

PARTE I

Microbiología médica básica

La taxonomía es un área de la ciencia biológica que comprende tres disciplinas distintas, pero muy interrelacionadas, que incluyen la clasificación, la nomenclatura y la identificación. Cuando se la aplica a todos los seres vivos la taxonomía proporciona un medio uniforme para clasificar, denominar e identificar los organismos. Esta uniformidad permite que los biólogos de todo el mundo utilicen un nombre común para cada organismo que estudian dentro de sus disciplinas particulares. El idioma común que proporciona la taxonomía minimiza la confusión sobre los nombres y permite centrar la atención en problemas y fenómenos científicos de relevancia. La importancia de esta contribución no sólo se comprende en la filogenia (antecedentes evolutivos de los organismos) sino también en casi todas las otras disciplinas de la biología, incluida la microbiología.

En el diagnóstico microbiológico la clasificación, la nomenclatura y la identificación de los microorganismos desempeñan un papel central porque proporcionan el diagnóstico exacto y oportuno de las enfermedades infecciosas. Debido a la importante contribución de la taxonomía al diagnóstico microbiológico a continuación se describen con algún detalle las tres áreas que constituyen la taxonomía.

CLASIFICACIÓN

La clasificación es la organización de microorganismos que comparten características morfológicas, fisiológicas y genéticas similares en grupos específicos o taxones. El sistema de clasificación es jerárquico y consiste en las siguientes designaciones de taxones:

- Especie
- Género (compuesto por especies similares)
- Familia (compuesta por géneros similares)
- Orden (compuesto por familias similares)
- Clase (compuesta por órdenes similares)
- División (compuesta por clases similares)
- Reino (compuesto por divisiones similares)

ESPECIE

La especie es el grupo taxonómico más elemental y puede definirse como una colección de cepas bacterianas que comparten muchas características fisiológicas y genéticas, y como grupo difieren de manera notable de otras especies bacterianas. En ocasiones se reconocen subgrupos taxonómicos dentro de una especie, denominados **subespecies**. Además, los grupos ubicados por

debajo de los niveles de subespecie que comparten características específicas, pero relativamente menores, pueden designarse como biotipo, serotipo o genotipo. Aunque estos subgrupos pueden tener cierta importancia taxonómica y en ocasiones utilidad práctica, su valor en el diagnóstico microbiológico por lo común es limitado.

GÉNERO

El género es el siguiente taxón más alto y comprende especies diferentes que comparten varias características importantes pero difieren lo suficiente como para seguir manteniendo su estatus como especies individuales. Todas las especies bacterianas pertenecen a un género y la relegación de una especie a un género particular se basa en varias características genéticas y fenotípicas compartidas entre las especies. Sin embargo, los microorganismos no poseen la multitud de características físicas exhibida por los organismos ubicados más arriba en la escala, como las plantas y los animales. Por ejemplo, raras veces dejan algún registro fósil y exhiben una enorme capacidad de entremezclar el material genético entre especies y géneros supuestamente no relacionados. Por estas razones es difícil establecer de manera fiable la pertenencia de los microorganismos para poder clasificarlos en taxones más altos que el nivel de género. Por consiguiente, aunque para la clasificación de las plantas y los animales se utiliza la agrupación de géneros similares en familias comunes y de familias similares en órdenes comunes y así sucesivamente, estas designaciones de taxones más altos (es decir, división, clase, orden, familia) no suelen ser útiles para clasificar las bacterias.

NOMENCLATURA

La nomenclatura, o sea la denominación de los microorganismos según reglas y normas establecidas, proporciona los nombres aceptados por los cuales los microorganismos son reconocidos en todo el mundo. Dado que el género y la especie son los grupos de mayor interés para los microbiólogos, la explicación de las reglas que rigen la nomenclatura microbiana se limitará a estas dos designaciones taxonómicas. En este sistema de nomenclatura binomial (“dos nombres”), a cada microorganismo se le asigna un nombre de género y especie derivado del latín o del griego. En otros términos, cada microorganismo tiene un “nombre” científico que consiste en dos partes: la designación del género, que siempre se escribe con mayúscula, y la designación de la especie, que nunca se escriben con mayúscula. Ambos componentes se usan siempre de manera simultánea y se escriben en itálica en la escritura

RECUADRO 1-1 Papel de la taxonomía en el diagnóstico microbiológico y las enfermedades infecciosas

