer gástrico, se protege del ácido estomacal por la secreción de:
1. Hialuronidasa
  2. Coagulasa
  3. Ureasa
  4. Catalasa
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 39.** Moléculas como el ribitol y el glicerol hacen parte de la pared de:
1. Streptococcus
  2. Enterobacterias
  3. Levaduras
  4. Hongos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 40.** El ácido lipoteicoico de la pared de los estreptococos, le sirve para:
1. El paso selectivo de sustancias
  2. La permeabilidad celular
  3. La adhesión a las células epiteliales
  4. La opsonización
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 41.** El tracoma es producido por microorganismos del género:
1. *Treponema*
  2. *Chlamydia*
  3. *Neiseria*
  4. *Escherichia*
  5. *Salmonella*

42. El *Lactobacillus*, que hace parte de la flora normal de la vagina, está relacionado con:
1. El sostenimiento de condiciones de pH adecuadas
  2. Las infecciones de transmisión sexual
  3. Los microorganismos para el control de la natalidad
  4. El intercambio de sustancias desde el exterior
  5. La anaerobiosis del tejido
43. De las características de las micobacterias, las siguientes afirmaciones son verdaderas, excepto una (señale la respuesta falsa):
1. Son microorganismos aerobios
  2. Son ácido-alcohol resistentes
  3. Son intracelulares obligados
  4. Son formadores de esporas
44. En la progresión de la lepra, la forma evolutiva denominada *lepra lepromatosa* se diferencia de la forma *tuberculoide* por:
1. Tener pocos bacilos ácido-alcohol resistentes en los macrófagos tisulares
  2. Ser una manifestación con pronóstico favorable
  3. Presentar macrófagos con abundantes bacilos ácido-alcohol resistentes en su interior
  4. Todas las anteriores afirmaciones son verdaderas
  5. Ninguna de las anteriores afirmaciones es correcta
45. En el nivel clínico, una de las características de la tuberculosis primaria es:
1. Poco sintomática
  2. Fiebre
  3. Malestar general
  4. Todas las anteriores son verdaderas
  5. Ninguna de las anteriores es correcta

46. Una de las principales vías de transmisión de la lepra es:
1. Sanguínea (transfusional)
  2. Secreciones (respiratorias)
  3. Sexual
  4. Por vectores
  5. Ingestión de bacilos
47. El factor *cord*, o factor de cordón, presente en el *Mycobacterium tuberculosis* ha sido identificado como uno de los responsables de:
1. Las fiebres elevadas en los pacientes tuberculosos
  2. La sudoración y la astenia
  3. La inhibición de la fusión fagolisosoma en el macrófago
  4. Las reacciones de hipersensibilidad retardada
  5. Ninguna de las anteriores es verdadera
48. Referente al *Propionibacterium acnes* se puede afirmar que es:
1. Un cocobacilo Gram negativo
  2. Un coco Gram negativo
  3. Un cocobacilo Gram positivo
  4. Un coco Gram positivo
  5. Un protozooario
49. Referente al *Propionibacterium acnes* se puede afirmar que:
1. Crece fácilmente en agar sangre
  2. No crece fácilmente en medios de cultivo
  3. No produce ácido propiónico
  4. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
50. La proteína A que hace parte del *Staphylococcus aureus* es la responsable de:
1. Inhibir la fagocitosis y favorecer la “invisibilidad” del microorganismo
  2. Destruir glóbulos rojos y causar la neumonía
  3. Formar la cápsula y atacar otros microorganismos de la flora normal



4. Favorecer la movilidad del microorganismo en la sangre
  5. Todas las anteriores respuestas son correctas
- 51.** Una de las toxinas producida por el *Staphylococcus aureus* se denomina:
1. Aurotoxina
  2. Staphylomina
  3. Exfoliatina
  4. Lípido A
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 52.** El *Helicobacter pylori* es un:
1. Bacilo Gram negativo
  2. Coco Gram negativo
  3. Espirilo Gram negativo
  4. Bacilo Gram positivo
  5. Coco Gram positivo
  6. Espirilo Gram positivo
- 53.** Es una molécula producida característicamente por el *Helicobacter pylori* y se asocia con su virulencia:
1. Ureasa
  2. Coagulasa
  3. Catalasa
  4. Quinasa
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 54.** *Haemophilus influenzae* es un:
1. Coco Gram positivo
  2. Bacilo Gram positivo
  3. Cocobacilo Gram positivo
  4. Coco Gram negativo
  5. Bacilo Gram negativo
  6. Cocobacilo Gram negativo

- 55.** El periodo de incubación de *Haemophilus influenzae* en el hospedero humano es de:
1. 1 a 5 horas
  2. 2 a 4 horas
  3. 24 a 96 horas
  4. 1 a 4 horas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 56.** *Pseudomonas aeruginosa* es:
1. Un coco Gram positivo
  2. Un bacilo Gram positivo
  3. Un cocobacilo Gram positivo
  4. Un coco Gram negativo
  5. Un bacilo Gram negativo
  6. Un cocobacilo Gram negativo
- 57.** El *Streptococcus pneumoniae*, principal agente etiológico de la neumonía bacteriana, es:
1. Un bacilo Gram positivo inmóvil
  2. Un coco Gram positivo inmóvil
  3. Un bacilo Gram positivo móvil
  4. Un coco Gram positivo móvil
  5. Un bacilo Gram negativo inmóvil
- 58.** Cuando se habla del término *alfa hemolítico*, se asocia con un microorganismo capaz de:
1. Hemolizar glóbulos rojos con la enzima alfa
  2. Agrupar glóbulos rojos con la enzima alfa
  3. Destruir enzimas alfa con alto poder tóxico
  4. Agrupar glóbulos rojos y generar un halo de color verdoso en medio de cultivo
  5. Hemolizar glóbulos rojos y generar un halo de color verdoso en medio de cultivo

- 59.** El *Staphylococcus aureus* se diferencia de otros tipos de estafilococos por ser:
1. Ureasa y catalasa positivo
  2. Ureasa y coagulasa positivo
  3. Coagulasa y catalasa positivo
  4. Ureasa y quinasa positivo
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 60.** La *Neisseria meningitidis*, agente etiológico de la meningitis bacteriana, se caracteriza por su disposición en forma de:
1. Cocos Gram positivos extracelulares o intracelulares
  2. Bacilos Gram positivos extracelulares o intracelulares
  3. Diplococos Gram positivos extracelulares o intracelulares
  4. Cocos Gram negativos extracelulares o intracelulares
  5. Bacilos Gram negativos extracelulares o intracelulares
  6. Diplococos Gram negativos extracelulares o intracelulares
- 61.** La *Neisseria meningitidis* se fija a la célula blanco mediante su interacción con el receptor:
1. CD4
  2. CD8
  3. CD56
  4. CD46
  5. CD14
- 62.** Referente a la infección por *Salmonella spp*, se puede decir que su periodo de incubación es de:
1. 1 a 5 días
  2. 2 a 4 semanas
  3. 8 a 48 horas
  4. 1 a 4 horas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

- 63.** Referente a la salmonelosis, se puede decir que su diagnóstico diferencial se facilita porque:
1. La bacteria fermenta la lactosa
  2. La bacteria produce ácido hialurónico
  3. La bacteria produce fosfatasa
  4. La bacteria produce proteína A
  5. La bacteria produce ácido sulfhídrico
- 64.** El lipopolisacárido (LPS) es un compuesto que hace parte de la pared de especies como:
1. *Staphylococcus aureus*
  2. *Salmonella typhimurium*
  3. *Streptococcus pneumoniae*
  4. *Treponema pallidum*
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 65.** Las bacterias se pueden clasificar de acuerdo con su tamaño, morfología y disposición de las células. Según su forma, la siguiente es una especie con forma característica de espirilo:
1. *Staphylococcus aureus*
  2. *Neisseria meningitidis*
  3. *Streptococcus pneumoniae*
  4. *Treponema pallidum*
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 66.** Son agentes etiológicos causantes de una enfermedad de transmisión sexual, excepto:
1. Virus de papiloma humano
  2. Virus de inmunodeficiencia humano
  3. *Treponema caratecum*
  4. *Neisseria gonorrhoeae*
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

67. La porción tóxica (endotoxina) de las procariotas Gram negativas está constituida por:
1. Polisacárido
  2. Cápsula
  3. Lípido A
  4. Espacio periplásmico
  5. Ninguna de las anteriores es correcta
68. Las bacterias se pueden clasificar según su tamaño, su morfología y la disposición de sus células. Según su agrupación, la siguiente es una especie con crecimiento característico de diplococo:
1. *Staphylococcus aureus*
  2. *Neisseria meningitidis*
  3. *Streptococcus pneumoniae*
  4. *Treponema pallidum*
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
69. Las bacterias se pueden clasificar de acuerdo con su tamaño, su morfología y la disposición de sus células. Según su agrupación, la siguiente es una especie con crecimiento característico en cúmulos o racimos:
1. *Staphylococcus aureus*
  2. *Neisseria meningitidis*
  3. *Streptococcus pneumoniae*
  4. *Treponema pallidum*
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
70. Las siguientes especies hacen parte de las procariotas espirales, excepto:
1. *Treponema pallidum*
  2. *Leptospira interrogans*
  3. *Legionella pneumophila*
  4. *Borrelia burgdorferi*
  5. Ninguna de las anteriores es correcta

71. Las micobacterias, en particular *Mycobacterium leprae*, crecen en medios selectivos como:
1. Agar sangre
  2. Lowenstein-Jensen
  3. Fletcher
  4. BA-80
  5. Ninguna de las anteriores es correcta

Coloque frente a cada uno de los siguientes enunciados, del 72 al 87, si corresponde a una afirmación falsa o verdadera (F o V, respectivamente):

72. Un individuo infectado con *Mycobacterium tuberculosis* presenta baciloscopia y cultivo positivo.
73. Un individuo tosedor sintomático con baciloscopia negativa es considerado un caso clínico de tuberculosis.
74. Si una placa de tórax (rayos X de tórax) es positiva, es suficiente para determinar un caso clínico de tuberculosis.
75. En la prueba de tuberculina (reacción de hipersensibilidad retardada) se administra intradérmicamente BCG.
76. El PPD (derivado proteico purificado de *Mycobacterium tuberculosis*) es la única vacuna contra la tuberculosis.
77. La baciloscopia hace referencia a la tinción de micobacterias mediante la coloración de Ziehl Neelsen.
78. La tuberculosis miliar es la forma clínica que corresponde al estadio 1 de la tuberculosis y se caracteriza por autorresolución.
79. La lepra es una enfermedad granulomatosa producida por el bacilo de Hansen.
80. El *Mycobacterium leprae* se caracteriza por su dificultad de cultivo *in vitro*.

81. La reacción de hipersensibilidad retardada que se describe en los pacientes con lepra se conoce con el nombre de reacción de Mantoux.
82. La reacción de hipersensibilidad retardada que se describe en los pacientes con lepra se conoce con el nombre de reacción de Mitsuda.
83. La lepra tuberculoide es la forma clínica de mejor pronóstico en los casos clínicos de lepra.
84. La lepra tuberculoide es la forma clínica de peor pronóstico en los casos clínicos de lepra.
85. Las lesiones denominadas lepromas son las formas clínicas que caracterizan la lepra lepromatosa.
86. La lepra lepromatosa se caracteriza por la positividad al test de lepromina.
87. La lepra lepromatosa se caracteriza por la negatividad al test de lepromina.
88. La denominada *tuberculosis miliar* es equivalente a:
1. La lepra lepromatosa
  2. La tuberculosis pulmonar
  3. La tuberculosis extrapulomonar
  4. La lepra tuberculoide
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
89. La prueba de hipersensibilidad retardada para *Mycobacterium tuberculosis* es también conocida como:
1. BCG
  2. Reacción de Mitsuda
  3. Reacción de Mantoux
  4. Reacción de Lepromina
  5. Leishmanina
90. El modelo animal experimental ideal para aislar *Mycobacterium leprae* es:
1. Conejo

2. Rata
3. Ratón
4. Armadillo
5. Mono verde

**91.** El espirilo causante de la denominada frambesia o pian es:

1. *Treponema pallidum* subespecie *pallidum*
2. *Treponema pallidum* subespecie *endemicum*
3. *Treponema caratecum*
4. *Treponema pallidum* subespecie *pertenue*
5. *Treponema denticola*

**92.** El modelo animal experimental ideal para aislar *Treponema pallidum* es:

1. Conejo
2. Rata
3. Ratón
4. Armadillo
5. Mono verde

**93.** Dentro de la denominada sífilis congénita, este es uno de los estadios que genera mayor mortalidad:

1. Sífilis secundaria
2. Sífilis temprana
3. Sífilis tardía
4. Neurosífilis
5. Sífilis cardiovascular



## CAPÍTULO 4

### Microorganismos de importancia clínica: levaduras y hongos

Los hongos y levaduras hacen parte de la rama de la microbiología denominada *micología* (del griego *mykes*, que significa seta, y *logos*, discurso, es decir, estudio de las setas). En la antigüedad, los hongos se estudiaban dentro del reino vegetal pues su distribución en la naturaleza así lo permitía, hasta cuando se evidenció que ninguna de las setas, y menos las levaduras, eran autótrofas. Más aún, su “expulsión del reino vegetal” se apoyó en las observaciones simbióticas, donde el hongo (del latín *fungus*, que significa seta, y *sphongos*, esponja) aportaba el agua y la planta le proveía los nutrientes necesarios para sus respectivos procesos. A nivel celular, los hongos y las levaduras son eucariotas, en su mayoría de carácter benéfico para el hombre; sin embargo, cerca del 10% de ellos, ha surgido como potencial patógeno humano debido a la infección concomitante con VIH, por ejemplo, o en cualquier entidad que curse con inmunosupresión. Su nutrición se basa en la absorción, y son aerobios obligados, se reproducen de forma sexual o asexual, se encuentran en forma unicelular (levadura) o pluricelular (hongos o mohos) y son inmóviles. Algunos de los hongos, en particular aquellos patógenos para los humanos, han sido clasificados en el grupo de los hongos dimórficos, caracterizados por su capacidad para adoptar la forma unicelular o multicelular, dependiendo de condiciones particulares de temperatura, pH y concentración de nutrientes, entre otros. Las estructuras denominadas *conidias* son clásicamente la forma de propagación asexual, mientras que las esporas son de origen sexual (aunque también las hay de tipo asexual). Las esporas contenidas en sacos especializados llamados *esporangios*, se denominan *esporangiosporas*. Los hongos y levaduras utilizan diversas fuentes de carbono para todos sus procesos, nitrógeno para la elaboración de aminoácidos, proteínas y bases nitrogenadas y glucosamina para la construcción de quitina. Dependiendo del hongo, el nitrógeno puede provenir del nitrato o del amonio. La pared celular es característica; de hecho dentro de las eucariotas, los hongos y levaduras son los únicos que poseen pared, la cual es rígida y conformada por microfibrillas de quitina (polímero de N-acetil-D-glucosamina). También tiene glicano, manano, mucosa, xilosa y ácido urónico. Sobre la pared celular de algunos de ellos hay una cápsula con propiedades antifagocíticas (*Cryptococcus neoformans*). La constitución de su pared es base de uno de los criterios taxonómicos de clasificación de los hongos: si el polímero

está constituido por quitina-quitosán, el grupo se denomina *zygomyceto*; si es de quitina-glucano se hace referencia a mohos de ascomicetos, basidiomicetos y algunos hongos imperfectos; si es de glucomanano son levaduras de ascomicetos y hongos imperfectos, y si son de quitina-manano se hace referencia a levaduras de basidiomicetos. La membrana celular se caracteriza por la presencia de esteroides no polares. Como toda membrana, es la encargada de la regulación del paso de sustancias (permeabilidad selectiva) y contiene una buena cantidad de lípidos y proteínas y escasos carbohidratos. Muchos antimicóticos tienen como blanco la membrana celular de los hongos y levaduras. Es el caso de la anfotericina B, que al unirse al ergosterol, favorece la rápida salida del potasio y otros iones, inhibe la glicólisis y los procesos de respiración celular. El imidazol y el tinidazol interfieren con la actividad de la metilasa dependiente del citocromo P<sub>450</sub>, induciendo cambios en la permeabilidad y el crecimiento celulares. Los microtúbulos que hacen parte del citoesqueleto celular están conformados por dímeros de tubulina. Los hongos y levaduras tienen un número variable de cromosomas dependiendo de la especie. Las levaduras se dividen por gemación; los hongos crecen por elongación de la hifa apical; las esporas asexuales se dividen por mitosis mientras que las sexuales se dividen por meiosis. Es de resaltar que la unión de levaduras se denomina *hifa* y que la reunión de hifas da origen al *micelio*. Existen micelios aéreos que se emplean para tomar el oxígeno y los micelios vegetativos que toman los nutrientes para los diversos procesos metabólicos. Como hongos de importancia clínica en humanos está el grupo de los Dermatophyts, responsables de enfermedades como las tiñas (manchas): Tinea capitis (*Microsporum canis* y *Trichophyton tonsurans*), Tinea corporis (*Microsporum gypseum*, *Trichophyton mentagrophytes* y *Trichophyton rubrum*), Tinea pedis (*Trichophyton mentagrophytes* y *Trichophyton rubrum*); los hongos dimórficos que generan enfermedades como la blastomycosis (*Blastomyces dermatitidis*), la coccidioidomycosis (*Coccidioides immitis*), la histoplasmosis (*Histoplasma capsulatum*), la paracoccidioidomycosis (*Paracoccidioides brasiliensis*) y la esporotricosis (*Sporothrix schenckii*) y otras infecciones oportunistas como la aspergilosis (*Aspergillus flavus* y *fumigatus*). Dentro del grupo de las levaduras clínicamente relevantes, están las responsables de infecciones como la candidiasis (*Candida albicans* y *tropicalis*), la criptococosis (*Cryptococcus neoformans*) y la Pitiriasis versicolor (*Malassezia furfur*).

