

MICOBACTERIAS

Dr. Surco Luna Víctor¹
Colaboración: Gavincha Quispe Carla Vanessa²

RESUMEN

Las Mycobacterias se diferencian de otras bacterias por presentar una pared celular compleja con características estructurales muy especiales, en dependencia al medio donde se desarrollan y cuyo crecimiento puede ser de rapidez variable.

La mayoría de las especies de *Mycobacterium* tienen un alto porcentaje de contagio debido a su carácter de supervivencia al no ser microorganismos esporulados; por ser estas del tipo ácido – alcohol resistente debido a su compleja pared celular ya que son capaces de generar distintas patologías en un mismo organismo.

Eran conocidas principalmente dos tipos de Mycobacterias como ser el *M. tuberculosis* y el *M. leprae*; sin embargo durante las últimas décadas debido a la aparición de pacientes altamente inmunosuprimidos como los pacientes portadores de SIDA, se generaron Mycobacterias atípicas o ambientales con un gran número de afecciones en estos pacientes, por lo que su detección temprana ahora no solo involucra un tema de resolución de tratamiento sino un tema de prevención de entidades que afecten la vida.

Los métodos de diagnóstico y obtención de muestras de las Mycobacterias actualmente no llegan a ser complicados por lo que se basan generalmente en métodos de microscopia, tinción, antibiogramas y cultivos.

PALABRAS CLAVES

Mycobacteria. Pared celular. *M. tuberculosis*. *M. leprae*. *M. atípicas* o ambientales.

ABSTRACT

Mycobacteria differ from other bacteria present complex cell wall with very special structural features, depending on the environment where they develop and their growth capacity that can be variable in speed.

Most *Mycobacterium* species have a high infection rate because of its survival character not being sporulated microorganisms; to be these kinds of acid - alcohol resistant due to its complex cell wall as they are capable of generating different pathologies in the same body.

Were known mainly two types of mycobacteria such as *M. tuberculosis* and *M. leprae*; however during the last decades due to the emergence of patients highly immunosuppressed as patients with AIDS, atypical or environmental mycobacteria were generated with a large number of conditions in these patients, so early detection now involves not only an issue of resolution of treatment but a prevention theme entities affecting life.

Diagnostic methods and sampling of Mycobacteria currently do not become so complex are generally based on microscopic methods

KEYWORDS

Mycobacterium. Cellular wall. *M. tuberculosis*. *M. leprae*. *M. atopic* or environment bacteria.

¹ Odontólogo General UMSA.

² Univ. Tercer Año Facultad de Odontología UMSA

INTRODUCCION

El *Mycobacterium* corresponde al género de bacterias ácido-alcohol resistentes que poseen la forma de bacilos, los cuales pueden ser rectos, ramificados y a veces filamentosos, diferenciándose de las demás bacterias por tener una pared celular con características estructurales muy especiales y cuyo tamaño oscila entre 0,2µm a 0,4µm x 2µm a 10µm.

Su crecimiento suele ser activo debido a su necesidad de supervivencia por carecer del mecanismo de esporulación, por lo que cuadros de infección que contienen estos microorganismos tienen un alto porcentaje de contagio de parte de algunas especies.

CARACTERISTICAS MICROBIOLOGICAS DE LAS MYCOBACTERIAS

Se pueden describir:

1. **Envoltura.-:** Que se encuentra constituida por la pared celular y la membrana citoplasmática.
2. **Pared celular:** Posee una capa de peptidoglucano típica o similar al de las bacterias Gram negativas denominado: lipoarabinomano (LAM), esta molécula es compleja por lo que llega a extenderse desde la membrana citoplasmática hasta la superficie celular. Desde el punto de vista estructural y funcional el LAM es análogo al lipopolisacárido de las bacterias Gram negativas.

El peptidoglucano se encuentra unido a otro polisacárido denominado arabinogalactano por enlaces fosfodiéster conformados de arabinosa y galactosa; diferenciándose en su estructura por

contener en una parte galactano y en la otra arabinano de estructura ramificada. Los extremos distales del arabinogalactano se encuentran esterificados con ácido micólico de alto peso molecular.

El complejo peptidoglucano-ácido micólico-arabino-galactano forma el esqueleto de la pared celular de las micobacterias, así la gran cantidad de lípidos contenidos en esta pared convierten a la bacteria en hidrófoba y esta característica hace que sean resistentes a las tinciones básicas junto a ciertos grados de decoloración.

La complejidad de la pared celular además le provee a la bacteria ácido-alcohol resistencia, crecimiento lento, resistencia a detergentes, resistencia a antibacterianos comunes y antigenicidad.