Establece y mantiene los registros de las características fundamentales de los microorganismos clínicamente relevantes
Facilita la comunicación entre técnicos, microbiólogos, médicos y científicos mediante la asignación universal de nombres útiles para microorganismos de importancia clínica. Esto es esencial para:

- Establecer una asociación entre enfermedades o síndromes particulares y microorganismos específicos
- Acumular conocimientos con respecto al tratamiento y la evolución de enfermedades asociadas con microorganismos específicos
- Establecer los patrones de resistencia a los agentes antimicrobianos y reconocer patrones cambiantes
- Entender los mecanismos de resistencia antimicrobiana y detectar los mecanismos nuevos exhibidos por un microorganismo particular
- Reconocer microorganismos patógenos nuevos y emergentes
- Reconocer cambios en los tipos de infecciones o enfermedades causados por microorganismos familiares
- Designar modificaciones de las tecnologías disponibles para el desarrollo de nuevos métodos que optimicen la detección y la identificación de agentes infecciosos, así como la detección de resistencia microbiana a agentes antiinfecciosos
- Desarrollar terapéuticas antiinfecciosas nuevas

impresa o subrayados en la escritura manual. Por ejemplo, los estreptococos incluyen *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus agalactiae* y *Streptococcus bovis*, entre otros. De manera alternativa, el nombre puede abreviarse utilizando la primera letra mayúscula de la designación del género seguida por un punto (.) y el nombre completo de la especie, que nunca se abrevia, como *S. pneumoniae*, *S. pyogenes*, *S. agalactiae* y *S. bovis*. Con frecuencia puede utilizarse una designación informal (p. ej., estafilococos, estreptococos, enterococos) para denominar a un grupo particular de microorganismos, pero estas designaciones no se escriben con mayúscula ni en itálica.

Cuanto se obtiene más información con respecto a la clasificación y la identificación una especie particular puede trasladarse a un género diferente o se le puede asignar el nombre de un género nuevo. Las reglas y los criterios para estos cambios exceden el alcance de este capítulo pero estos cambios están documentados en el *International Journal for Systematic Bacteriology*. En el laboratorio de diagnóstico los cambios de nomenclatura se introducen de manera gradual para que los médicos y los laboratoristas tengan amplias oportunidades de reconocer que a un patógeno familiar se le asignó un nombre nuevo. Para lograrlo se utiliza la designación del género nuevo pero se continúa empleando la designación anterior entre paréntesis, por ejemplo, *Stenotrophomonas (Xanthomonas) maltophilia* o *Burkholderia (Pseudomonas) cepacia*.

IDENTIFICACIÓN

La **identificación** microbiana es el proceso por el cual se delimitan las características importantes de un microorganismo. Una vez establecidas estas características el perfil se compara con los de otros microorganismos caracterizados con anterioridad para que el microorganismo en cuestión pueda clasificarse dentro del taxón más apropiado (clasificación) y se le pueda asignar un nombre de género y especie apropiado (nomenclatura); ambos son aspectos esenciales del papel que desempeña la taxono-

mía en la microbiología diagnóstica y en las enfermedades infecciosas (Recuadro 1-1).

MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN

Se utiliza una variedad amplia de métodos y criterios para establecer la identidad de un microorganismo. Estos métodos por lo común pueden separarse en dos categorías generales: características genotípicas y características fenotípicas. Las **características genotípicas** se relacionan con la composición genética del microorganismo, lo que incluye la naturaleza de sus genes y los ácidos nucleicos constitutivos (en el capítulo 2 puede hallarse más información sobre genética microbiana). Las **características fenotípicas** se basan en rasgos que exceden el nivel genético e incluyen los que se observan con facilidad y otros cuya detección puede requerir procedimientos analíticos extensos. Los ejemplos de las características utilizadas como criterios para la identificación y la clasificación bacteriana se muestran en el Cuadro 1-1. En la taxonomía microbiana moderna por lo general se utiliza una combinación de varios métodos para que el microorganismo sea caracterizado de la forma más completa posible y su clasificación y la asignación de su nombre se lleven a cabo de la forma más apropiada.