## PREGUNTAS CAPÍTULO 4

1. La tiña, denominada *pie de atleta*, es producida por un microorganismo perteneciente al género:
  1. Mycobacterium
  2. Sarcoptes
  3. Staphylococcus
  4. Trychophyton
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  
2. La tiña, asociada con la infección por hongos pertenecientes al género Trychophyton, se diagnostica de forma rápida mediante:
  1. Detección serológica de anticuerpos IgG
  2. Examen directo empleando KOH
  3. Frotis de sangre en la lesión
  4. Cultivo en agar sangre
  5. Pruebas de biología molecular
  
3. Referente a los hongos, las siguientes afirmaciones son verdaderas, excepto:
  1. Poseen una pared conformada por quitina
  2. La gran mayoría de los hongos identificados no son patógenos para los vertebrados
  3. Pueden ser aerobios, anaerobios facultativos y la mayoría anaerobios estrictos
  4. Pueden ser unicelulares como las levaduras o multicelulares como los mohos
  5. Se pueden reproducir sexual o asexualmente
  
4. Una de las características por las cuales los hongos fueron excluidos del reino vegetal es:
  1. Su metabolismo heterótrofo (no hacen fotosíntesis)

2. Su metabolismo anaerobio estricto
  3. No tienen raíces
  4. Todas las anteriores respuestas son verdaderas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
5. Una característica fundamental de la composición de la membrana de los hongos en comparación con otras células eucariotas es la presencia de:
1. Colesterol
  2. Ácidos micólicos
  3. Ergosterol
  4. Lipopolisacárido
  5. Peptidoglicano
6. Es el polímero de carbohidratos más abundante en la pared de los hongos:
1. Peptidoglicano
  2. Quitina
  3. N-acetil-murámico
  4. Lipopolisacárido
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
7. La forma de reproducción asexual prototípica de los hongos, se denomina:
1. Espora
  2. Conidia
  3. Quiste
  4. Esporangiospora
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
8. Es un género del grupo de los hongos que clásicamente corresponde a una forma unicelular:
1. *Aspergillus*
  2. *Penicillium*
  3. *Cándida*
  4. *Trichophyton*
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

- 9.** Un micelio puede definirse como:
1. Reunión de levaduras
  2. Reunión de hifas
  3. Reunión de hongos
  4. Reunión de tabiques
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 10.** Una característica propia de los mohos que los diferencia de las bacterias es:
1. Son aerobios estrictos y su nutrición se basa en fagocitosis
  2. Son aerobios estrictos y su nutrición se basa en absorción
  3. Son anaerobios estrictos y su nutrición se basa en absorción
  4. Son anaerobios estrictos y su nutrición se basa en pinocitosis
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 11.** Este compuesto no está presente ni en la membrana plasmática ni en la pared celular de hongos y levaduras:
1. Ergosterol
  2. Lípidos
  3. Quitina
  4. Ácidos teicoicos
  5. Glicano
- 12.** No es cierto que las levaduras:
1. Son hongos unicelulares
  2. Se reproducen por fisión binaria
  3. Son inmóviles
  4. Son organismos eucariotas
- 13.** La pared celular de hongos y levaduras tiene como característica principal y diferencial la presencia de:
1. Fosfolípidos anfipáticos
  2. Ergosterol
  3. Quitina

4. Gran cantidad de lípidos y proteínas, pocos carbohidratos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 14.** Dentro del grupo de hongos y levaduras, la especie asociada con infecciones oportunistas es:
1. *Coccidioides immitis*
  2. *Blastomyces dermatitidis*
  3. *Histoplasma capsulatum*
  4. *Aspergillus flavus*
  5. *Trichophyton rubrum*
- 15.** Dentro del grupo de hongos y levaduras, aquella especie no catalogada en el grupo de los dimorfos es:
1. *Coccidioides immitis*
  2. *Blastomyces dermatitidis*
  3. *Histoplasma capsulatum*
  4. *Paracoccidioides brasiliensis*
  5. *Candida albicans*
- 16.** Los siguientes microorganismos tienen forma clásica de levadura, excepto (señale la respuesta incorrecta):
1. *Candida albicans*
  2. *Candida tropicalis*
  3. *Histoplasma capsulatum*
  4. *Cryptococcus neoformans*
  5. *Malassezia furfur*
- 17.** La denominada *Pityriasis versicolor* es producida por:
1. *Candida albicans*
  2. *Candida tropicalis*
  3. *Histoplasma capsulatum*
  4. *Cryptococcus neoformans*
  5. *Malassezia furfur*

Coloque frente a cada uno de los siguientes enunciados, del 18 al 21, si corresponde a una afirmación falsa o verdadera (F o V, respectivamente):

18. La nutrición de los hongos se basa en mecanismos de adsorción.
19. La nutrición de los hongos se basa en mecanismos de absorción.
20. Las levaduras son microorganismos unicelulares procariotas.
21. Las levaduras son microorganismos unicelulares eucariotas.

## CAPÍTULO 5

### Microorganismos de importancia clínica: parásitos

La parasitología es la rama de la microbiología que estudia los parásitos; a su vez, los microorganismos más diversos implicados en múltiples patologías humanas. Dos grandes grupos se han identificado: los helmintos y los protozoos. Los *helmintos* son eucariotas multicelulares que logran incluso formar tejidos, órganos y sistemas; algunas de sus formas de ciclo de vida son macroscópicas. Múltiples clasificaciones en razón de su morfología han sido descritas; sin embargo, los platelmintos y los nematelmintos son los más conocidos. Al igual que los otros grupos de microorganismos, los parásitos pueden clasificarse según su tropismo por órganos o tejidos. No obstante, a continuación se describirán algunos de los más relevantes en relación con afecciones gastrointestinales (enfermedades cuyo ciclo biológico involucra mecanismos de transmisión ano-mano-boca).

Los *platelmintos* incluyen los gusanos planos caracterizados por poseer órganos de fijación (ventosas o ganchos). A este grupo pertenece la *Fasciola hepática*, causante de infecciones gastrointestinales en el hospedero humano, asociadas con el ciclo biológico del patógeno. El parásito adulto se localiza en los conductos biliares, allí coloca sus huevos, los cuales salen a través del colédoco y junto con las heces son expulsados al exterior; embrionan en el agua y se produce la eclosión liberándose un miracidio, el cual ingresa en el hospedero intermediario, el caracol (género *Lymnaea*). Dentro de éstos se forman las cercarias que se enquistan en la vegetación como metacercarias, las cuales, al ser digeridas por el hombre, darán lugar al parásito adulto para retornar nuevamente al punto de inicio del ciclo vital.

Otro platelminto de relevancia clínica es el *Schistosoma mansoni*, cuyo ingreso en el hospedero humano se realiza por medio de la piel, por donde son introducidas las cercarias. Estas sufren la morfogénesis a adulto al llegar al hígado, liberando en los vasos sanguíneos huevos que serán expulsados al exterior a través de la orina o la materia fecal. En el exterior, el miracidio en incubación penetra en el caracol (hospedero intermediario), donde se diferencia a esporocisto, el cual al ser liberado nuevamente en el agua (vida libre) se diferencia a cercaria (forma clásica de la etapa infecciosa).

Las *Taenia solium* y *Taenia saginata* son microorganismos de los más representativos del grupo de los platelmintos, debido a la alta incidencia en países en



vías de desarrollo donde todas estas parasitosis hoy en día son responsables de un porcentaje elevado de mortalidad y morbilidad. La *Taenia solium*, también conocida como *solitaria*, posee un escolex o cabeza que se fija en el intestino. De allí emerge el cuello y las proglótides inmaduras, maduras y las grávidas que a su vez darán origen a nuevas taenias adultas. No se han identificado claramente machos y hembras de *Taenia*, razón por la cual hay quienes las han catalogado como hermafroditas.

La *echinococosis* es una zoonosis producida por el *Echinococcus granulosus*. Diversos hospederos alternos al hombre como los carneros, el cerdo, el ganado vacuno, entre otros, ingieren los huevos embrionados. La oncosfera incubada penetra en el intestino y migra a distintas vísceras, las cuales, al ser ingeridas por otros carnívoros, facilitan la liberación del escolex del quiste, el cual se adhiere al intestino, donde encuentra las condiciones óptimas para su crecimiento como adulto y la posterior deposición de huevos embrionados en las heces fecales. Alimentos o aguas contaminadas con esta materia fecal son ingeridas por el humano, en cuyo intestino penetra la oncosfera para después pasar a la circulación, desde donde se dirige a su destino final, las vísceras humanas. Tiene predilección por el hígado y los pulmones, donde forma el denominado *quiste hidatídico*.

Ahora describiremos, los *nematelmintos*, en los cuales, a pesar de tener mayores semejanzas morfológicas, el tamaño facilita la diferenciación entre machos y hembras. A este grupo de parásitos pertenece el *Enterobius vermicularis*, también conocido como *Oxiuro*, cuyas hembras adulto grávidas, después de la cópula en el intestino, migran a la región perianal a depositar los huevos, los cuales producen un prurito característico (en esta etapa se puede realizar el diagnóstico tomando una cinta adhesiva con el pegante hacia el exterior y frotando con ayuda de baja lenguas la zona perianal, luego la cinta es colocada en una lámina porta objetos para su observación con el microscopio). Cuando son abundantes, los huevos se liberan al exterior en donde el huevo embrionado puede contaminar aguas o alimentos que una vez ingeridos alcanzan el intestino de un nuevo o del mismo hospedero humano (reinfeción) liberando la larva, que penetra la mucosa, y se diferencian a adultos machos o hembras, según corresponda.

El *Ascaris lumbricoides*, otro nematelminto, se caracteriza por la liberación en la materia fecal de huevos fertilizados y no fertilizados que en el medio exterior sufren una morfogénesis (sólo los fertilizados) que conlleva, a su vez, al desarrollo de la larva, en cuyo caso se le conoce como *huevo embrionado*. Los huevos embrionados con las larvas bien diferenciadas son ingeridos a través de alimentos o agua contaminada hasta llegar a la circulación. De allí pueden migrar a los pulmones y generalmente durante la noche, tomar la tráquea y la faringe hasta

ser nuevamente deglutida y pasar al intestino donde se diferencian a machos y hembras e iniciar de nuevo un ciclo vital.

La *trichinelosis*, causada por *Trichinella spiralis*, es otra enfermedad de relevancia epidemiológica incluida también en el grupo de las zoonosis. Las larvas de *Trichinella*, enquistadas en el músculo estriado de cerdos y otros carnívoros, es ingerida para ser desenquistada en el intestino delgado de otros carnívoros (incluido el hombre). Las larvas evolucionan a adultos (machos o hembras) y durante su fase de reproducción generan nuevas larvas que migran vía sanguínea enquistándose finalmente en el músculo estriado (etapa diagnóstica).

El otro gran grupo de parásitos se conoce con el nombre de *protozoos*. Agrupa microorganismos eucariotas unicelulares móviles y carentes de pared como amebas, ciliados y demás flagelados que parasitan cavidades abiertas. Las formas enquistadas (*quistes*) de estos microorganismos son inmóviles, mientras que las formas móviles se conocen con el nombre de *trofozoitos*. No obstante, algunos de ellos no tienen la capacidad de formar quistes, es decir, la única forma conocida es el trofozoito (*Tricomonas vaginalis*, *Tricomonas hominis*). Si bien gran parte de las amebas tiene localización intestinal (*Giardia lamblia*, *Entamoeba coli*, *Entamoeba histolytica*, *Balantidium coli*, *Chilomastix mesnili*) pueden llegar a colonizar la cavidad bucal y urogenital.

Una enfermedad causada por protozoos de alta incidencia y extrema gravedad (particularmente en mujeres gestantes) es la *toxoplasmosis*, producida por la especie *Toxoplasma gondii*, la cual se puede detectar a través del análisis de laboratorio (búsqueda de anticuerpos) denominado *TORCH* (*TO*xoplasma, *Rubéola*, *Citomegalovirus* y *Herpes*). Los felinos, especialmente el gato, se han definido como el hospedero definitivo. El gato ingiere los cistos de carne contaminada y poco cocida, los cuales, al llegar al intestino, sufren una diferenciación a oocistos no esporulados que son liberados en la materia fecal del felino. Él, por sus mismos hábitos de aseo, puede ingresarlos en su cavidad oral y transmitirlos de forma directa a la madre gestante. La otra opción de su llegada a este hospedero es por medio de alimentos cárnicos mal cocidos y contaminados con oocistos ya esporulados, que en su tránsito intestinal se diferencian a taquizoitos, los cuales logran atravesar la barrera placentaria y causar serios daños fetales, incluso la muerte. Dependiendo de la edad gestacional, los daños incluyen ceguera, malformaciones e hidro o macrocefalia.

Otra de las enfermedades infecciosas más graves en índices de morbi-mortalidad es la *malaria*, cuyo agente etiológico es un protozoo del género *Plasmodium*. Es una enfermedad clasificada dentro de las ETV, debido a que hembras del mos-

quito *Anopheles* son las encargadas de transmitir a los humanos la forma infecciosa del parásito. Cuatro especies de *Plasmodium* son infecciosas para el hombre: *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium malariae* y *Plasmodium falciparum*, siendo esta última la responsable de la mayor mortalidad en el mundo. La hembra del mosquito *Anopheles* introduce en el vertebrado los *esporozoitos* responsables del ciclo hepático de la infección. Allí y en cuestión de horas, los esporozoitos sufren una morfogénesis a *merozoitos*, formas que tienen tropismo por los glóbulos rojos (si son de *Plasmodium vivax* tienen tropismo por los reticulocitos). Con el ciclo sanguíneo, inicia la sintomatología de la enfermedad: fiebre, sudoración, anemia, etc. Los casos complicados de malaria, en particular por *Plasmodium falciparum*, se asocian con la migración de los parásitos al cerebro y la respuesta inmune por parte del hospedero, que en conjunto favorecen la malaria cerebral de carácter mortal. Algunos merozoitos logran diferenciarse a gametos, los cuales son tomados por las *Anopheles* en subsecuentes picaduras. En el intestino del vector, los gametos forman los cigotos, que a su vez se diferencian en ooquinetos, luego a oocistos, para finalizar en nuevos esporozoitos infecciosos. Además de los signos y síntomas, el examen denominado la *gota gruesa* (una gota de sangre extraída con lanceta de uno de los dedos de la mano y coloreada con Wright, Giemsa o Field) es fundamental en el momento de un buen diagnóstico. Formas características intracelulares en eritrocitos o reticulocitos permiten incluso definir la especie de *Plasmodium* responsable de la patología. La malaria o *paludismo* es tratada con quininas, aunque en los últimos años se han generado cepas resistentes a la farmacoterapia convencional, lo cual dificulta el control de la enfermedad.

Finalmente, la *leishmaniosis*, otra de las parasitosis de alta incidencia en países como Colombia, es causada por parásitos del género *Leishmania*, pertenecientes a la familia Trypanosomatidae (la misma familia a la cual pertenecen el *Trypanosoma cruzi* y el *Trypanosoma brucei*, agentes etiológicos de la enfermedad de Chagas (triptanosomiasis americana) y la enfermedad del sueño, respectivamente; transmitidos por vectores triatominos como el conocido popularmente como *pito*). Este protista es transmitido por la hembra de los mosquitos *Lutzomya* y *Phlebotomus*, razón por la cual también se clasifica dentro de las ETV. También es una enfermedad clasificada dentro de las zoonosis, debido a que otros vertebrados, principalmente animales domésticos (como el perro) y peridomésticos, pueden ser reservorios del parásito; incluso hay quienes afirman que el hombre es un hospedero ocasional. Este parásito tiene un ciclo digenético, una forma infecciosa y móvil denominada *promastigote*, que es el inoculado durante la picadura del vector. El promastigote es internalizado por el macrófago (este parásito es un microorganismo intracelular obligado) en donde se diferencia a *amastigote* in-

móvil que al dividirse rompe el macrófago e infecta nuevas células. Dependiendo de la ubicación del macrófago, las diversas formas clínicas podrán aparecer: leishmaniosis cutánea, mucocutánea y visceral, siendo esta última la forma mortal de la enfermedad. El vector toma macrófagos infectados durante la picadura, y al llevarlos al intestino favorece su morfogénesis nuevamente al estadio promastigote. La leishmaniosis es diagnosticada por medio de la observación de macrófagos infectados luego de la tinción de colorantes como el Giemsa, y tratada con fármacos de primera opción como las sales antimoniales pentavalentes como el antimoniato de meglumina.