- 3 **Membrana citoplasmática:** Está compuesta por lípidos y proteínas como la de cualquier bacteria, sin embargo ésta posee una forma asimétrica siendo la zona externa más ancha que la zona interna debido a que los fosfatidilinositol dimanósidos y los fosfatidilinositol pentamanósidos se localizan hacia el lado más externo de esta estructura.
- 4 **Estructura nuclear:** El material genético o genoma de estas bacterias está compuesto por el ácido desoxirribonucleico (DNA) que se encuentra organizado en un cromosoma de doble hélice en forma circular que llegaría a ser denominado nucleóide por encontrarse flotante en el citoplasma.

La secuencia del genoma de las Mycobacterias comprende en promedio al menos 400 genes, el

DNA mide cerca a los 300 a 1400um de largo y se presenta enrollado junto a la cadena de doble hélice.

CLASIFICACION DE LAS MICOBACTERIAS

Las Mycobacterias presentan varias especies por lo que se las clasifica de la siguiente manera para fines de diagnóstico:

Mycobacterias fotocromógenas de crecimiento lento.-

- *Mycobacterium kansasii*
- *Mycobacterium marinum*
- *Mycobacterium simiae*

Mycobacterias escotocromógenas de crecimiento lento.-

- *Mycobacterium szulgai*
- *Mycobacterium scrofulaceum*
- *Mycobacterium xenopi*

Mycobacterias no cromógenas de crecimiento lento.-

- Complejo *Mycobacterium avium*
- *Mycobacterium genavense*
- *Mycobacterium haemophilum*
- *Mycobacterium mageritense*

Mycobacterias de crecimiento rápido.-

- *Mycobacterium fortuitum*
- *Mycobacterium chelonae*
- *Mycobacterium abscessus*
- *Mycobacterium mucogenicum*

MICOBACTERIAS ALTAMENTE PATOGENAS EN HUMANOS

Estas bacterias se involucran íntimamente en la salud de los seres humanos y son:

Mycobacterium tuberculosis.- Este complejo de bacterias conformado por el *M. tuberculosis*, *M. bovis*, *M. africanum* y *M. microti* es causante de dar origen a la tuberculosis llegando a causar en casos

severos daños irreversibles y agresivos en los pulmones del ser humano.

Mycobacterium leprae.- El *M. leprae* es el productor de la lepra humana que sin embargo ha sido eficientemente controlada en las últimas décadas por lo que no suele llegar a problemas mayores.

Micobacterias atípicas o ambientales.-

Por lo general este tipo de bacterias no representan problemas en el organismo, sin embargo en pacientes inmunosuprimidos y pacientes portadores de SIDA llegan a producir severos daños a nivel de la piel; estas bacterias son:

- *M. marinum*: el reservorio principal de esta proviene del agua de mar, agua estancada y agua de piscina; la puerta de entrada de esta bacteria suelen ser pequeñas erosiones o traumatismos que frecuentemente se localizan en extremidades superiores (dedos al igual que cara posterior de manos) y en las extremidades inferiores (tanto en rodillas como en la región pretibial).
- *M. chelonae*: esta bacteria produce severos daños a nivel cutáneo donde produce su principal manifestación; sin embargo se encuentra relacionada también en los casos de endocarditis tricuspídea, abscesos tiroideos, linfadenitis, lesiones gingivales, queratitis, en otitis media y mastoiditis.
- *M. haemophilum*: produce daños severos a nivel dérmico, de articulaciones (artritis sépticas poliarticulares) y en niños es causante de linfadenitis perihiliar y cervical.

- *M. Fortuitum*: la puerta de entrada de esta bacteria proviene de procedimientos quirúrgicos como catéteres, liposucciones, polipectomías, inyecciones epidurales, esternotomías, extracciones dentarias, mamoplastias y todo acto quirúrgico que implique material contaminado.

Llega a causar un amplio espectro de enfermedades como ser endocarditis, meningitis, neumonías, queratitis, fístulas perianales, linfadenitis, osteomielitis, tenosinovitis y lesiones cutáneas.

- *M. avium – intracellulare*: esta bacteria es capaz de producir daños a nivel pulmonar que van siempre asociados a abscesos cutáneos, múltiples nódulos y úlceras en casos diseminados; generalmente la sintomatología presenta fiebre anorexia, diarrea, linfadenopatías, esplenomegalia, dolor óseo y abdominal.
- *M. ulcerans*: suele afectar en su mayoría a niños y adolescentes, se transmite a partir de heridas o ciertas picaduras de insectos localizándose de preferencia en las extremidades inferiores.
- *M. Abscessus*: en la mayoría de los casos esta bacteria se adquiere por medios de inoculación ante traumatismos accidentales, infecciones quirúrgicas o inyecciones.
- *M. scrofulaceum*: esta bacteria es uno de los principales agentes causales de las linfadenopatías cervicales en niños, y en adultos las linfadenopatías van asociadas con enfermedades pulmonares.