Si bien los criterios y los ejemplos que se mencionan en el cuadro 1-1 están en el contexto de la identificación microbiana con propósitos de clasificación, los principios y las prácticas de clasificación guardan un paralelismo exacto con los enfoques utilizados en microbiología diagnóstica para la identificación y la caracterización de los microorganismos encontrados en el contexto clínico. Felizmente, debido a los esfuerzos y los logros previos de los taxonomistas, para identificar agentes infecciosos los microbiólogos no tienen que utilizar varios esquemas de clasificación e identificación laboriosos. En lugar de eso extraen las características importantes del microorganismo en las que basan sus métodos de identificación para poder identificarlo de manera oportuna y útil desde el punto de vista clínico (véase cap. 14). En cierto sentido la microbiología diagnóstica utiliza versiones simplificadas

Cuadro 1-1 Criterios de identificación y características para la clasificación microbiana

| Ejemplos de criterios fenotípicos | Principios |
|---|---|
| Morfología macroscópica | Características de los patrones de crecimiento microbianos en los medios de cultivo artificiales como se observan cuando se inspeccionan a simple vista. Los ejemplos de estas características incluyen el tamaño, la textura y la pigmentación de las colonias bacterianas |
| Morfología microscópica | Tamaño, forma, inclusiones intracelulares, apéndices celulares y disposición de las células cuando se las observa con la ayuda del microscopio |
| Características de tinción | Capacidad del microorganismo para reproducir un color particular con la aplicación de colorantes y reactivos específicos. La tinción por lo común se utiliza junto con la morfología microscópica como parte del proceso de identificación bacteriana. Por ejemplo, la tinción de Gram para las bacterias es un criterio fundamental para la identificación |
| Requerimientos ambientales | Capacidad de un microorganismo para crecer a diferentes temperaturas, en presencia de oxígeno y otros gases, a diversos niveles de pH o en presencia de otros iones y sales como NaCl |
| Requerimientos nutricionales | Capacidad de un microorganismo de utilizar varias fuentes de carbono y nitrógeno como sustratos nutritivos cuando crece en condiciones ambientales específicas |
| Perfiles de resistencia | Exhibición por parte de ciertos microorganismos de una resistencia inherente característica a antibióticos específicos, metales pesados o toxinas |
| Propiedades antigénicas | Determinar los perfiles de los microorganismos con varios métodos serológicos e inmunológicos útiles para establecer la relación entre diversos grupos microbianos |
| Propiedades subcelulares | Establecimiento de los constituyentes moleculares de la célula que son típicos de un taxón (o grupo particular de microorganismos) con diversos métodos analíticos. Por ejemplo, componentes de la pared celular, componentes de la membrana celular y contenido enzimático de la célula microbiana |
| Ejemplos de criterios genotípicos | Principios |
| Relación de la composición de bases del DNA | El DNA está constituido por cuatro bases (guanina, citosina, adenina y timina). El grado en que el DNA de dos microorganismos está compuesto por citosina y guanina (es decir, contenido de G \pm C) en relación con su contenido total de bases puede utilizarse como indicador de la relación o falta de relación. Por ejemplo, un microorganismo con un contenido de G \pm C del 50% no se relacionará estrechamente con un microorganismo cuyo contenido de G \pm C sea del 25% |
| Análisis de la secuencia de bases de los ácidos nucleicos (DNA y RNA) | El orden de las bases a lo largo de una cadena de DNA o RNA se conoce como <i>secuencia de bases</i> y el grado de semejanza (homología) de las secuencias entre dos microorganismos puede determinarse en forma directa o indirecta con diversos métodos moleculares. El grado de similitud de las secuencias puede ser una medida del grado de relación entre los microorganismos |

de los métodos fenotípicos y genotípicos empleados por los taxonomistas para identificar los microorganismos. Esto no significa que la identificación de todos los microorganismos de importancia en clínica sea fácil y directa ni tampoco que los microbiólogos sólo puedan identificar y reconocer microorganismos ya caracterizados y con nombres asignados por los taxonomistas. De hecho, es bien sabido que el laboratorio de microbiología clínica es el lugar en el que se detectan por primera vez agentes infecciosos desconocidos o no caracterizados y que, por ende, tiene una responsabilidad creciente como centinela para investigar la etiología de las enfermedades infecciosas emergentes.

LECTURAS ADICIONALES

- Balows A, Turper HG, Dworkin M, et al, editors: *The prokaryotes: a handbook on the biology of bacteria: ecophysiology, isolation, identification, applications*, vols 1-4, New York, 1992, Springer Verlag.
- Brock TD et al, editors: *Biology of microorganisms*, Englewood Cliffs, NJ, 1994, Prentice Hall.
- Krieg NR, Holt JG, editors: *Bergey's manual of systematic bacteriology*, vol 1, Baltimore, 1984, Williams & Wilkins.
- Garrity GM, editor: *Bergey's manual of systematic bacteriology*, ed 2, New York, 2005, Springer.