## PREGUNTAS CAPÍTULO 5

1. Las hembras del mosquito *Anopheles* son el vector responsable de la transmisión de la enfermedad conocida como:
  1. Malaria
  2. Leishmania
  3. Borreliosis
  4. Dengue
  5. Fiebre amarilla
  
2. La sarna es una enfermedad dermatológica cuyo agente etiológico es:
  1. *Staphylococcus aureus*
  2. *Leishmania panamensis*
  3. *Mycobacterium leprae*
  4. *Sarcoptes scabiae*
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  
3. Respecto a la denominada enfermedad del sueño, los siguientes enunciados son verdaderos excepto uno (señale la respuesta falsa):
  1. Es producida por el *Trypanosoma brucei*
  2. Es transmitida por hembras del mosquito *Anopheles*
  3. Ocasiona endocarditis parasitaria
  4. Se diagnóstica por medio de serología
  5. Tiene alta incidencia en países en vías de desarrollo
  
4. Durante el ciclo de vida de algunos protozoarios, uno de los mecanismos de resistencia o dispersión se denomina:
  1. Encapsulación
  2. Enquistamiento
  3. Deshidratación

4. Esporulación
5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
5. Entre las dificultades más grandes para el desarrollo de un sistema profiláctico efectivo contra entidades de tan alta incidencia y morbi-mortalidad como la leishmaniosis y la malaria, está su ciclo de vida di o multi-estadio. Referente a lo anterior, las siguientes afirmaciones son incorrectas, excepto una (señale la respuesta verdadera):
  1. El amastigote es una forma infectiva transmitida por la hembra del mosquito *Anopheles*
  2. La forma sanguínea esporozoítica da lugar al ciclo sexuado
  3. La forma promastigote es una forma infectiva transmitida por la hembra del mosquito *Lutzomya*
  4. El ciclo hepático merozoítico es seguido de un ciclo sanguíneo esporozoítico con la destrucción masiva de reticulocitos
  5. Amastigotes y promastigotes están involucrados en la inhibición de los procesos de fagocitosis por parte de los monocitos circulantes
6. En individuos susceptibles a la infección por *Leishmania*, el amastigote internalizado puede bloquear la fosforilización de la proteína kinasa C, evento que se traduce en:
  1. Aumento de la hemozoína
  2. Disminución de la oxidación del factor nuclear beta
  3. Disminución de los niveles de óxido nítrico
  4. Aumento en los niveles de lipofosfoglicano
  5. Ninguno de los anteriores enunciados es correcto
7. Es un microorganismo representativo de protozoos catalogados dentro del grupo Apicomplexa:
  1. *Leishmania*
  2. *Pneumocystis*
  3. *Toxoplasma*
  4. *Giardia*
  5. Ninguno de los anteriores

- 8.** En un individuo con presunto cuadro compatible con *Leishmania*, se le practican los siguientes análisis: (i) coloración de parásitos intralesionales (CPL), (ii) test dérmico (TD) y (iii) titulación de anticuerpos (TA). Los resultados obtenidos que permitieron determinar un cuadro de leishmaniosis visceral fueron:
1. CPL: escasos, TD: positivo, TA: alto
  2. CPL: escasos, TD: positivo, TA: bajo
  3. CPL: abundantes, TD: negativo, TA: alto
  4. CPL: abundantes, TD: positivo, TA: alto
  5. CPL: negativo, TD: negativo, TA: bajo
- 9.** La manera más sencilla de definir un protozooario es:
1. Eucariota unicelular microscópico
  2. Eucariota pluricelular microscópico
  3. Procariota unicelular microscópico
  4. Procariota pluricelular microscópico
  5. Eucariota pluricelular macroscópico
- 10.** La manera más sencilla de definir un helminto es:
1. Eucariota unicelular microscópico
  2. Eucariota pluricelular microscópico
  3. Procariota unicelular microscópico
  4. Procariota pluricelular microscópico
  5. Eucariota pluricelular macroscópico
- 11.** Los parásitos pueden dividirse en dos grupos taxonómicos, a saber:
1. Procariotas y eucariotas
  2. Unicelulares y pluricelulares
  3. Protozoarios y helmintos
  4. Intracelulares y extracelulares
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 12.** La malaria o paludismo es producida por protozoarios del género:
1. *Leishmania*

2. Plasmodium
  3. Trypanosoma
  4. Esquistosoma
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 13.** La malaria es clasificada dentro de las denominadas enfermedades transmitidas por vectores (ETV). El vector de esta parasitosis pertenece al género:
1. Aedes
  2. Lutzomya
  3. Anopheles
  4. Phlebotomus
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 14.** La leishmaniosis es clasificada dentro de las denominadas enfermedades transmitida por vectores. El vector de esta parasitosis en el nuevo mundo pertenece al género:
1. Aedes
  2. Lutzomya
  3. Anopheles
  4. Phlebotomus
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 15.** Las hembras del mosquito Anopheles inoculan en el hospedero humano la siguiente forma parasitaria para iniciar el ciclo de la malaria en el vertebrado:
1. Promastigotes
  2. Amastigotes
  3. Esporozoitos
  4. Taquizoitos
  5. Merozoitos
- 16.** Las hembras del mosquito Lutzomya inoculan en el hospedero humano la siguiente forma parasitaria para iniciar el ciclo de la leishmaniosis en el vertebrado:



1. Promastigotes
  2. Amastigotes
  3. Esporozoitos
  4. Taquizoitos
  5. Merozoitos
- 17.** Un parásito perteneciente al grupo de los protozoarios es:
1. *Wuchereria bancrofti*
  2. *Brugia malayi*
  3. *Trypanosoma cruzi*
  4. *Schistosoma mansoni*
  5. Ninguno de los anteriores
- 18.** Un parásito perteneciente al grupo de los helmintos es:
1. *Plasmodium falciparum*
  2. *Leishmania braziliensis*
  3. *Trypanosoma cruzi*
  4. *Schistosoma mansoni*
  5. Ninguno de los anteriores
- 19.** La forma infectiva del *Ascaris lumbricoides* es:
1. Trofozoito
  2. Quiste
  3. Huevo
  4. Esporozoitito
  5. Taquizoito
- 20.** La forma infectiva de la *Entamoeba histolytica* es:
1. Trofozoito
  2. Quiste
  3. Huevo
  4. Esporozoitito
  5. Taquizoito

21. La forma infectiva de la *Trichomonas vaginalis* es:
1. Trofozoito
  2. Quiste
  3. Huevo
  4. Esporozoito
  5. Taquizoito
22. Referente a la infección por *Trypanosoma spp*, se puede decir que su periodo de incubación es de:
1. 1 a 5 años
  2. 2 a 4 semanas
  3. 5 a 15 años
  4. 1 a 4 horas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
23. El denominado *signo de Romaña* en la infección por *Trypanosoma* hace referencia a:
1. Corazón agrandado por la infección
  2. Sangre coagulada por la infección
  3. Demencia senil
  4. Ojo afectado por la infección
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
24. La forma infectiva del *Trypanosoma* se denomina:
1. Promastigote
  2. Amastigote
  3. Tripomastigote
  4. Epimastigote
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
25. La forma parasitaria del *Trypanosoma* que se halla en el intestino del vector se denomina:
1. Promastigote
  2. Amastigote

3. Tripomastigote
  4. Epimastigote
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 26.** La forma parasitaria del *Trypanosoma* que se reproduce en las células cardíacas se denomina:
1. Promastigote
  2. Amastigote
  3. Tripomastigote
  4. Epimastigote
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 27.** Los hospederos intermediarios de la *Fasciola hepática* se denominan:
1. Ovinos
  2. Vacunos
  3. Porcinos
  4. Caracoles
  5. Insectos
- 28.** Los hospederos intermediarios del *Schistosoma sp* se denominan:
1. Ovinos
  2. Vacunos
  3. Porcinos
  4. Caracoles
  5. Insectos
- 29.** Durante el ciclo de vida del *Echinococcus granulosus* se han identificado las siguientes formas como características de la etapa infecciosa:
1. Huevo embrionado
  2. Esporocistos
  3. Cercarias
  4. Miracidios
  5. Redias

- 30.** La forma infectiva del *Plasmodium sp* transmitida por la hembra del mosquito Anopheles se denomina:
1. Promastigotes
  2. Amastigotes
  3. Taquizoitos
  4. Esporozoitos
  5. Merozoitos
- 31.** Durante el ciclo de vida de la *Trichinella spiralis* se han identificado las siguientes formas como características de la etapa infecciosa:
1. Huevo embrionado
  2. Esporocistos
  3. Larvas
  4. Miracidios
  5. Redias
- 32.** La forma parasitaria del Trypanosoma que es introducida en el hospedero por medio de la picadura del insecto vector es el:
1. Promastigote
  2. Amastigote
  3. Tripomastigote metacíclico
  4. Epimastigote
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

Coloque frente a cada uno de los siguientes enunciados, del 33 al 38, si corresponde a una afirmación falsa o verdadera (F o V, respectivamente):

- 33.** Los platelmintos son parásitos con característicos órganos de fijación como ganchos o ventosas.
- 34.** Los platelmintos son protozoarios con característicos órganos de fijación como ganchos o ventosas.
- 35.** Los platelmintos son helmintos cuyos grupos más representativos son los céstodos y los tremátodos.

36. Los nematelmintos son parásitos que se caracterizan porque sus machos y hembras presentan mayores diferencias morfológicas que los platelmintos.
37. Los nematelmintos son parásitos que se caracterizan porque sus machos y hembras tienen una mayor semejanza morfológica.
38. La prueba de TORCH es un test realizado para buscar anticuerpos específicos contra tres enfermedades virales y una parasitaria.
39. Los principales hospederos intermediarios del *Toxoplasma gondii* se denominan:
1. Ovinos
  2. Vacunos
  3. Porcinos
  4. Felinos
  5. Insectos
40. Un microorganismo que no pertenece al grupo de los denominados parásitos platelmintos es:
1. *Enterobius vermicularis*
  2. *Balantidium coli*
  3. *Ascaris lumbricoides*
  4. *Taenia saginata*
  5. *Trichinella spiralis*
41. En las parasitosis causadas por helmintos, la mayoría cumplen su ciclo infeccioso por la transmisión ano-mano-boca, excepto (seleccione la respuesta incorrecta):
1. *Enterobius vermicularis*
  2. *Ascaris lumbricoides*
  3. *Taenia saginata*
  4. *Trichinella spiralis*
  5. *Schistosoma mansoni*

42. A la familia de las amebas pertenecen estos parásitos cuyo mecanismo de transmisión no contempla formas quísticas:

1. *Giardia lamblia*
2. *Trichomonas hominis*
3. *Chilomastix mesnili*
4. *Entamoeba histolytica*
5. *Entamoeba nana*

43. Dentro de este grupo de parasitosis, son catalogadas como zoonosis, excepto (señale la respuesta incorrecta):

1. La toxoplasmosis
2. La leishmaniosis
3. La tripanosomiasis
4. La trichinelosis
5. El paludismo

44. En el nivel parasitario, coloque el número correspondiente a la forma infecciosa con el microorganismo relacionado en la columna contigua.

- |                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. Larva enquistada   | ( ) <i>Leishmania</i>   |
| 2. Quistes infectivos | ( ) <i>Plasmodium</i>   |
| 3. Promastigotes      | ( ) <i>Echinococcus</i> |
| 4. Esporozoitos       | ( ) <i>Enterobius</i>   |
| 5. Metacercaria       | ( ) <i>Ascaris</i>      |
| 6. Cercaria           | ( ) <i>Trichinella</i>  |
| 7. Huevo embrionado   | ( ) <i>Schistosoma</i>  |
| 8. Trofozoitos        | ( ) <i>Fasciola</i>     |
|                       | ( ) <i>Balantidium</i>  |
|                       | ( ) <i>Trichomonas</i>  |

## CAPÍTULO 6

### Control microbiano: desinfectantes y antibióticos

Cuando los microorganismos patógenos no pueden ser controlados de forma natural (por ejemplo, por el sistema inmune) es necesario controlarlos por medio de agentes externos físicos o químicos. Antes de iniciar la descripción de los agentes, es necesario recordar algunas definiciones. *Esterilización*: destrucción o remoción de todos los organismos viables; *desinfección*: muerte, inhibición o remoción de organismos patógenos; *desinfectantes*: agentes, usualmente químicos, usados para desinfectar, generalmente se usan sobre objetos inanimados; *sanitización*: reducción de una población microbiana a niveles considerados seguros por los estándares de salud pública; *antisepsis*: prevención de la infección de tejido vivo; *antisépticos*: agentes químicos que matan o inhiben el crecimiento de microorganismos cuando se aplican en los tejidos; *agentes antimicrobianos*: sustancias que matan microorganismos o inhiben su crecimiento. Existen algunos sufijos que permiten definir el tipo de acción de los agentes: si terminan en *cidas*, hacen referencia a agentes que matan, mientras que si terminan en *státicos*, son agentes que inhiben el crecimiento. Los agentes microbicidas destruyen agentes patógenos y no patógenos, aunque la mayoría no son activos contra endosporas (bactericidas, fungicidas, algicidas y viricidas), mientras que los microbiostáticos indican que el agente inhibe el crecimiento (bacteriostáticos, fungistáticos, viros-táticos). La destrucción de los microorganismos ocurre de manera exponencial, y se consideran muertos cuando son incapaces de reproducirse en condiciones que normalmente permiten el crecimiento. Las condiciones que afectan la sensibilidad a antimicrobianos son el tamaño de la población, la composición y las características de la misma, la concentración y actividad del agente, la duración de la exposición, la temperatura y el ambiente local.

### Métodos físicos de control microbiano

- (i) *Temperatura: Calor húmedo*: actúa sobre todo tipo de microorganismos, degrada ácidos nucleicos, denatura proteínas y disrumpe membranas. Los equipos empleados para la esterilización por calor húmedo son las *autoclaves*, muy eficientes para destruir esporas microbianas, además de las for-

mas vegetativas de diversidad de microorganismos. *Calor seco*: es menos efectivo, requiere temperaturas y tiempos de exposición mayores. Oxida constituyentes celulares y denatura proteínas. Los equipos empleados para la esterilización por medio de calor seco son los *hornos* a temperaturas entre 160 °C y 170 °C. Este proceso es menos efectivo que el calor húmedo, aunque previene la corrosión de material susceptible a la humedad. *Pasteurización*: puede definirse como el calentamiento controlado a temperaturas por debajo del punto de ebullición. En este proceso se reduce la población microbiana total, incrementando la vida media del producto tratado. La pasteurización es un proceso ampliamente conocido para la esterilización de productos como la leche, que, dependiendo de tiempos y temperaturas empleados, puede denominarse pasteurización rápida o *flash pasteurization* [altas temperaturas en corto tiempo, *high temperature short-term* (HTST)]. Se emplea un equipo que provee 72 °C por 15 segundos, seguido de un rápido proceso de enfriamiento. La esterilización a temperatura ultra-elevada [*ultrahigh-temperature* (UHT)] requiere una temperatura entre 140 °C y 150 °C por 1 a 3 segundos. *Bajas temperaturas*: dentro de las cuales está el método del *congelamiento*: detiene el crecimiento celular debido a la falta de agua. Algunos microorganismos mueren por la disrupción de la membrana celular causada por los cristales de hielo; y la *refrigeración*: retarda el crecimiento y la reproducción microbiana.

- (ii) *Filtración*: reduce la población microbiana o esteriliza soluciones y aire removiendo microorganismos. Existen diversos tipos de filtros como los filtros profundos y los filtros fibrosos o granulares que remueven microorganismos por tamizaje, entrapamiento o adsorción, para las membranas con tamaño de poro definido. El método de filtración es muy útil para la esterilización de elementos como el aire, las máscaras quirúrgicas, los tapones de algodón en frascos de cultivo, entre otros. Para la esterilización del aire se requiere el uso de filtros de alta eficiencia denominados *HEPA* (*high-efficiency particulate air*) localizados en ambientes estériles o en las cabinas de flujo laminar empleadas para la preparación de algunos fármacos.
- (iii) *Radiación*: en este nivel la radiación ultravioleta (UV) es empleada para la esterilización o desinfección de superficies. Algunas otras radiaciones como las ionizantes penetran objetos, destruyen esporas aunque no son muy efectivas contra virus. Son usadas para la esterilización de antibióticos, hormonas, suturas, material plástico desechable y comida.



## Métodos químicos de control microbiano

- (i) *Fenoles*: como el fenol, ortocresol, ortofenilfenol y hexaclorofeno.
- (ii) *Alcoholes*: como el etanol e isopropanol, cuya actividad es bactericida, fungicida, inactiva algunos virus, denatura proteínas y disuelve membranas.
- (iii) *Halógenos*: como el yodo, actúan como antisépticos para la piel, oxidan algunos constituyentes celulares. A elevadas concentraciones pueden destruir esporas, aunque ocasionan daños en la piel, tinciones de la misma e incluso alergias.
- (iv) *Cloro*: oxida constituyentes celulares. Es útil en la desinfección de aguas, leche, pisos, por ejemplo. Destruye bacterias y hongos, no afecta esporas. Puede reaccionar con materia orgánica para formar compuestos carcinogénicos.
- (v) *Metales pesados*: mercurio, plata, azufre, zinc y cobre. Son efectivos pero demasiado tóxicos. Se combinan con los microorganismos e inactivan proteínas (pueden precipitarlas).
- (vi) *Compuestos de amonio cuaternario*: como el cloruro de cetilpiridina o el cloruro de benzalconio. Tienen un efecto detergente, son moléculas orgánicas con zonas hidrofílicas e hidrofóbicas, pueden actuar como agentes emulsificadores. Los detergentes catiónicos son muy efectivos como desinfectantes y tienen muy buena actividad frente a múltiples bacterias, excepto frente a *Mycobacterium tuberculosis* o algunas endosporas. Son seguros y de fácil empleo, aunque pueden ser inactivados por agua dura.
- (vii) *Aldehídos*: como el formaldehído o el glutaraldehído, son moléculas altamente reactivas frente a esporas, razón por la cual son empleados como esterilizantes químicos. Se combinan con los ácidos nucleicos e inactivan proteínas.
- (viii) *Esterilización por gases*: como el óxido de etileno y la betapropiolactona, usados para esterilizar materiales sensibles a altas temperaturas.

Independientemente de cuál sea el mecanismo antimicrobiano, es necesaria la evaluación del potencial efecto en procesos regulados. Uno de los más empleados es el método de dilución límite para los agentes químicos y las medidas de la eficiencia de muerte térmica por procedimientos como el tiempo de muerte térmica [*thermal death time* (TDT)], que puede definirse como el tiempo mínimo

requerido para matar todos los microorganismos en suspensión a una temperatura específica y bajo condiciones definidas. Una variación de este procedimiento es el tiempo de reducción decimal [*decimal reduction time (D or D value)*], definido como el tiempo requerido para destruir el 90% de los microorganismos o esporas presentes en una muestra a una temperatura específica.

Una vez revisadas las metodologías empleadas para la eliminación de microorganismos en objetos inanimados, es importante revisar el concepto de *antibiótico* (sustancia química microbicida o microbiostática, que, por su efecto y seguridad puede ser empleada para el control de infecciones en organismos vivos), haciendo énfasis en el control del crecimiento bacteriano. A continuación se hace una breve descripción de los antibacteriales, dependiendo del blanco celular donde cumplen su actividad.

- (i) *Inhibidores en la ruta de biosíntesis del tetrahidrofolato (THF)*: hay que recordar que el THF participa en la biosíntesis de algunos aminoácidos como la metionina y la glicina. Además, las eubacterias lo necesitan para la formación del ARN de transferencia que incorpora la formil-metionina al comienzo de la proteína, favorece la biosíntesis de las purinas y pirimidinas y del ácido pantoténico. A este grupo pertenecen las *sulfamidas* (sulfonamidas) como la sulfapiridina (por unión del grupo piridina), el sulfatiazol (con el grupo tiazol), la sulfadiazina (con el grupo pirimidina) y la sulfaguanidina. La diversidad de combinaciones de esta molécula surgió para disminuir la toxicidad en el organismo receptor, aumentar su solubilidad en agua, mejorar la absorción del compuesto por el intestino (lo que permite administración vía oral) y favorecer una mayor persistencia de la sulfamida en el organismo (excreción más lenta), lo que posibilita dar una menor dosis para lograr el mismo efecto. En los años cuarenta se dio inicio al esquema terapéutico con sulfamidas, siendo eficiente para el tratamiento de enfermedades provocadas por cocos Gram positivos (infecciones estreptocócicas y neumonías por el neumococo). Sin embargo, con la aparición de nuevas moléculas (incluso de origen natural) el uso de las sulfonamidas es bastante limitado hoy en día. No obstante, algunas infecciones urinarias y algunas formas de meningitis siguen siendo tratadas con este antibiótico. El campo de acción más amplio es el área veterinaria. Las sulfamidas tienen un efecto bacteriostático; su acción antibacteriana se debe al hecho de que funcionan como análogos estructurales del ácido para-aminobenzoico (PABA), inhibiendo competitivamente por el acceso a la enzima dihidropteroil-sintetasa. Las *sulfonas* derivadas de la dapsona no se usan contra infecciones comunes. Se ha encontrado una importante aplicación en el tratamiento de la

lepra (es el tratamiento de elección para esta enfermedad). Probablemente su mecanismo de acción esté basado en actuar como competidor del PABA y el ácido para-amino salicílico (PAS), uno de los agentes que se emplean para el tratamiento de la tuberculosis, ya que penetra con facilidad en los monocitos y macrófagos.

- (ii) *Inhibidores de la dihidrofolato-reductasa (DHFR)*: el último paso en la síntesis del THF es la reducción del dihidrofólico (DHF), catalizado por la dihidrofolato-reductasa (DHFR). Tiene efecto bactericida, con alta afinidad hacia la enzima DHFR bacteriana, pero baja hacia la DHFR de eucariotas, incluyendo el hombre. Existen inhibidores específicos de las diversas DHFR específicas para ciertos protozoos parásitos: así, por ejemplo, las pirimetamina y el proguanil se usan contra el *Plasmodium*, agente etiológico de la malaria. Incluso el *metotrexato* se puede emplear en el tratamiento de ciertos tipos de cáncer (uso clínico muy limitado debido a su elevada toxicidad). A este grupo también pertenece el *trimetopim*, cuyo uso clínico se basa en una terapia sinérgica junto con el sulfometoxazol (una sulfamida). Esta combinación se emplea contra infecciones urinarias recurrentes, bronquitis crónicas por neumococos, y algunas infecciones por *Salmonella* y *Shigella*. La *isoniazida*, hidrazida del ácido isonicotínico, análogo estructural de dos vitaminas: la nicotinamida y el piridoxal, tiene efecto bactericida incluso en bajas concentraciones (1 mg/mL) e incluso intracelularmente, lo que permite su empleo contra las especies patógenas de *Mycobacterium*, y, en general, contra bacterias ácido-alcohol resistentes (*Nocardia*, *Corynebacterium*). Su mecanismo de acción ocurre cuando altera la biosíntesis de la pared celular de las bacterias ácido-alcohol resistentes, ya que conduce a desorganizar los ácidos micólicos; es un antimetabolito de nicotinamida y piridoxal y activa la NAD-asa, lo que conduce a reducir el *pool* de NAD. Las *quinolonas* como el ácido nalidíxico, hacen parte de este grupo y son útiles para el tratamiento de infecciones por Gram negativas en el tracto urinario. Las llamadas *fluoroquinolonas*, como el *ciprofloxacino*, presentan 600 veces más actividad que el ácido nalidíxico, mejorando además su espectro de acción. Las quinolonas bloquean la ADN-girasa, uniéndose a la subunidad de tipo A.
- (iii) *Inhibidores de la biosíntesis de pared celular bacteriana*: dentro de los cuales tenemos la *fosfomicina* (fosfomicina): antibiótico de estructura simple producido por *Streptomyces fradiae*. Su mecanismo de acción se basa en el bloqueo de la condensación reductora del UDP-NAG con el peptidoglicano, inhibiendo su producción. También en este grupo se encuentra la

*cicloserina*, producida por el *Streptomyces orchidaceus*. Este antibiótico muestra cierto parecido estructural con la D-alanina, razón por la cual actúa como un inhibidor competitivo de las dos reacciones secuenciales de la síntesis del peptidoglicano. La cicloserina tiene mayor afinidad que el sustrato natural (D-ala) hacia las dos enzimas. Es un antibiótico de amplio espectro, pero su aplicación clínica es muy restringida debido a su elevada neurotoxicidad. Se usa sólo para el tratamiento de ciertos casos de tuberculosis, siempre combinado con otros antibióticos. La *vancomicina*, un glicopéptido producido por *Streptomyces orientales*, se une rápida e irreversiblemente con el extremo D-alanil-D-alanina del pentapéptido del precursor del peptidoglicano, inhibiendo de este modo la reacción de transglucosidación. Es bactericida frente a Gram positivas (como para *Staphylococcus aureus* y de *Streptococcus pneumoniae*) resistentes a otros antibióticos. Es el fármaco elegido para el tratamiento de colitis asociada con infecciones ocasionadas por *Clostridium difficile*. La *ristocetina*: producida por *Nocardia lurida*, que al igual que la vancomicina inhibe la transglucosidación, siendo activa frente a Gram positivas. La *bacitracina A*, producida por *Bacillus subtilis* variedad *tracy*, es un antibiótico polipeptídico provisto de un anillo tiazol, bactericida frente a muchos Gram positivos y Gram negativos. Es muy tóxico para el sistema nervioso; por ello su uso se limita a presentaciones tópicas. Su mecanismo de acción se basa en la unión con el pirofosfato del undecaprenil-P-P, bloqueando la biosíntesis del peptidoglicano. *Antibióticos  $\beta$ -lactámicos*: el mecanismo de acción de las penicilinas y otros antibióticos  $\beta$ -lactámicos, incluidas las penicilinas semisintéticas, es la actividad microbicida sobre bacterias en crecimiento, ya que inhiben el sistema enzimático implicado en la reacción de transpeptidación del peptidoglicano en formación (impiden los entrecruzamientos entre cadenas del peptidoglicano), lo cual origina una acumulación de precursores del peptidoglicano sin ensamblar, la activación de una serie de autolisinas (amidasa, glucosidasas) que hidrolizan el peptidoglicano maduro de la bacteria; si la bacteria se encuentra en un medio hipotónico, termina lisándose. En Gram positivas, se produce la desorganización de ácidos teicoicos y lipoteicoicos (en este tipo de bacterias son estos ácidos los que regulan de algún modo las autolisinas). La penicilina natural (la penicilina-G, o benzil-penicilina, o penicilina benzatídica), presenta una serie de limitaciones e inconvenientes como: un espectro limitado (actúa frente a estreptococos del grupo A y otros cocos Gram positivos, pero no frente a la mayoría de bacterias Gram negativas), es sensible a ácidos, por lo que no puede ser administrada vía oral (se inactiva a su paso por el estómago), es susceptible a enzimas inactivadoras (penicilinasas) producidas por otras bacterias, se elimina rápidamente por la

orina y en algunos individuos puede provocar respuestas de hipersensibilidad (alergia a la penicilina). Todas estas reacciones adversas se han logrado superar mediante variaciones en la síntesis, específicamente modificando el medio de cultivo donde se hace crecer la cepa del hongo *Penicillium* y por medio de transformaciones químicas *in vitro*, lo que genera las llamadas *penicilinas semisintéticas*, cuyas propiedades mejoradas incluyen un más amplio espectro de acción, más tiempo de permanencia en suero y fluidos corporales, resistencia a penicilinasas y, en general, a  $\beta$ -lactamasas y resistencia a pH ácido (permite la formulación en presentaciones orales). A este grupo pertenece la *ampicilina* y la *amoxicilina*; el grupo NH<sub>2</sub> del radical acilo permite que estas penicilinas puedan atravesar la membrana externa de las bacterias Gram negativas. Resisten los ácidos, pero infortunadamente sólo tienen la mitad de actividad contra Gram positivas, y algunas son inactivadas por  $\beta$ -lactamasas.

- (iv) *Antibióticos que actúan sobre la membrana celular*: a diferencia de los antibióticos que actúan en la pared, los que interfieren la membrana celular ejercen sus efectos independientemente de que el microorganismo esté creciendo o no. Suelen carecer de especificidad (afectan a membranas de procariotas y de organismos superiores), por lo que resultan más o menos tóxicos para los mamíferos y, en general, se les ha encontrado escasa aplicación clínica. Dentro de este grupo encontramos los *polipéptidos*, antibióticos producidos por especies de *Bacillus* durante las primeras fases de la esporulación. Se trata de moléculas con aminoácidos en configuraciones L y D, y con presencia de ciertos aminoácidos “raros” (no proteinogénicos). Algunos de estos antibióticos son polipéptidos cíclicos. Su síntesis no se realiza en los ribosomas, sino que se produce por una secuencia de reacciones enzimáticas que nada tienen que ver con el proceso de traducción de los mensajeros genéticos. Su efecto es bactericida. Su mecanismo consiste en que se unen a la cara externa de la membrana citoplásmica, alterando su estructura y su permeabilidad osmótica, lo cual condiciona la inhibición de procesos básicos de dicha membrana, así como la salida de metabolitos del citoplasma. *Polimixinas*: producidas por *Bacillus polymyxa*, son decapeptidos con actividad restringida a Gram negativas. La porción hidrofóbica (la cadena alifática) del antibiótico se introduce entre las cadenas de ácidos grasos de la membrana, desorganizando la estructura y, por ende, alterando la función de la membrana externa. Presentan toxicidad para organismos superiores (sobre todo nefrotoxicidad), por lo que su empleo parenteral se reserva para infecciones severas de *Pseudomonas*. Se pueden encontrar formulaciones para uso tópico.

- (v) *Antibióticos que interfieren en la biosíntesis de proteínas: inhibidores de la fase inicial de la elongación* (reconocimiento y entrada del aminoácido-ARN transferencia al sitio “A” del ribosoma). *Tetraciclinas*: antibióticos de amplio espectro (Gram positivas, Gram negativas, *Rickettsias* y *Clamydias*, e incluso micoplasmas), producidos por distintas especies de *Streptomyces*. Actúan como bacteriostáticos, siempre y cuando las bacterias estén en crecimiento activo. Son útiles incluso contra bacterias que viven como patógenos intracelulares (como las *Rickettsias*); su carácter hidrofóbico facilita su difusión a través de membranas. Provocan que la unión del aminoácido-ARN transferencia al sitio “A” del ribosoma sea inestable y distorsionada, con lo cual se evita la elongación de la cadena. *In vitro* actúan tanto frente a ribosomas 70S como frente a los 80S. Las tetraciclinas naturales se absorben mal por el intestino, y pueden destruir la flora bacteriana normal, favoreciendo infecciones secundarias. Las semisintéticas evitan este problema. Se depositan en tejidos calcificados, ocasionando daños a huesos y dientes, y coloreando de amarillo los dientes de los niños. *Inductores de errores en la lectura del ARNm: Aminoglucósidos*: es un grupo amplio y variado de antibióticos producidos por diversas especies de *Streptomyces*, se han identificado como bactericidas de amplio espectro. En algunos individuos pueden ocasionar reacciones adversas como parálisis neuromuscular, ototoxicidad (incluyendo sordera) y nefrotoxicidad. Su margen terapéutico es estrecho, por lo que su uso debe limitarse frente a infecciones ocasionadas por bacterias resistentes a otros antibióticos. Su mecanismo de acción se basa en la unión a los polisomas que están traduciendo el ARNm donde provocan errores en su lectura, y por ende, la bacteria comienza a sintetizar proteínas defectuosas incluyendo las de membrana, que al incorporarse a la bicapa lipídica causan daños funcionales y estructurales.
- (vi) *Antibióticos inhibidores de la formación del enlace peptídico*: se trata de un grupo variado y heterogéneo de antibacterianos que interfieren con el centro peptidil-transferasa de la subunidad grande del ribosoma. Dentro de este grupo se encuentra el *cloranfenicol* (cloromicetina), un antibiótico bacteriostático de amplio espectro. Se absorbe bien vía oral y penetra adecuadamente en todos los tejidos, incluyendo el cerebro y el líquido cerebroespinal, por lo que se puede usar frente a meningitis ocasionadas por *Haemophilus influenzae*, así como para el tratamiento de fiebres tifoideas y otras infecciones causadas por anaerobios Gram negativos. Puede provocar supresión de médula ósea. El mecanismo de acción se basa en la unión a varios lugares de la subunidad 50S. El cloranfenicol ha sido muy útil en el estudio de los ribosomas, ya que estabiliza los polisomas rápidamente.



*Lincomicina* y *clindamicina*: la primera es producida por *Streptomyces lincolnensis*, mientras que la clindamicina es un derivado clorado del anterior, mucho más eficaz y con mejor absorción intestinal. Son útiles para tratar infecciones donde no pueda aplicarse penicilina, y contra anaerobios como *Bacteroides*. Su mecanismo de acción se basa en el bloqueo de la formación del enlace peptídico.

- (vii) *Inhibidores de los factores de elongación: Ácido fusídico*: es un derivado esteroideo producido por hongos del género *Fusarium*, usado contra estafilococos resistentes a  $\beta$ -lactámicos.
- (viii) *Inhibidores de la función del ADN: Actinomicina-D* (dactinomicina): este antibiótico se intercala entre pares de bases adyacentes de la doble hélice del ADN, mientras que las dos L-treoninas establecen puentes de H con guaninas de ADN adyacentes al sitio de intercalación del antibiótico. De esta forma, inhibe la replicación.
- (ix) *Inhibidores de la transcripción: Rifamicinas*: antibióticos producidos por *Streptomyces mediterranei*, con buena actividad contra bacterias Gram positivas y contra *Mycobacterium tuberculosis*. Se han usado en clínica moléculas naturales (como la rifampicina), así como algunos de sus derivados semisintéticos (la rifampina, por ejemplo). Constan de un anillo cromóforo aromático atravesado por un largo puente de naturaleza alifática. Su mecanismo de acción se basa en la inhibición del inicio de la transcripción, uniéndose de modo no covalente a la subunidad  $\beta$  de la ARN polimerasa.

Los agentes antimicrobianos, independientemente de que sean aplicados a objetos inanimados o a pacientes con francas infecciones, deberán ser estudiados en cuanto a su eficacia frente al microorganismo de interés o frente a microorganismos tipo con reconocida susceptibilidad e incluso resistencia. Una de las pruebas de sensibilidad microbiana más empleadas es el ensayo de dilución límite, en donde se coloca una cantidad estándar de germen frente a concentraciones variables del agente antimicrobiano. La dilución de los microorganismos (concentración) se establece por turbidimetría, cuyas unidades de dispersión son directamente proporcionales a la cantidad de inóculo. En el caso de los antibióticos, existen sensidiscos impregnados con concentraciones definidas de antimicrobianos (generalmente comerciales). En una caja de cultivo (caja de Petri) se colocan los microorganismos sembrados de manera uniforme en un agar (de consistencia semi-sólida). Los sensidiscos son colocados con leve presión sobre el agar y llevados a incubación por periodos entre 24 y 72 horas, al cabo de las cuales se observarán halos de inhibición (zonas transparentes alrededor del sensidisco) de

diversos diámetros, los cuales indican si el microorganismo es sensible (grandes halos de inhibición) o resistente (crecimiento en toda la zona alrededor del sensidisco). Es importante resaltar que previo a los análisis de sensibilidad frente a los agentes antimicrobianos, es fundamental la identificación de los microorganismos, máxime si provienen de muestras clínicas (muestras biológicas).

No obstante, en nuestro medio los costos de identificación de microorganismos son elevados y las instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS) procuran al máximo reducir estos gastos. La identificación de los microorganismos que causan patología y que requieren ser tratados con antibióticos, en muchas ocasiones son evidenciados de forma indirecta, bien sea por la asociación con un cuadro clínico (con signos y síntomas compatibles con la enfermedad) o mediante pruebas rápidas que favorecen una aproximación sobre la identidad del patógeno. Dependiendo del espécimen biológico, pueden emplearse diversas técnicas que a la vez permiten inferir sobre el microorganismo causante de la enfermedad. En la *sangre*, si se buscan hemoparásitos como el *Plasmodium*, se hacen extendidos que podrán ser coloreados con tinciones policromáticas como el Giemsa. Para el caso de la detección rápida de virus como el causante de la hepatitis A, B o C, o el VIH, la fracción sérica puede ser usada para detectar la respuesta de anticuerpos específicos mediante técnicas como la fluorescencia indirecta o el ELISA. *Fluido cerebroespinal, exudados de heridas, pus y orina*: diversos tipos de bacterias hacen parte de estas muestras y pueden ser observados mediante la tinción de Gram, que como ya sabemos, permite aproximarnos a la composición de la pared. *Secreciones respiratorias*: si hay bacterias en este tipo de secreción, se emplea como técnica rápida de identificación el Gram; si se sospecha de la presencia de ácido-alcohol resistentes, se realiza la tinción de Ziehl Neelsen. *Secreciones uretrales o cervicales*: pruebas como el Gram permiten detectar la presencia de bacterias; microorganismos como la *Chlamydia trachomatis* pueden ser identificados mediante técnicas de hibridización o PCR. *Materia fecal*: para determinar la presencia de leucocitos se utiliza el azul de metileno, mientras que para definir algunas estructuras parasitarias se puede emplear una solución de lugol o eosina.



## PREGUNTAS CAPÍTULO 6

1. La destrucción completa o eliminación de todos los microorganismos vivos en un sitio o materia particular, hace referencia al proceso de:
  1. Pasteurización
  2. Esterilización
  3. Desinfección
  4. Asepsia
  5. Antisepsia
  
2. El uso del calor a una temperatura suficiente para desactivar microorganismos patógenos importantes en líquidos, hace referencia al proceso de:
  1. Pasteurización
  2. Esterilización
  3. Desinfección
  4. Asepsia
  5. Antisepsia
  
3. La destrucción de microorganismos patógenos mediante procesos que no llegan a ser esterilizantes se denomina:
  1. Limpieza
  2. Eliminación
  3. Desinfección
  4. Asepsia
  5. Antisepsia
  
4. La prevención del contacto de microorganismos y sitios susceptibles que favorecen su propagación se denomina:
  1. Pasteurización
  2. Esterilización
  3. Desinfección

4. Asepsia
  5. Antisepsia
5. El uso de óxido de etileno hace parte de los mecanismos de:
1. Pasteurización
  2. Esterilización
  3. Desinfección
  4. Asepsia
  5. Antisepsia
6. Un método físico de desinfección es el uso de:
1. Alcoholes
  2. Halógenos (yodo)
  3. Peróxido de hidrógeno
  4. Filtración
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
7. Dentro de los antibacterianos que actúan alterando la síntesis de la pared celular de los microorganismos están:
1. Los betalactámicos
  2. Los aminoglucósidos
  3. Las tetraciclinas
  4. Los macrólidos
  5. Las quinolonas
8. Dentro de los antibacterianos que actúan alterando la síntesis de los ácidos nucleicos de los microorganismos están:
1. Los betalactámicos
  2. Los aminoglucósidos
  3. Las tetraciclinas
  4. Los macrólidos
  5. Las quinolonas

9. El aciclovir es un agente anti-viral que actúa:
1. Inhibiendo la penetración celular y el descubrimiento del virión
  2. Inhibiendo la unión del virus a la célula blanco
  3. Inhibiendo la neuraminidasa
  4. Inhibiendo la síntesis de los ácidos nucleicos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
10. Dentro del grupo de antimicóticos que afectan la síntesis de ácidos nucleicos está:
1. La nistatina
  2. La anfotericina B
  3. El ketoconazol
  4. La flucitosina
  5. El voriconazol
11. Las sales antimoniales pentavalentes son el tratamiento de primera elección frente a:
1. *Plasmodium*
  2. *Leishmania*
  3. *Trypanosoma*
  4. Ascariosis
  5. Amebiasis
12. El pamoato de pirantel es el tratamiento de primera elección frente a:
1. *Plasmodium*
  2. *Leishmania*
  3. *Trypanosoma*
  4. Ascariosis
  5. Amebiasis
13. Las quininas son el tratamiento de primera elección frente a:
1. *Plasmodium*
  2. *Leishmania*

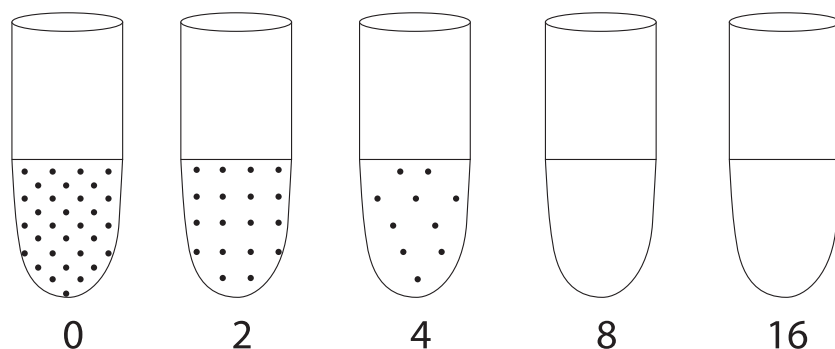
3. *Trypanosoma*
  4. Ascariosis
  5. Amebiasis
- 14.** Los pasos lógicos para administrar un antimicrobiano a un individuo infectado son:
1. Identificación, recuento de colonias, toma de muestra, antibiograma
  2. Toma de muestra, identificación, recuento de colonias, antibiograma
  3. Caracterización y, en lo posible, recuento de colonias, identificación, toma de muestra, antibiograma
  4. Caracterización y, en lo posible, recuento de colonias, antibiograma, identificación, toma de muestra
  5. Antibiograma, recuento de colonias, identificación, toma de muestra
- 15.** Los antibióticos como la polimixina cumplen su mecanismo de acción sobre la siguiente estructura de las células procariotas:
1. Membrana celular
  2. Pared celular
  3. Sub-unidad 30S ribosomal
  4. Sub-unidad 50S ribosomal
  5. ARN mensajero
- 16.** Las penicilinas son el tratamiento de elección de microorganismos como:
1. *Plasmodium spp*
  2. *Leishmania spp*
  3. *Staphylococcus spp*
  4. *Ascaris spp*
  5. *Candida spp*
- 17.** La reducción de una población microbiana en sistemas de acueducto a niveles considerados seguros por los estándares de salud pública se denomina:
1. Desinfección
  2. Esterilización

3. Antisepsia
  4. Sanitización
  5. Pasteurización
- 18.** Los antibióticos como la tetraciclina cumplen su mecanismo de acción sobre la siguiente estructura de las células procariotas:
1. Membrana celular
  2. Pared celular
  3. Sub-unidades ribosomales
  4. ADN mitocondrial
  5. ARN mensajero
- 19.** No está relacionado con las condiciones *in vitro* que afectan la sensibilidad de los microorganismos frente a agentes antimicrobianos:
1. El tamaño de la población
  2. La susceptibilidad a las coloraciones
  3. La concentración y actividad del agente
  4. El tiempo de exposición a la sustancia
  5. La temperatura

Coloque frente a cada uno de los siguientes enunciados, del 20 al 29, si corresponde a una afirmación falsa o verdadera (F o V, respectivamente):

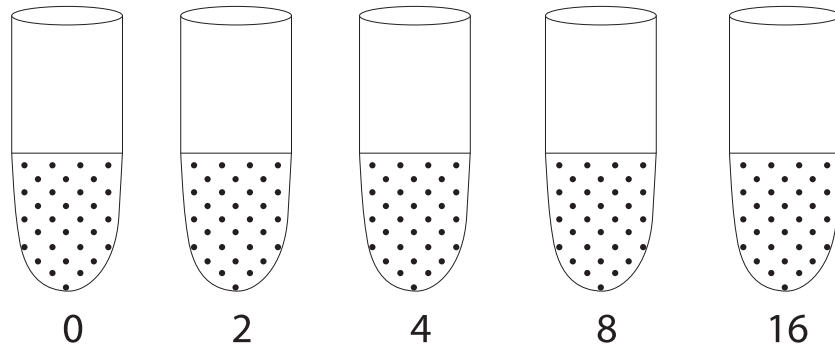
- 20.** La pasteurización se emplea para prevenir la corrosión del material susceptible a la humedad.
- 21.** El proceso de pasteurización es menos efectivo que la esterilización por calor seco para material quirúrgico.
- 22.** La pasteurización es un proceso de calentamiento controlado a temperaturas por debajo del punto de ebullición.
- 23.** La pasteurización reduce la población microbiana, incrementando la vida media de los productos.

24. El proceso de pasteurización HTST requiere de 1 a 10 segundos a temperaturas entre 80 °C y 90 °C.
25. El proceso de pasteurización UHT requiere de 1 a 3 segundos a temperaturas entre 140 °C y 150 °C.
26. El control de crecimiento de patógenos mesofílicos a temperaturas por encima del punto de ebullición del agua se considera bactericida.
27. El control de crecimiento para coliformes a temperaturas bajas se considera bactericida.
28. Los compuestos halógenos son empleados como antisépticos.
29. Las radiaciones ionizantes son altamente efectivas como viricidas.
30. En una prueba de antibiograma en dilución como la esquematizada a continuación, todos los siguientes enunciados son verdaderos, excepto uno (señale la respuesta falsa). Se aclara que el valor para cada tubo corresponde a la concentración del antibiótico.



1. A mayor concentración de antibiótico, menor concentración de bacterias.
2. La dilución 1:8 es una concentración letal 100.
3. Las variables de dilución son el antibiótico y las bacterias.
4. El control de crecimiento de las bacterias es el tubo No. 1.
5. Ninguna de las anteriores es correcta.

31. En una prueba de antibiograma en dilución como la esquematizada a continuación, señale el enunciado verdadero. Se aclara que el valor para cada tubo corresponde a la concentración del antibiótico.



1. A mayor concentración de antibiótico, menor concentración de bacterias.
  2. La dilución 1:8 es una concentración letal 100.
  3. El microorganismo es resistente al antibiótico.
  4. El control de crecimiento de las bacterias es el tubo No. 1.
  5. Ninguna de las anteriores es correcta.
32. En la mayoría de pruebas de antibiograma en placa, el halo de inhibición hace referencia a:
1. Un microorganismo resistente al antibiótico
  2. Un antibiótico poco efectivo frente al microorganismo
  3. Una prueba dudosa
  4. Un microorganismo susceptible al antibiótico
  5. Ninguna de las anteriores es correcta
33. El fármaco de primera elección para el tratamiento de la borreliosis es:
1. Tetraciclina
  2. Eritromicina
  3. Cloranfenicol
  4. Penicilina benzatínica
  5. Doxiciclina

- 34.** El fármaco de primera elección para el tratamiento de la sífilis es:
1. Tetraciclina
  2. Eritromicina
  3. Cloranfenicol
  4. Penicilina benzatínica
  5. Doxiciclina
- 35.** El mecanismo de acción del oseltamivir, antiviral de elección para el tratamiento del virus A (H1N1), se basa en:
1. Su capacidad de actuar como un análogo de los ácidos nucleicos
  2. La inducción de un bloqueo en la adhesión y penetración del virus (inhibe la neuraminidasa)
  3. La alteración de la fase de maduración proteica del virus
  4. La inhibición de la síntesis de ADN
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta



## CAPÍTULO 7

### Control microbiano: respuesta inmune

El sistema inmune hace parte de los mecanismos que los vertebrados poseen para defenderse del ataque de sustancias extrañas o de microorganismos con componentes proteicos (la mayoría) que técnicamente se conocen con el nombre de *antígenos*. Durante la ontogénesis, los organismos aprenden a identificar sus propios antígenos (para no autodestruirse, es decir, generan *tolerancia*) y a identificar como extraños los que provengan de otras fuentes. Cuando un individuo pierde la capacidad de reconocer sus antígenos, puede desencadenar una respuesta inmune frente a proteínas propias, fenómeno denominado *autoinmunidad*. Sin embargo, en condiciones normales la respuesta inmune no debe estar permanentemente “encendida”, sólo en caso de un ataque antigénico, que al ser controlado envía señales para que todo el sistema vuelva a su estado de alerta pero en reposo (condición conocida con el nombre de *homeostasis*). Por la razón que sea, cuando dicha homeostasis se desequilibra, el sistema inmune puede ser hipereactivo (caso en el cual es sensible a diversos estímulos generalmente no inmunogénicos) generando procesos como las alergias, o hiporeactivo, generando fenómenos como el de la *inmunosupresión* (no es capaz de reaccionar eficientemente para destruir el antígeno ingresado). Cuando clásicamente se estudia la respuesta inmune, se encuentran una serie de divisiones que permiten clasificar partes del sistema para una mejor comprensión, más que porque dichas partes reaccionen de manera independiente ante un potencial ataque antigénico. Es de recordar que el sistema precisamente es integrado y que se requiere, dependiendo del momento, la participación de más de un componente para una respuesta efectiva. Dentro de las clasificaciones más comunes del sistema inmune se encuentra la asociada con el tipo de respuesta, *innata* o *adquirida*, que se relaciona, a su vez, con la inespecificidad o especificidad de la respuesta, respectivamente. Cuando se señala como inespecífica, se refiere a que el sistema reacciona frente a “algo” que identificó como extraño, independientemente de si reconoce de qué se trata o no, mientras que cuando se habla de específica se relaciona con una respuesta puntual contra un antígeno en particular, no importa que se sepa si ingresó por ejemplo cualquier bacteria, lo importante es definir el rasgo prototípico de dicha bacteria para reaccionar. Dentro de los componentes del sistema inmune innato están las células de la barrera epitelial, los fagocitos especializados como ma-

crófagos, monocitos y células dendríticas, las células naturales asesinas (NK) y los polimorfonucleares neutrófilos, eosinófilos y basófilos, mientras que los linfocitos T y B son las células responsables de la respuesta inmune adquirida, adaptativa o específica (asociada con la memoria inmunológica). La segunda de las clasificaciones del sistema inmune es entre el elemento celular y el humoral (células y sustancias solubles en el suero o en el plasma, respectivamente). Si bien los linfocitos son de los más importantes “actores” de la respuesta inmune, por sí solos son incapaces de reaccionar de manera directa frente a las sustancias o microorganismos portadores de antígenos, ya que requieren que otras células como las células presentadoras de antígenos (CPA) internalicen los antígenos, los procesen y se los presenten unidos a las moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad (CMH) clase I y II. Los linfocitos pueden clasificarse en B (precursores de células plasmáticas productoras de anticuerpos) y en T. Dentro de los linfocitos T, a su vez, pueden identificarse dos grupos: los citotóxicos o CD8 y los ayudadores o *helper* (CD4), cada uno con funciones particulares. La función de los CD8 pudo ser evidenciada en la infección experimental por virus, donde cualquier célula nucleada puede ser blanco del ataque viral (dependiendo obviamente de la especificidad por la célula), puede procesar antígenos del patógeno (generalmente ubicados en la cápside viral) y presentarlos unidos a moléculas del CMH clase I. Una vez reconocida, la CPA infectada es atacada por los gránulos de los CD8 que tienen como mecanismo efector la lisis o destrucción de la célula. De otro lado, la célula CD4 participa como buena ayudadora en múltiples procesos que incluyen, entre otros, la modulación de la actividad de CPA, la actividad de los linfocitos CD8 y la producción de anticuerpos. La respuesta inmune adaptativa ocurre en diversas fases, a saber: (i) *fase de reconocimiento*, en donde antígenos internalizados y procesados por las CPA son presentados a las células efectoras (linfocitos T), los cuales posteriormente entran en la (ii) *fase de activación*: esta etapa incluye proliferación celular y diferenciación cuando hay lugar, de las poblaciones celulares que reconocieron específicamente el antígeno; (iii) *fase efectora*: es la etapa funcional del proceso que de cumplirse con éxito llevará a la eliminación del patógeno. Esta etapa puede darse mediante eventos celulares o humorales (anticuerpos, citoquinas, quemoquinas) o ambos. Cuando el microorganismo ha sido controlado, en condiciones fisiológicas normales deberá aparecer la (iv) *fase de declinación* (homeostasis), en donde desaparece la señal del antígeno que es la que mantiene la respuesta activa. Las células que ya han cumplido con su función deberán ingresar en el plan de muerte celular programada (*apoptosis*), sobreviviendo sólo un muy reducido porcentaje de células que estarán en capacidad de responder ante un nuevo ataque del mismo antígeno; (v) *etapa de memoria*.

Anatómicamente, el sistema inmune se relaciona íntimamente con el sistema linfático, donde órganos como el timo reclutan buena parte de las células efectoras que por esta vía son distribuidas al lugar donde ingrese un nuevo antígeno. A manera de ejemplo, la piel, como una de las principales barreras anatómicas que bloquea el ingreso de agentes externos, hace parte del sistema inmune. En la epidermis, CPA especializadas (células de Langerhans) capturan antígenos e inducen en el entorno una respuesta inflamatoria que favorece su propia activación y posterior migración. Durante el desplazamiento hacia los nódulos linfoides, las células de Langerhans (células dendríticas especializadas) maduran, proceso que implica una sobreexpresión de moléculas implicadas en la presentación antigénica (clase I y II del CMH, y co-estimuladoras), favoreciendo de este modo una óptima activación de las células efectoras (linfocitos T) presentes en los ganglios más cercanos. Para que genere una efectiva respuesta celular adquirida, la señalización apropiada es fundamental, y elementos de la respuesta inmune innata y adaptativa deberán actuar de forma integrada. Parte de las señales necesarias para la depuración de los antígenos están determinadas por la secreción de sustancias por parte de las células partícipes del proceso, siendo las citoquinas las moléculas más relevantes. De las citoquinas que se posee mayor información, son de aquellas secretadas por linfocitos CD4, las cuales, a su vez, favorecen la polarización relacionada con el tipo de respuesta frente a antígenos particulares. Por ejemplo, se sabe que frente a microorganismos intracelulares, la respuesta inmune mediada por células CD4 deberá ser del fenotipo Th1, cuyas características son la depuración del microorganismo por activación del macrófago invadido. Este macrófago infectado liberará IL12, señal entendida por la célula CD4 como la principal activadora de la secreción de citoquinas proinflamatorias como el interferón gama (IFN $\gamma$ ); aquella, a su vez, será captada como una señal por el macrófago, quien en ese momento iniciará la producción de factor de necrosis tumoral (TNF). Entre estas señales de ida y vuelta, el macrófago se activa produciendo en su interior cantidades suficientes de radicales libres de oxígeno y nitrógeno, haciéndolo capaz de destruir el patógeno fagocitado. Cuando este proceso no resulta eficiente, el macrófago infectado no se logra activar, simplemente porque envía una señal inadecuada al linfocito T. Esta señal está dada por la secreción de citoquinas antiinflamatorias como la IL10 e incluso la IL6. La célula efectora, en respuesta, secreta citoquinas como la IL4 que inactiva la producción de sustancias oxidativas en el macrófago, provocando un crecimiento no controlado del microorganismo internalizado por inactivación de la capacidad microbicida del macrófago. Este proceso se asocia con la polarización hacia el denominado fenotipo Th2. Cada uno de estos procesos conlleva a rasgos clínicos particulares como el control de la infección en el primer escenario o el progreso de la enfermedad en el segundo. La generación de los dos extremos de polarización, Th1 y Th2,

para el caso de los patógenos intracelulares se asocia con resistencia o susceptibilidad, respectivamente, hacia los microorganismos. Gracias a la participación de las citoquinas en diversos procesos como el de polarización, se han logrado definir las propiedades de las citoquinas: (i) *pleiotropismo*, relacionado con la capacidad que tiene una misma citoquina de participar en diversos procesos funcionales. Por ejemplo, la IL4 secretada por una célula CD4, puede participar en la activación de un linfocito B, su posterior diferenciación a célula plasmática productora de un anticuerpo particular, o puede participar en la diferenciación de poblaciones de CD4 hacia el fenotipo Th2 y puede inhibir la activación de un macrófago; (ii) *redundancia*, asociada con la capacidad que tiene una misma célula de secretar diversas citoquinas que participan en una misma función. Por ejemplo, un linfocito T CD4 puede producir citoquinas como la IL2, la IL4 y la IL5, que juntas pueden favorecer la proliferación de células B; (iii) *sinergia*: es la capacidad que tienen citoquinas diferentes producidas por distintas poblaciones de potenciar una misma función. Por ejemplo, el IFN $\gamma$  producido por células CD4 y el TNF producido por los macrófagos, potencian la producción de moléculas de clase I y II del CMH en múltiples tipos celulares; (iv) *antagonismo*: propiedad relacionada con la capacidad que tiene una misma célula de producir citoquinas con funciones totalmente opuestas. Por ejemplo, un linfocito T CD4 tiene la capacidad de producir IFN $\gamma$  capaz de activar macrófagos infectados o dependiendo de la señal, tiene la misma capacidad de producir IL4, generadora de la inhibición de la actividad microbica del macrófago. En la señalización intracelular, moléculas como las STAT (señales de activación y transducción de la transcripción, *signal transducer and activator of transcription*) también se han visto involucradas en la polarización. Es así como la STAT 4 se activa diferencialmente en células polarizadas hacia el fenotipo Th1, mientras que la STAT 6 se relaciona con el fenotipo Th2. A su vez, cada uno de los fenotipos participa en diversos procesos de la respuesta inmune. La función efectora de Th1 favorece la activación de macrófagos (potencial microbica), los procesos de opsonización, la activación de polimorfonucleares neutrófilos (actividad microbica) y la activación de células CD8; la función efectora de las Th2 induce la producción de anticuerpos neutralizantes, degranulación de mastocitos, activación de eosinófilos y la supresión de la actividad microbica de los macrófagos.

## PREGUNTAS CAPÍTULO 7

1. Los anticuerpos son mediadores de la respuesta inmune producidos por:
  1. Polimorfonucleares
  2. Linfocitos T
  3. Linfocitos B
  4. Fagocitos
  5. Complemento
  
2. La función efectora de los linfocitos T CD8 se puede resumir como:
  1. Destrucción de la célula infectada o célula blanco
  2. Activación de fagocitos sin destrucción celular
  3. Incremento en la producción de anticuerpos
  4. Disminución de la actividad citotóxica de los fagocitos
  5. Generación de células de memoria
  
3. Los antígenos que se presentan unidos a moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad de clase II son capaces de activar:
  1. Linfocitos B
  2. Linfocitos CD4 Th1
  3. Linfocitos CD4 Th2
  4. Todas las anteriores respuestas son correctas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  
4. Los antígenos que se presentan unidos a moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad de clase I son capaces de activar:
  1. Linfocitos B
  2. Linfocitos CD4 Th1
  3. Linfocitos CD4 Th2
  4. Todas las anteriores respuestas son correctas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

5. Clásicamente, cuando una célula presentadora de antígeno produce grandes cantidades de IL12, la subsiguiente respuesta en la célula efectora se manifiesta mediante:
  1. Incremento de los niveles séricos del complemento
  2. Polarización hacia una respuesta Th1
  3. Polarización hacia una respuesta Th2
  4. Disminución en los niveles de anticuerpos
  
6. Clásicamente, cuando una célula presentadora de antígeno produce grandes cantidades de IL6, se da la siguiente respuesta en la célula efectora:
  1. Incremento de los niveles séricos del complemento
  2. Polarización hacia una respuesta Th1
  3. Polarización hacia una respuesta Th2
  4. Disminución en los niveles de anticuerpos
  
7. La neumolisina producida por el *Streptococcus pneumoniae* tiene como función:
  1. Inhibir la fagocitosis del neumococo
  2. Lisar estreptococos de otras familias
  3. Lisar glóbulos rojos
  4. Inhibir la función bactericida de los polimorfonucleares
  5. Activar el sistema del complemento
  
8. Los anticuerpos hacen parte de la denominada:
  1. Respuesta inmune innata
  2. Respuesta inmune adquirida
  3. Respuesta inmune humoral
  4. Respuesta inmune celular
  5. 1 y 3 son correctas
  6. 2 y 4 son correctas
  
9. El sistema complemento hace parte de la denominada:
  1. Respuesta inmune innata
  2. Respuesta inmune adquirida

3. Respuesta inmune humoral
  4. Respuesta inmune celular
  5. 1 y 3 son correctas
  6. 2 y 4 son correctas
- 10.** Los linfocitos T CD8 hacen parte de la denominada:
1. Respuesta inmune innata
  2. Respuesta inmune adquirida
  3. Respuesta inmune humoral
  4. Respuesta inmune celular
  5. 1 y 3 son correctas
  6. 2 y 4 son correctas
- 11.** La respuesta inmune que predomina en las infecciones virales está mediada por:
1. Linfocitos B
  2. Linfocitos CD4 Th1
  3. Linfocitos CD4 Th2
  4. Todas las anteriores respuestas son correctas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 12.** Respecto a la vacuna que se utiliza como sistema profiláctico para prevenir la neumonía producida por *Streptococcus pneumoniae*, se puede afirmar que:
1. Está conformada por múltiples polisacáridos capsulares
  2. Se obtiene a partir de las fimbrias del microorganismo
  3. Induce una respuesta citotóxica del tipo CD8
  4. Está indicada sólo para neonatos
  5. Todas las anteriores respuestas son correctas
- 13.** Es un reconocido mecanismo de evasión de la respuesta inmune por parte de los tripanosomatideos:
1. Neutralización de los anticuerpos específicos para el lipofosfoglicano
  2. Inhibición de la fusión vacuola fagocítica-lisosoma



3. Secreción de toxinas parasitarias
  4. Todos los anteriores enunciados son correctos
  5. Ninguno de los anteriores enunciados es correcto
- 14.** Se puede afirmar que una de las razones por las cuales aún no se cuenta con una vacuna para la lepra es:
1. Su alta homología con la *Mycobacterium tuberculosis*
  2. Su manifestación nerviosa
  3. Su dificultad de cultivarlo *in vitro* y, por ende, de contar con suficiente material para estudios de patogenicidad en modelos experimentales
  4. Su resistencia a los antibióticos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 15.** Una reacción de tuberculina positiva está fundamentada en una reacción de hipersensibilidad contra:
1. Macrófagos infectados
  2. Proteínas de la micobacteria
  3. Ácidos micólicos de la micobacteria
  4. Alvéolos infectados
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 16.** Referente a la infección por *Haemophilus influenzae* se puede decir que la inmunidad no es protectora debido a que:
1. Su proteasa destruye la inmunoglobulina A
  2. Su cápsula destruye el complemento
  3. No tiene afinidad por las neuronas
  4. Compite por los receptores de la neurona
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 17.** La dificultad de obtener una vacuna contra el VIH radica en:
1. El curso lento de la infección
  2. No hay un modelo animal adecuado para su estudio
  3. Muta con mucha rapidez
  4. Muerto o atenuado no conserva sus propiedades antigénicas



5. Todas las anteriores respuestas son correctas
  6. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 18.** La función efectora de las células naturales asesinas (NK) se puede resumir como:
1. Destrucción de la célula infectada o célula blanco
  2. Activación de fagocitos sin destrucción celular
  3. Incremento en la producción de anticuerpos
  4. Disminución de la actividad citotóxica de los fagocitos
  5. Generación de células de memoria
- 19.** La propiedad de las citoquinas que hace referencia a que una misma célula tenga la capacidad de secretar diversas citoquinas, que a su vez modulan una misma función, se denomina:
1. Pleiotropismo
  2. Redundancia
  3. Sinergia
  4. Antagonismo
  5. Todas las anteriores respuestas son correctas
- 20.** La propiedad de las citoquinas que hace referencia a que dos células distintas secretan citoquinas diversas, que a su vez modulan una misma función, se denomina:
1. Pleiotropismo
  2. Redundancia
  3. Sinergia
  4. Antagonismo
  5. Todas las anteriores respuestas son correctas
- 21.** Los antígenos que se presentan unidos a moléculas de clase II del complejo mayor de histocompatibilidad son procesados en el compartimiento celular denominado:
1. Vía endocítica
  2. Vacuola

3. Proteosoma
  4. Reticulo endoplásmico
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 22.** La función efectora de las células naturales asesinas (NK) se describió en el modelo de infecciones por:
1. Bacterias
  2. Virus
  3. Hongos
  4. Parásitos
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 23.** El término que define la inflamación del saco lacrimal es:
1. Retinitis
  2. Corioretinitis
  3. Dacriocitis
  4. Uveitis
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 24.** La inflamación de las glándulas pilo sebáceas del párpado del ojo se conoce como:
1. Glandulitis
  2. Orzuelo
  3. Mal de ojo
  4. Seborrea
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 25.** Las moléculas de clase I del complejo mayor de histocompatibilidad se caracterizan por presentar antígenos peptídicos a células:
1. CD8
  2. CD14
  3. CD4
  4. CD18
  5. Todas las anteriores respuestas son correctas

- 26.** El interferón gama es una citoquina prototípica de una respuesta:
1. CD4 Th1
  2. CD4 Th2
  3. CD8 Th1
  4. CD8 Th2
  5. Bacteriana
- 27.** La interleuquina 12 (IL-12) puede ser producida por:
1. Células naturales asesinas (NK)
  2. Células CD8
  3. Células CD4
  4. Células presentadoras antígeno profesionales
  5. Todas las anteriores respuestas son correctas
- 28.** Las moléculas de señalización STAT4 participan en la polarización de la respuesta hacia un fenotipo:
1. CD4 Th1
  2. CD4 Th2
  3. CD8 Th1
  4. CD8 Th2
  5. CD19 Th2
- 29.** La función efectora de las células naturales asesinas es similar a la de las células:
1. CD18
  2. CD14
  3. CD4
  4. CD8
  5. Todas las anteriores respuestas son correctas
- 30.** La inmunidad humoral actúa sobre microorganismos de localización:
1. Extracelular
  2. Intracelular

3. Nucleares
  4. Todas las anteriores respuestas son correctas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas son correctas
- 31.** La secreción de anticuerpos es una función efectora de:
1. Macrófagos
  2. Células dendríticas
  3. Linfocitos CD4 Th1
  4. Linfocitos CD4 Th2
  5. Linfocitos B
- 32.** Es una característica de la fase de activación (proliferación y diferenciación) de los linfocitos B:
1. La activación de las células dendríticas
  2. La activación de las células NK
  3. La disminución de la apoptosis
  4. El *switch* de las inmunoglobulinas
  5. Todas las anteriores respuestas son verdaderas
  6. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 33.** Entre las moléculas o mediadores solubles que hacen parte tanto de la inmunidad innata como de la inmunidad adquirida, están:
1. La inmunoglobulina G
  2. La interleuquina 12
  3. La inmunoglobulina A
  4. Todas las anteriores respuestas son verdaderas
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 34.** Respecto a las fracciones del complemento que participan en la respuesta inmune, todas las afirmaciones son falsas, excepto una:
1. Opsonizantes de macrófagos
  2. Opsonizantes de microorganismos

3. Oponizantes de anticuerpos
  4. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 35.** Son funciones efectoras de los linfocitos T CD4 Th2:
1. Inducir anticuerpos neutralizantes
  2. Inducir la degranulación de los mastocitos
  3. Activar los polimorfonucleares en particular los eosinófilos
  4. Inducir anticuerpos oponizantes
  5. Todas las respuestas anteriores son verdaderas
- 36.** Los gránulos ricos en perforinas son:
1. Producidos por linfocitos T CD8 y generan la producción de IFN $\gamma$
  2. Producidos por linfocitos T CD4 y generan producción de IFN $\gamma$
  3. Producidos por linfocitos T CD8 y generan la lisis de la célula infectada
  4. Producidos por linfocitos T CD4 y generan la lisis de la célula blanco
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 37.** Durante la migración de las células de Langerhans (células dendríticas) a los nódulos linfoides se presenta:
1. La adhesión de las células a la epidermis
  2. La maduración de las células dendríticas
  3. La activación de las células naturales asesinas
  4. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  5. Todas las anteriores respuestas son verdaderas
- 38.** El compartimiento donde son procesados los antígenos que serán presentados a los linfocitos T CD8 se conoce con el nombre de:
1. Proteosoma
  2. Retículo endoplásmico
  3. Ribosoma
  4. Vía endocítica
  5. Núcleo

- 39.** La interleuquina 12 es:
1. La citoquina inductora de la polarización de linfocitos CD4 hacia Th2
  2. La citoquina inductora de la polarización de linfocitos CD4 hacia Th1
  3. Antagónica con el IFN $\gamma$
  4. Sinérgica con el IFN $\gamma$
  5. 1 y 3 son ciertas
  6. 2 y 4 son ciertas
- 40.** El interferón gama (IFN $\gamma$ ) es:
1. La citoquina prototípica de la población de linfocitos CD4 Th1
  2. La citoquina prototípica de la población de linfocitos CD4 Th2
  3. Antagónica con la IL4
  4. Sinérgica con la IL4
  5. 1 y 3 son ciertas
  6. 2 y 4 son ciertas

Coloque frente a cada uno de los siguientes enunciados, del 41 al 45, si corresponde a una afirmación falsa o verdadera (F o V, respectivamente):

- 41.** Las células dendríticas son células presentadoras de antígeno profesionales.
- 42.** Los polimorfonucleares eosinófilos son activados por linfocitos cuyo fenotipo es Th1.
- 43.** Los neutrófilos hacen parte de la denominada respuesta inmune adaptativa.
- 44.** Las células naturales asesinas (células NK) son activadas por antígenos unidos a moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad de clase II.
- 45.** Las citoquinas son moléculas que hacen parte de la denominada inmunidad humoral.

## CAPÍTULO 8

### Infección nosocomial · Muestras clínicas

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define una *infección nosocomial* como una infección contraída en el hospital por un paciente internado por una razón distinta de esa infección. Una infección que se presenta en un paciente internado en un hospital o en otro establecimiento de atención de salud en quien la infección no se había manifestado ni estaba en periodo de incubación en el momento del internado. Comprende las infecciones contraídas en el hospital, pero manifiestas después del alta hospitalaria, y también las infecciones ocupacionales del personal del establecimiento. La infección nosocomial puede también definirse como un fenómeno multifactorial donde diversas variables deben participar de forma simultánea. Estas variables son el agente antimicrobiano, la susceptibilidad de los pacientes, los factores ambientales y la resistencia bacteriana. Recordemos que las infecciones nosocomiales están entre las más importantes causas de morbilidad y mortalidad en el mundo, y que se presentan generalmente cuando el paciente ha permanecido hospitalizado o ha requerido periodos ampliados de atención ambulatoria. Sin embargo, es difícil el seguimiento de la infección nosocomial, por la misma dificultad de establecer el momento en el que ocurrió. El profesional de la enfermería, como uno de los principales partícipes en los programas de control y prevención de enfermedades asociadas con la infección nosocomial, debe conocer las estrategias para identificar con claridad si se trata o no de este tipo de entidad. Se han descrito algunos criterios simplificados que permiten la vigilancia de las infecciones nosocomiales. Se puede decir que hay una infección nosocomial en el caso de la aparición de cualquier secreción purulenta, absceso o celulitis difusa en el sitio de la intervención quirúrgica dentro del mes siguiente de la cirugía, o cuando un cultivo de orina sea positivo en dos oportunidades con recuentos superiores a  $10^5$  bacterias/mL, independientemente de la aparición de síntomas en el paciente (infección urinaria), o cuando se presente tos, esputo purulento, un nuevo infiltrado pulmonar compatible con infección en rayos X de tórax (infección respiratoria), o inflamación, adenopatías o secreciones purulentas en el sitio de la inserción del catéter, o fiebre, escalofrío y, al menos, un hemocultivo positivo (septicemia). Muchos microorganismos de diversa naturaleza (virus, bacterias, hongos y parásitos) tanto patógenos como comensales pueden hacer parte de las infecciones nosocomiales y pueden ser

portados por personas asintomáticas, convirtiéndose estos individuos en principal reservorio y foco infeccioso.

El profesional de la enfermería deberá liderar y promover programas nacionales, regionales y locales para la vigilancia de la infección nosocomial. Hablando sólo de recursos netamente económicos, el tratamiento de este tipo de infecciones elevan extremadamente los costos de los sistemas de salud, recursos que bien podrían emplearse en otro tipo de beneficios para la comunidad. Para el caso de las infecciones nosocomiales, aplica el refrán popular “más vale prevenir que lamentar”, entendiéndose literalmente prevenir como una de las estrategias más favorables para reducir los elevados índices de morbi-mortalidad de estas enfermedades. Es importante indicar que la responsabilidad del control de estas enfermedades recae sobre un grupo de profesionales que incluyen diversidad de disciplinas del área de la salud, a los cuales deberán asignarse funciones debidamente identificadas por órganos control como la OMS.

A continuación se describen las funciones de:

- (i) *Administrador del hospital*: debe cumplir una función directiva de gestión, comenzando con la conformación de un comité de control de infecciones, con la búsqueda de recursos, entre otros, para la capacitación adecuada de todo el personal involucrado en el programa.
- (ii) *Médico*: presta una atención adecuada con las mínimas prácticas que reduzcan el riesgo de contraer infecciones (incluyendo las prácticas de higiene adecuadas); protege a sus pacientes de otros infectados, cumpliendo con las recomendaciones del uso apropiado de antibióticos; informa a pacientes, visitantes y personal sobre las técnicas de prevención de la infección nosocomial.
- (iii) *Microbiólogo*: maneja apropiadamente las muestras de forma que se incremente la posibilidad de un diagnóstico apropiado; vela por el seguimiento de prácticas seguras para prevenir la infección nosocomial, incluyendo los procesos de esterilización y desinfección de ambientes; realiza la tipificación epidemiológica de los microorganismos cuando sea necesario.
- (iv) *Químico farmacéutico*: obtiene, almacena y distribuye preparaciones farmacéuticas, llevando de forma adecuada los registros de los antibióticos entregados al servicio médico; debe tener al día la información relacionada con la actividad, toxicidad, incompatibilidad y condiciones de almacenamiento de cada una de las sustancias desinfectantes, antisépticas y antibióticas; debe participar en las prácticas de esterilización y desinfección.



- (v) *Profesional de enfermería*: debe cumplir con todas las buenas prácticas para el control de infecciones que serán un mecanismo de prevención de la propagación de las mismas a pacientes ingresados en el servicio hospitalario. El enfermero deberá promover y formular técnicas en atención de enfermería, examinando permanentemente las normas de atención de la enfermería aséptica. También deberá crear programas de capacitación entre sus colegas, supervisando posteriormente la puesta en práctica de las técnicas de prevención de la infección nosocomial. El profesional de la enfermería deberá mantener y vigilar las prácticas de las técnicas de asepsia, incluyendo el lavado de las manos y las estrategias de aislamiento. En este nivel el enfermero es el encargado de aislar a los pacientes infectados y solicitar la toma de muestras para cultivo en pacientes con signos de enfermedad transmisible (cuando el médico de turno no esté disponible). También puede ordenar la limitación de visitas al paciente sospechoso, identificando los casos de infección nosocomial. Deberá velar por el aseguramiento de existencias óptimas y suficientes de medicamentos y suministros para el cuidado de pacientes en cada pabellón. Una vez identificado el caso, deberá investigar el tipo de infección y el agente etiológico responsable, formulando políticas de control de infecciones y asegurándose del cumplimiento de los reglamentos locales y nacionales.
- (vi) *Central de esterilización*: este servicio es empleado por todas las áreas del hospital incluyendo el quirófano, haciéndose responsable de limpiar, descontaminar, probar, preparar para el uso, esterilizar y guardar asépticamente todo equipo estéril del hospital. Por tanto, los coordinadores de estas áreas, que en nuestro medio son profesionales de la enfermería, deberán supervisar el uso de los métodos involucrados en el proceso de esterilización.
- (vii) *Servicio de alimentación*: debe garantizar la inocuidad de los alimentos, la capacitación del personal que los manipula, así como su almacenamiento y preparación.
- (viii) *Servicio de lavandería*: selecciona telas y formula políticas sobre la ropa de trabajo, estableciendo normas para la recogida y el transporte de la misma cuando está sucia o contaminada.
- (ix) *Servicio de limpieza*: es el encargado de mantener la limpieza rutinaria de superficies y áreas del establecimiento hospitalario, estableciendo normas de limpieza apropiadas que incluyen la dispensación diaria de elementos como jabón líquido y toallas desechables.

Los programas de vigilancia deberán propender porque todos los miembros del cuerpo de salud y demás trabajadores se concienticen de la infección nosocomial y la resistencia a los antimicrobianos, de forma tal que se aprendan y emprendan acciones preventivas. Siempre se deberán manejar las tendencias de manera individual, revisando la incidencia y distribución de las infecciones nosocomiales, haciendo énfasis en el riesgo comparativo intra e interhospital. Se debe anotar que el sistema de vigilancia deberá tener unos criterios que incluyen:

- (i) *Simplicidad*: reduciendo al máximo costos y carga laboral, promoviendo la participación oportuna de las unidades para una adecuada retroalimentación.
- (ii) *Flexibilidad*: que sea susceptible de cambios cuando correspondan.
- (iii) *Aceptabilidad*: evaluada por medio de la participación del personal y la calidad de los datos.
- (iv) *Coherencia*: usando definiciones y métodos normalizados.
- (v) *Sensibilidad*: cuando los casos reportados en el transcurso de un periodo sean representativos.
- (vi) *Especificidad*: requiere la práctica por definiciones precisas e investigadores adiestrados.

La vigilancia de las infecciones nosocomiales es un proceso circular en donde cuatro procesos deberán cumplirse, retroalimentándose entre sí:

- (i) *Ejecución de la vigilancia*: etapa donde se definirán las metas y se recolectarán datos basados en los protocolos establecidos.
- (ii) *Retroalimentación y divulgación*: corresponde a la etapa en la que se analizarán, interpretarán, compararán y discutirán los datos obtenidos.
- (iii) *Prevención*: se tomarán las decisiones y medidas correctivas para detener la aparición o progresión de una infección nosocomial.
- (iv) *Evaluación del efecto*: se analizará si las medidas adoptadas resultaron adecuadas para la reducción o eliminación de la infección nosocomial.

Estadística y epidemiológicamente hay algunos aspectos fundamentales para tener en cuenta en relación con un adecuado proceso de vigilancia de la infección nosocomial, por ejemplo:

- (i) *Vigilancia activa*: basada en estudios de incidencia y prevalencia.
- (ii) *Vigilancia focalizada*: orientada hacia un sitio, unidad o prioridad definidos.
- (iii) Investigadores debidamente adiestrados.
- (iv) Aplicar una metodología normalizada.
- (v) Establecer tasas ajustadas según el riesgo, para fines de comparación.

Pero, ¿qué hacer cuando se ha detectado una infección nosocomial o un brote de infección nosocomial? Un *brote* se define como un aumento excepcional o inesperado del número de casos de una infección nosocomial conocida, o del surgimiento de casos de una nueva infección. La pronta identificación de un brote es fundamental para limitar la transmisión a los pacientes por medio de otros individuos, incluyendo trabajadores de la salud o material contaminado. El personal de enfermería es el primer agente encargado de la detección de potenciales brotes y focos infecciosos para seguidamente poner en marcha las estrategias de control. Pero la identificación de los casos está limitada por la definición de caso, el cual debe reportarse considerando la unidad de tiempo, lugar y criterios biológicos y clínicos específicos. Se deben identificar claramente los parámetros para la inclusión y exclusión de casos. En la descripción de los casos se deberán incluir las características del paciente como sexo, edad, fecha de ingreso en el centro de salud, fechas y horas de traslado o circulación entre unidades, etc. La acumulación de datos con reporte de casos permitirá establecer el tipo de foco epidemiológico asociado con el brote, el cual deberá ser sujeto de la aplicación de las medidas de control y seguimiento correspondientes, capaces de interrumpir la cadena de transmisión y prevenir futuras incidencias de brotes similares.

Las medidas de control inmediato para la gestión de brotes incluyen:

- (i) *Transmisión cruzada* (de una persona a otra): aislamiento del paciente mediante colocación de barreras, determinadas por los agentes infecciosos.
- (ii) *Transmisión por las manos*: mejorar el lavado de manos.
- (iii) *Agente transmitido por el aire*: aislar a los pacientes con la ventilación apropiada.
- (iv) *Agente presente en el agua, o transmitido por el agua*: examinar los sitios de abastecimiento de agua y contenedores líquidos. Utilizar elementos desechables.
- (v) *Agente transmitido por alimentos*: eliminar alimentos expuestos al riesgo.

En todos los casos estas medidas buscan controlar el brote mediante la interrupción de la cadena de transmisión. Pero prevenir la infección nosocomial, que es el fin mismo del conocimiento de este grupo de enfermedades, implica no sólo limitar la transmisión de los agentes microbianos, sino controlar los riesgos ambientales, proteger a los pacientes con el uso de antibióticos y vacunas, limitar el riesgo de infección endógena, vigilar las infecciones e identificar los brotes, prevenir la infección ocupacional y mejorar las prácticas de atención de pacientes mediante la educación continuada del personal de salud. En este nivel es importante estratificar el riesgo para favorecer la identificación del tipo de paciente, así como el tipo de procedimiento. De este modo, un riesgo mínimo o tipo I incluirá pacientes sin inmunodeficiencias y sin enfermedad subyacente grave que sean sometidos a procedimientos no invasivos que no los expongan a humores biológicos; un riesgo II o medio relaciona a pacientes infectados o con factores de riesgo (edades extremas o neoplasias) que están expuestos a humores biológicos o que son sometidos a procedimientos no quirúrgicos invasivos, y el riesgo III o alto involucra a pacientes con inmunodeficiencias graves, politraumatismos, quemaduras graves o trasplante de órganos, que son sometidos a procedimientos quirúrgicos o invasivos de alto riesgo.

Una vez identificado el paciente, es entonces necesario tomar las medidas asépticas apropiadas de acuerdo con el riesgo de infección:

- (i) Para un riesgo I, el simple lavado de manos o la desinfección por fricción en un medio limpio son suficientes.
- (ii) Para un riesgo tipo II, la práctica deberá ser aséptica empleando ropa de protección para prevenir el contacto con sangre o humores biológicos.
- (iii) En riesgos altos se deberán poner en práctica procedimientos asépticos quirúrgicos con ropa quirúrgica para mutua protección.

Este tipo de procedimientos ha permitido describir medidas de prevención para infecciones nosocomiales comunes y endémicas a nivel mundial. También ha favorecido la descripción de medidas de eficacia de acuerdo con el tipo de infección, así como las estrategias que se consideran ineficientes para el control de la enfermedad nosocomial:

- (i) *Infección urinaria*: limitación del periodo de uso de las sondas, técnicas asépticas en la inserción y mantenimiento del tubo de drenaje cerrado son elementos de comprobada eficacia, mientras que a la profilaxis sistémica con antibióticos, la irrigación de la vejiga con solución salina normal o con antimicrobianos, el uso de antisépticos en la bolsa de drenaje, utilizar sonda

con revestimiento antibiótico y limpieza diaria de la zona perineal con antisépticos no se les ha comprobado niveles significativos de eficacia.

- (ii) *Infecciones de heridas quirúrgicas*: técnicas quirúrgicas, limpieza del ambiente del quirófano, máxima esterilidad en la ropa del personal, limitación de la estadía preoperatoria del paciente en el hospital, las duchas preoperatorias y la preparación local de la piel del paciente, la óptima profilaxis con antibióticos, la práctica aséptica en el quirófano y la vigilancia permanente de la herida quirúrgica han sido herramientas de comprobada eficacia en el control de infecciones con esta localización. Dentro de las medidas de reducida o nula eficacia están la fumigación y la eliminación de pelos (afeitada) antes de la cirugía.
- (iii) *Neumonía*: relacionado con el uso del respirador específicamente, se ha encontrado útil la intubación y succión en condiciones asépticas y la limitación del periodo de uso del respirador. También se ha visto que la vacunación del personal médico contra la influenza, el cumplimiento de las normas de aislamiento, el empleo de agua estéril para el tratamiento con oxígeno y aerosoles y la máxima vigilancia para prevenir al contaminación por *Legionella* y *Aspergillus* son medidas óptimas para la prevención de la neumonía nosocomial. Decontaminar el aparato digestivo de los pacientes y cambiar el circuito del respirador cada 48 a 72 horas son medidas a las que no se les ha demostrado su verdadera utilidad.
- (iv) *Infecciones relacionadas con el uso de dispositivos vasculares*: en todos los catéteres se ha demostrado que el asegurarse de que estén cerrados, la limitación del periodo de uso, la preparación local de la piel local, la aplicación de técnicas asépticas en la inserción y el retiro inmediato del dispositivo si hay sospecha de infección son medidas de extrema utilidad. En los catéteres centrales las medidas de asepsia quirúrgicas para su inserción, la limitación de la frecuencia en el cambio del vendaje y revestir de antibiótico el catéter cuando se planea un uso de corta duración son estrategias muy valiosas para prevenir el ingreso de microorganismos y la subsecuente infección. Se ha observado que el uso de formulaciones tópicas con antimicrobianos no es una medida eficaz para la prevención de infección nosocomial en este nivel.

Pero existen algunos procedimientos mínimos que de manera general se deberán tener en cuenta como precauciones básicas para la atención de todos los pacientes, dentro de los cuales se pueden destacar el lavado inmediato de las manos luego de cualquier contacto con material infeccioso; en la medida de lo

posible, evitar el contacto con material contaminado; emplear guantes para entrar en contacto con fluidos biológicos y artículos contaminados; lavarse la manos inmediatamente después de quitarse los guantes; manejar apropiadamente todos los objetos cortantes y punzantes; limpiar de forma inmediata cualquier derrame de material infeccioso; desechar, desinfectar o esterilizar después de su uso, todo equipo, suministro, material, ropa de cama y otros que hayan estado con un paciente y más aún con material infectado; utilizar un sistema apropiado para manipular los desechos, incluyendo el proceso de hervir la ropa de cama si no se cuenta con lavadora para optimizar el proceso de eliminación de los agentes infecciosos.

La identificación de las zonas de riesgo en los centros o instituciones para la prestación de servicios de salud es una estrategia adecuada para la mejor ubicación y el seguimiento del riesgo epidemiológico. Según la OMS, se podrían encontrar entre tres y cuatro zonas de riesgo, a saber:

- (i) *Zona de poco riesgo o riesgo mínimo*: áreas administrativas.
- (ii) *Zonas de riesgo moderado*: unidades regulares de atención de pacientes o consulta externa.
- (iii) *Zonas de alto riesgo*: unidades de aislamiento o de cuidados intensivos.
- (iv) *Zonas de muy alto riesgo*: quirófanos.

La identificación de estas zonas favorecerá el éxito de las medidas de control; sin embargo, otra estrategia adicional incluye la identificación de los materiales de desecho y su correcta y adecuada manipulación y eliminación.

A continuación se definen algunas recomendaciones útiles para el manejo de materiales de desecho. Deberá diseñarse un programa de recolección selectiva de desechos: los desechos generales se podrán eliminar con la basura doméstica; los instrumentos cortopunzantes deberán eliminarse en contenedores a prueba de perforaciones con tapa bien ajustada; las bolsas y otros contenedores deberán rotularse con el símbolo internacional de sustancias infecciosas; los desechos infecciosos deberán guardarse en un lugar seguro con acceso restringido; los desechos del laboratorio de microbiología deberán esterilizarse antes de ser eliminados y posteriormente rotularse debidamente; los desechos citotóxicos deberán estar debidamente marcados. Si los desechos químicos o farmacéuticos salen en pequeña cantidad, podrán ser eliminados junto con el material infeccioso; las grandes cantidades de desechos químicos se deberán empacar en contenedores resistentes a este tipo de sustancias, evitando la mezcla de sustancias cuando no se conoce



el potencial riesgo de las mismas; los desechos con alto contenido de metales pesados se deberán recoger y evacuar por separado; todo el personal del hospital deberá estar informado sobre los peligros relacionados con los desechos; todo el personal del centro de salud deberá estar capacitado en las prácticas apropiadas para el manejo de desechos.

Referente a las muestras y su procesamiento, es importante resaltar que si se pretende aislar e identificar un microorganismo de un espécimen biológico, es fundamental el rápido, por no decir inmediato, procesamiento de las muestras. La demora en el procesamiento conllevará al reporte de falsos positivos o negativos. En el primer caso, se podría informar erróneamente que hay un microorganismo y en un número elevado, toda vez que los pocos que hubiesen se multiplicarían aprovechando el “medio de cultivo” biológico y, en el segundo caso, se informaría un falso negativo, ya que quizá no encontrarían condiciones de sobrevivencia adecuadas y morirían por falta de nutrientes. Es por esta razón que se deben emplear medios de transporte con el fin de brindar las condiciones mínimas para sobrevivencia del microorganismo sin que haya lugar a replicación de los mismos. Es importante resaltar que la plena y clara identificación de las muestras es fundamental para cualquier tipo de procedimiento; por tanto, en el laboratorio clínico, la mala identificación de las muestras, aquellas derramadas, rotas o sin estar contenidas en el medio de transporte adecuado impedirán el procesamiento. De acuerdo con el tipo de análisis, se emplearán tubos con asignación universal de colores, lo cual favorece su identificación. Es así como tubos secos o con tapa roja se emplean generalmente para obtener suero destinado a estudios bioquímicos o serológicos (como la búsqueda de anticuerpos específicos para microorganismos, por ejemplo). Una modificación de los tubos secos o de tapa roja son los tubos con tapa amarilla, que contienen un gel que favorece la retracción del coágulo, lo cual resulta de gran utilidad en muestras escasas como aquellas pediátricas. Los tubos con tapa lila o violeta contienen EDTA, un anticoagulante que quela el calcio y previene la formación del coágulo. Sangre de este tipo es comúnmente empleada en análisis como el cuadro hemático o hemograma. Los tubos de tapa azul contienen citrato de sodio, y se emplean para obtener la fracción plasmática con la cual se podrán realizar pruebas de coagulación. Los tubos con tapa verde contienen heparina como anticoagulante y son empleados para la realización de pruebas de histocompatibilidad en el caso de trasplantes y pruebas de paternidad, y para determinar actividad leucocitaria.

Las muestras para aislar microorganismos deberán ser transportadas en recipientes libres de cualquier contenido, excepto aquellas destinadas a aislar agentes que se sospeche están en la sangre, para lo cual se deberá tomar una muestra de sangre heparinizada, preferiblemente con EDTA o heparina. En el nivel micro-

biológico, dependiendo el tipo de infección, así mismo será la muestra que se requiera colectar para facilitar la identificación del agente microbiano. A partir de lo anterior, si se sospecha de una bacteremia o septicemia, se deberán realizar hemocultivos; si hay una endocarditis se tomará un hemocultivo, o muestra directa de exudado o verrugas; si hay sospecha de infección en el catéter, se deberá tomar una muestra directa del catéter, de la piel pericatóter o de la conexión del catéter; si se cree que hay una pericarditis, se deberá tomar muestra del líquido pericárdico. Respecto a la meningitis, la muestra ideal para un diagnóstico certero es el líquido cefalorraquídeo (LCR), mientras que cuando hay abscesos cerebrales la muestra se deberá tomar directamente del absceso. Si el paciente requiere la identificación de un microorganismo involucrado en una faringoamigdalitis, se deberá tomar una muestra del exudado; si hay sinusitis, se procederá a un aspirado sinusal como la muestra ideal; si hay otitis media, se obtendrá la muestra por timpanocentesis, pero si hay una otitis externa, la muestra será del correspondiente exudado. En el caso de una neumonía, el microorganismo se podrá obtener del esputo, por fibrobroncoscopia, por punción transtorácica espirativa, por punción transtraqueal o por broncoaspirado. Si el paciente presenta empiema y abscesos pulmonares, se deberá tomar líquido pleural o aspirado de los abscesos, respectivamente. Cuando hay conjuntivitis, la muestra ideal será el exudado conjuntival o raspado de la conjuntiva; si hay queratitis, se deberá practicar un raspado corneal, y si hay endoftalmítis, se procederá a tomar líquido intraocular. En el caso de las diarreas se hará un coprocultivo a partir de heces fecales (muestra ideal) o de biopsia intestinal o aspirado duodenal, según criterio médico. Cuando el paciente presenta peritonitis, se deberá tomar una muestra de líquido peritoneal; si hay abscesos intraperitoneales o viscerales, se deberá hacer un aspirado de los mismos. En el caso de la colecistitis se tomará líquido biliar como muestra para el aislamiento del potencial patógeno. La muestra ideal para detectar microorganismos asociados con infección urinaria es la muestra de orina, preferiblemente procedente de la primera micción del día (porción media de la micción) obtenida de forma autónoma, por sonda o mediante punción suprapúbica. Si se trata de infecciones en el tracto genital y se requiere el aislamiento de los microorganismos, se deberá tomar raspado de las úlceras, aspirados de los nódulos genitales, exudado en el caso de las uretritis, vulvovaginitis o cervicitis y secreción prostática en el caso de las prostatitis infecciosas. Cuando la infección es en la piel y los tejidos blandos (impétigo, foliculitis, erisipela, celulitis, úlceras, gangrena, abscesos cutáneos, heridas y quemaduras), se deberán tomar aspirados con jeringa o biopsias de tejido. Son menos recomendables las muestras tomadas con torundas de algodón. En los huesos y articulaciones, se tomará muestra de líquido sinovial si se sospecha de artritis infecciosa, o biopsia ósea o exudado si se sospecha de osteomielitis microbiana.



## PREGUNTAS CAPÍTULO 8

1. Los medios de transporte son utilizados para:
  1. Rescatar y crecer los microorganismos en una muestra biológica
  2. Mantener viables los microorganismos en una muestra biológica
  3. Crecer e identificar los microorganismos en una muestra biológica
  4. Aislar todos los anaerobios de una muestra biológica
  5. Aislar aerobios y protozoos de una muestra biológica
  
2. Los medios de cultivo son utilizados para:
  1. Rescatar los microorganismos en una muestra biológica
  2. Sostener viables los microorganismos en una muestra biológica
  3. Crecer e identificar los microorganismos en una muestra biológica
  4. Aislar todos los anaerobios de una muestra biológica
  5. Aislar aerobios y protozoos de una muestra biológica
  
3. Referente a las características de los medios de transporte, los siguientes enunciados son verdaderos, excepto uno (señale la respuesta falsa):
  1. Proporcionar nutrientes para sostener la viabilidad celular
  2. Proporcionar agentes reductores
  3. Alterar la permeabilidad de las células acompañantes
  4. Sostener la viabilidad sin inducir división celular
  5. Todas las anteriores respuestas es correcta
  
4. Convencionalmente, los tubos de tapa violeta para toma de muestras de sangre contienen (como anticoagulante) y se utilizan respectivamente para:
  1. EDTA para pruebas de hematología
  2. Heparina para pruebas de histocompatibilidad
  3. Citrato de sodio para pruebas de coagulación
  4. CPDA para transfusiones
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

5. Son características de los medios de transporte:
  1. Proporcionar nutrientes para inducir la división celular
  2. Reducir los nutrientes para destruir las células acompañantes
  3. Sostener la viabilidad sin inducir división celular
  4. Conservarse en nevera
  5. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta
  
6. Convencionalmente, los tubos con tapa azul para toma de muestras de sangre contienen (como anticoagulante) y se utilizan respectivamente para:
  1. EDTA para pruebas de hematología
  2. Heparina para pruebas de histocompatibilidad
  3. Citrato de sodio para pruebas de coagulación
  4. CPDA para transfusiones
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  
7. Convencionalmente, los tubos de tapa roja para toma de muestras de sangre contienen (como anticoagulante) y se utilizan respectivamente para:
  1. EDTA para pruebas de hematología
  2. Heparina para pruebas de histocompatibilidad
  3. Citrato de sodio para pruebas de coagulación
  4. CPDA para transfusiones
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  
8. Convencionalmente, los tubos con tapa verde para toma de muestras de sangre contienen (como anticoagulante) y se utilizan respectivamente para:
  1. EDTA para pruebas de hematología
  2. Heparina para pruebas de histocompatibilidad
  3. Citrato de sodio para pruebas de coagulación
  4. CPDA para transfusiones
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
  
9. Dentro de las denominadas *pruebas rápidas* para la identificación de un microorganismo, la herramienta más adecuada para determinar la presencia de hemoparásitos (tipo Plasmodium o microfilarias) es:

1. Coloración de Gram
  2. Tratamiento con KOH
  3. Tinción de Giemsa
  4. Coloración de Ziehl Neelsen
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 10.** Dentro de las denominadas *pruebas rápidas* para la identificación de un microorganismo, la herramienta más adecuada para determinar la presencia de virus en materia fecal (tipo adenovirus) es:
1. Coloración de Gram
  2. Tratamiento con KOH
  3. Tinción de Field
  4. Coloración de Ziehl Neelsen
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 11.** Dentro de las denominadas *pruebas rápidas* para la identificación de un microorganismo, la herramienta más adecuada para la determinar la presencia de virus en una muestra uro-genital (tipo herpes virus) es:
1. Coloración de Gram
  2. Tratamiento con KOH
  3. Tinción de Giemsa
  4. Coloración de Ziehl Neelsen
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 12.** Dentro de las denominadas *pruebas rápidas* para la identificación de un microorganismo, la herramienta más adecuada para la determinar la presencia de hongos en una muestra de secreción respiratoria es:
1. Coloración de Gram
  2. Tratamiento con KOH
  3. Tinción de Giemsa
  4. Coloración de Ziehl Neelsen
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 13.** Dentro de las clasificaciones utilizadas para agrupar microorganismos bacterianos, la más utilizada es la coloración de Gram. El color violeta propio

de las Gram positivas se debe a:

1. El color cristal violeta colocado como colorante primario
2. La deshidratación de la membrana por la mezcla de acetona
3. La fijación del cristal violeta por efecto de la solución yodada (mordiente)
4. Ninguna de las anteriores respuestas es verdadera
5. Todas las anteriores respuestas son correctas

**14.** La muestra ideal para el diagnóstico de leptospirosis es:

1. Materia fecal
2. Orina
3. Biopsia del tejido
4. Aspirado nasal
5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

**15.** Cuando un microorganismo se relaciona con el término *mesófilo*, se hace referencia a:

1. Un microorganismo capaz de crecer a temperaturas entre 20 °C y 40 °C
2. Un microorganismo capaz de fermentar la glucosa a 37 °C
3. Un microorganismo capaz de fermentar la lactosa a temperaturas menores de 37 °C
4. Un microorganismo capaz de crecer a temperaturas entre 18 °C y 22 °C
5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

**16.** La malaria se diagnostica por medio de:

1. Frotis sanguíneo que permite la observación de los esporozoitos
2. Frotis sanguíneo que permite la observación de los macrófagos infectados
3. Frotis sanguíneo que permite la observación de los taquizoitos
4. Frotis sanguíneo que permite la observación de los promastigotes
5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

**17.** La *Leishmania sp* se diagnostica por medio de:

1. Frotis de la lesión que permite la observación de los esporozoitos

2. Frotis de la lesión que permite la observación de los macrófagos infectados
  3. Frotis de la lesión que permite la observación de los taquizoitos
  4. Frotis de la lesión que permite la observación de los promastigotes
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 18.** El reducir las infecciones nosocomiales depende exclusivamente de los mecanismos de:
1. Tratamiento
  2. Aislamiento
  3. Prevención
  4. Morbilidad
  5. Mortalidad
- 19.** Uno de los microorganismos más ampliamente asociado con infecciones intrahospitalarias es:
1. *Salmonella*
  2. *Shigella*
  3. *Pseudomonas*
  4. *Clostridium*
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 20.** Dentro de las medidas de prevención de la infección nosocomial urinaria, aquella catalogada como ineficiente es:
1. Limitar el periodo del uso de la sonda
  2. Practicar las técnicas asépticas
  3. Mantener el tubo de drenaje cerrado
  4. Utilizar una sonda con revestimiento antibiótico
  5. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta
- 21.** Cuando se habla de transmisión cruzada en infecciones nosocomiales, se habla de contaminación:
1. Por aguas y vectores
  2. Por alimentos contaminados

3. De persona a persona
  4. Por el aire
  5. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta
- 22.** Existen riesgos diferenciales de infección nosocomial. En aquellos catalogados como de riesgo bajo los pacientes están:
1. Infectados con agente nosocomial pero no inmunosuprimidos
  2. Inmunosuprimidos de forma severa
  3. Con traumatismos múltiples e inmunodeficiencia
  4. Sin inmunodeficiencia ni enfermedad grave subyacente
  5. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta
- 23.** Dentro de los agentes infecciosos parasitarios implicados en infección nosocomial asociados con intoxicaciones alimentarias están:
1. *Vibrio*
  2. *Giardia*
  3. *Rotavirus*
  4. *Salmonella*
  5. *Shigella*
- 24.** Dentro de los agentes infecciosos bacterianos implicados en infección nosocomial asociados con intoxicaciones alimentarias y que ocupa el primer lugar está:
1. *Vibrio*
  2. *Giardia*
  3. *Rotavirus*
  4. *Salmonella*
  5. *Shigella*
- 25.** Dentro de las medidas de control inmediato para la gestión de brotes cuya presunta transmisión se produce a partir de un agente transmitido por las manos está:
1. El aislamiento del paciente y la colocación de barreras
  2. Mejorar el lavado de las manos

3. Aislar a los pacientes con ventilación apropiada
  4. Examinar el sistema de abastecimiento de agua y uso de desechables
  5. La eliminación de los alimentos manipulados
- 26.** Dentro de las medidas de control inmediato para la gestión de brotes cuya presunta transmisión se produce a partir de un agente transmitido por el aire está:
1. El aislamiento del paciente y la colocación de barreras
  2. Mejorar el lavado de las manos
  3. Aislar a los pacientes con ventilación apropiada
  4. Examinar el sistema de abastecimiento de agua y uso de desechables
  5. La eliminación de los alimentos manipulados
- 27.** Dentro de las medidas de control inmediato para la gestión de brotes cuya presunta transmisión se produce a partir de un agente transmitido por el agua está:
1. El aislamiento del paciente y la colocación de barreras
  2. Mejorar el lavado de las manos
  3. Aislar a los pacientes con ventilación apropiada
  4. Examinar el sistema de abastecimiento de agua y uso de desechables
  5. La eliminación de los alimentos manipulados
- 28.** Dentro de las medidas de control inmediato para la gestión de brotes cuya presunta transmisión se produce a partir de un agente transmitido por los alimentos está:
1. El aislamiento del paciente y la colocación de barreras
  2. Mejorar el lavado de las manos
  3. Aislar a los pacientes con ventilación apropiada
  4. Examinar el sistema de abastecimiento de agua y uso de desechables
  5. La eliminación de los alimentos manipulados

Coloque frente a cada uno de los siguientes enunciados, del 29 al 38, si corresponde a una afirmación falsa o verdadera (F o V, respectivamente):

29. Todas las personas en edades de riesgo (edades extremas de la vida) son susceptibles de padecer una infección nosocomial.
30. Una infección nosocomial urinaria se incluye dentro de los criterios de vigilancia epidemiológica sólo hasta cuando el paciente presenta una clara sintomatología clínica.
31. Las infecciones urinarias y respiratorias ocupan los primeros lugares en la incidencia de infección nosocomial en el mundo.
32. El empleo parenteral de polimixina se reserva para infecciones nosocomiales severas por *Pseudomonas spp.*
33. La infección nosocomial producida en el sitio de la inserción quirúrgica ocupa los primeros lugares en la incidencia de infección nosocomial en el mundo.
34. El profesional encargado de formular las pautas para la recolección, transporte y manipulación de muestras con especímenes nosocomiales es el enfermero.
35. El profesional de la enfermería tiene la autonomía de solicitar la toma de muestra para un paciente del cual se sospeche una infección nosocomial.
36. La vigilancia activa de una infección nosocomial se basa en estudios de incidencia y prevalencia.
37. Dentro de los principales factores que afectan la eficacia de un desinfectante está la presencia de materia orgánica.
38. Un desinfectante empleado en un sitio cuya desinfección necesaria es baja debe ser de un amplio espectro.



## SECCIÓN DE RESPUESTAS

### Análisis sobre las temáticas

Un porcentaje menor que 70% sugiere una mayor revisión de la temática y equivale a:

**Capítulo 1:** menos de 73 respuestas correctas.

**Capítulo 2:** menos de 20 respuestas correctas.

**Capítulo 3:** menos de 65 respuestas correctas.

**Capítulo 4:** menos de 14 respuestas correctas.

**Capítulo 5:** menos de 30 respuestas correctas.

**Capítulo 6:** menos de 24 respuestas correctas.

**Capítulo 7:** menos de 31 respuestas correctas.

**Capítulo 8:** menos de 26 respuestas correctas.

### Respuestas correctas

CAPÍTULO 1	CAPÍTULO 2	CAPÍTULO 3	CAPÍTULO 4
1: 1	1: 4	1: 1	1: 4
2: 2	2: 4	2: 3	2: 2
3: 4	3: 3	3: 2	3: 3
4: 1	4: 3	4: 1	4: 1
5: 2	5: 3	5: 3	5: 3
6: 4	6: 3	6: 5	6: 2
7: 2	7: 1	7: 2	7: 2
8: 3	8: 4	8: 5	8: 3
9: 3	9: 3	9: 3	9: 2
10: 2	10: 2	10: 3	10: 2
11: 3	11: 1	11: 3	11: 4
12: 1	12: 1	12: 2	12: 2
13: 3	13: 2	13: 3	13: 2
14: 4	14: 3	14: 3	14: 4
15: 3	15: 3	15: 5	15: 5
16: 3	16: 4	16: 1	16: 3
17: 1	17: 5	17: 3	17: 5
18: 5	18: 3	18: 1	18: F
19: 2	19: 2	19: 1	19: V

CAPÍTULO 1	CAPÍTULO 2	CAPÍTULO 3	CAPÍTULO 4
20: 3	20: 4	20: 3	20: F
21: 1	21: 5	21: 3	21: V
22: 4	22: 4	22: 3	
23: 3	23: 2	23: 2	
24: 2	24: 4	24: 3	
25: 4	25: 5	25: 5	
26: 4	26: 2	26: 4	
27: 4	27: 4	27: 5	
28: 5	28: 1	28: 2	
29: 1	29: 5	29: 1-4-5-2-3	
30: 3		30: 2	
31: 1		31: 1	
32: 2		32: 3	
33: 3		33: 2	
34: 1		34: 3	
35: 2		35: 4	
36: 3		36: 3	
37: 1		37: 1	
38: 4		38: 3	
39: 1		39: 1	
40: 3		40: 3	
41: 2		41: 2	
42: 3		42: 1	
43: 1		43: 4	
44: 4		44: 3	
45: 3		45: 4	
46: 1		46: 2	
47: 5		47: 4	
48: 4		48: 4	
49: 3		49: 3	
50: 3		50: 1	
51: 6		51: 3	
52: 1		52: 3	
53: 3		53: 1	
54: 2		54: 6	
55: 1		55: 3	
56: 2		56: 5	
57: 3		57: 2	
58: 1		58: 5	
59: 3		59: 3	
60: 2		60: 6	
61: 4		61: 4	
62: 2		62: 3	

CAPÍTULO 1
63: 3
64: 2
65: 1
66: 3
67: 4
68: 1
69: 3
70: 3
71: 2
72: 2
73: 4
74: 3
75: V
76: F
77: V
78: V
79: F
80: V
81: V
82: F
83: F
84: V
85: 3
86: 1
87: 4
88: 5
89: 1
90: 3
91: 3
92: 2
93: 3
94: 4
95: 3
96: 4
97: 1
98: 2
99: 5
100: 2
101: 2
102: 4
103: 1
104: 1
105: 3

CAPÍTULO 3
63: 5
64: 2
65: 4
66: 3
67: 3
68: 2
69: 1
70: 3
71: 5
72: F
73: F
74: F
75: F
76: F
77: V
78: F
79: V
80: V
81: F
82: V
83: V
84: F
85: V
86: F
87: V
88: 3
89: 3
90: 4
91: 4
92: 1
93: 2

CAPÍTULO 5	CAPÍTULO 6	CAPÍTULO 7	CAPÍTULO 8
1: 1	1: 2	1: 3	1: 2
2: 4	2: 1	2: 1	2: 3
3: 2	3: 3	3: 4	3: 3
4: 2	4: 4	4: 5	4: 1
5: 3	5: 2	5: 2	5: 3
6: 3	6: 4	6: 3	6: 3
7: 3	7: 1	7: 4	7: 5
8: 1	8: 5	8: 5	8: 2
9: 1	9: 4	9: 5	9: 3
10: 5	10: 4	10: 6	10: 5
11: 3	11: 2	11: 5	11: 5
12: 2	12: 4	12: 1	12: 2
13: 3	13: 1	13: 3	13: 1
14: 2	14: 2	14: 3	14: 2
15: 3	15: 1	15: 2	15: 1
16: 1	16: 3	16: 1	16: 5
17: 3	17: 4	17: 5	17: 2
18: 4	18: 3	18: 1	18: 3
19: 3	19: 2	19: 2	19: 3
20: 2	20: F	20: 3	20: 4
21: 1	21: F	21: 1	21: 3
22: 3	22: V	22: 2	22: 4
23: 4	23: V	23: 3	23: 2
24: 3	24: F	24: 2	24: 4
25: 4	25: V	25: 1	25: 2
26: 2	26: V	26: 1	26: 3
27: 4	27: F	27: 4	27: 4
28: 4	28: V	28: 1	28: 5
29: 1	29: F	29: 4	29: F
30: 4	30: 3	30: 1	30: F
31: 3	31: 3	31: 5	31: V
32: 3	32: 4	32: 4	32: V
33: V	33: 5	33: 2	33: F
34: F	34: 4	34: 2	34: F
35: V	35: 2	35: 5	35: V
36: V		36: 3	36: V
37: F		37: 2	37: V
38: V		38: 1	38: F
39: 4		39: 6	
40: 2		40: 5	
41: 5		41: V	
42: 2		42: F	

CAPÍTULO 5
43: 5
44: 3-4-7-7-7-1-6- 5-2-8

CAPÍTULO 7
43: F
44: F
45: V

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbas, A. y Lichtman, A. H. (2005), *Cellular and molecular immunology*, Saunders, Philadelphia.
- Baron, S. (2008), *Medical Microbiology*, <[www.ncbi.nlm.nih.gov/books](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books)>. The University of Texas Medical Branch at Galveston.
- Craig, C. F., Faust, E. C., Russell, P. F. y Jung, R. C. (1979), *Parasitología clínica*, Salvat Editores, México D.F.
- De Robertis, E. M. (1996), *Biología celular y molecular*, El Ateneo, Buenos Aires.
- Ducel, G., Fabry, J. y Nicolle, L. (2002), *Prevención de las infecciones nosocomiales- Guía práctica*, Organización Mundial de la Salud, Malta.
- Gamazo, C., López-Goñi, I. y Díaz, R. (2005), *Manual práctico de microbiología*, Elsevier, España.
- García, M. J. y García, J. C. V. (2006), *Higiene del medio hospitalario y limpieza de material*, Cengage Learning Editores, México D.F.
- Henry, J. B., Sanford, A. H. y Davidsohn, I. (1984), *Diagnóstico y tratamiento clínicos por el laboratorio*, Salvat, Bogotá.
- Jamison, D. T., Breman, J. G., Measham, A. R., Alleyne, G., Claeson, M., Evans, D. B., Jha, P., Mills, A. y Musgrove, P. (2006), *Disease Control Priorities in Developing Countries*, The World Bank and Oxford University Press.
- Janeway, C. A., Travers, P., Walport, M. y Shlomchick, M. (2001), *Immunobiology*, Garland Science, New York.
- Jawetz, E., Melnick, J. L. y Adelberg, E. A. (2002), *Microbiología médica*, El Manual Moderno, México D.F.
- Madigan, M. T., Martink, J. M., Parker, J. y Brock, T. D. (1999), *Brock Biology of Microorganisms*, Prentice Hall, Lebanon.
- Pumarola, A. (1987), *Microbiología y parasitología médica*, McGraw-Hill, Bogotá.

Rodríguez, G. y Orozco, L. C. (1996), *Lepra*. Instituto Nacional de Salud, Bogotá.

Ryan, K. y Ray, C. G. (2005), *Microbiología médica*, McGraw-Hill, Bogotá.

Struthers, J. K. (2005), *Bacteriología clínica*, British Medical Association, Elsevier España.





*Microbiología para enfermeros - preguntas y respuestas*  
se terminó de imprimir en Editorial Universidad Nacional de Colombia,  
en agosto de 2009.

Bogotá, D. C., Colombia.