- *M. kansasii*: es la causante de producir nódulos, pápulas, pústulas, úlceras, celulitis y lesiones esporotricoides.

- *M. szulgai*: llega a producir una enfermedad pulmonar en pacientes que previamente presentaron cuadros previos en forma de enfermedad cavitaria o fibrosis, por lo que cursa como si fuera una tuberculosis convencional con infiltrados en los lóbulos superiores.

- *M. gordonae*: se encuentra relacionado en pacientes que presentan infección pulmonar, lesiones cutáneas, peritonitis, endocarditis, bacteremias, pápulas, máculas y nódulos.

CARACTERISTICAS BIOQUIMICAS DE LAS MICOBACTERIAS

Estas características son observadas cuando estas son cultivadas in vitro; de tal manera que en el laboratorio estas características pueden ser de gran ayuda para la identificación de las mismas, entre las cuales tenemos a la:

- **Fotorreactividad**: La cual se basa en la capacidad de la bacteria para producir pigmentación ante la ausencia o presencia de luz; por lo cual si una determinada colonia produce una pigmentación en ausencia de luz es denominada *estreptocromógena*, si la colonia produce pigmentación al exponerse a la luz es denominada *fotocromógena*.

Generalmente las micobacterias producen un pigmento amarillo – gamuz, excepto algunas que producen color grisáceos y naranjas.

- **Acumulación de Niacina**: Toda Mycobacteria produce niacina pero los géneros de *M. tuberculosis*, *M.*

simiae, *M. africanum*, *M. bovis*, *M. marinum* y *M. chelonae* carecen de las enzimas necesarias para convertir la niacina a ribonucleótido de niacina.

- **Reducción de nitratos a nitritos:** Pocas de estas especies en especial el *M. tuberculosis* producen nitroreductasa, la cual es encargada de catalizar la reducción de nitratos a nitritos.
- **Actividad de la enzima catalasa:** La mayoría de las Mycobacterias producen una enzima catalasa termoestable que corresponde a una reacción positiva después de calentar el cultivo a 68 grados durante 20 minutos, sin embargo en su mayoría las cepas de *M. tuberculosis* y otros miembros de este género no producen esta catalasa termoestable por lo que son denominadas en estos casos isoniazida resistentes INH.
- **Actividad de la enzima arilsulfatasa:** Esta enzima se encuentra libre y es obtenida a partir de la saltripotásica del disulfito de fenoftaleina, esta propiedad es utilizada para diferenciar las mycobacterias de crecimiento lento de las bacterias no fotocromógenas.
- **Actividad de la enzima ureasa:** Esta propiedad se basa en la capacidad de algunas Mycobacterias de hidrolizar urea para formar amoníaco y dióxido de carbono; el amoníaco reacciona en solución para formar el carbonato de amonio que producirá la alcalinización e incremento del pH del medio que permitirá diferenciar al *M. scrofulaceum* (+) del *M. gordonae* (-) y al *M. gastri* (+) de mycobacterias no cromógenas.
- **Actividad de la enzima pirazinamidasa:** Esta es una característica fenotípica bastante útil

para diferenciar al *M. marinum* (+) del *M. kansasii* (-).

- **Retención de hierro:** Mycobacterias como el *M. fortuitum* y el *M. phlei* tienen a plenitud la capacidad de retener sales de hierro soluble en un medio de cultivo, cabe resaltar que el *M. chelonae* no capta el hierro.
- **Crecimiento en cloruro de sodio al 5%:** Todas las especies de Mycobacterias de crecimiento rápido a excepción del *M. chelonae* sub *chelonae* son capaces de crecer en medios de cultivo que contengan hasta 5% de cloruro de sodio.

MÉTODOS DE ESTUDIO DE LAS MICOBACTERIAS

En el caso de estudio del *M. tuberculosis* y sus cepas es necesario obtener muestras de esputo obtenida por la mañana en ayunas, así como baciloscopias mediante tinción Ziehl – Neelsen, intradermoreacción de Mantoux y antibiogramas de Canetti, Rist y Grosset.

El resto de las Mycobacterias puede ser detectadas por estudios de microscopía por fluorescencia, métodos de tinción Kinyoun y Ziehl – Neelsen, por métodos de detección de crecimiento como ser el de Lowestein –Jensen y métodos de identificación de especies como las pruebas de niacina, catalasa y reducción de nitratos.

BIBLIOGRAFIA

1. Departamento de microbiología de la universidad de Granada. Diversidad microbiana y taxonomía. URL disponible en: http://www.diversidadmicrobiana.com/index.php?option=com_content&view=article&id=740&Itemid=852

- Accedido en fecha 14 de septiembre de 2014
2. Micobacterias. Fundamentos y técnicas de análisis microbiológicos. URL disponible en: <http://perso.wanadoo.es/sergioram1/micobacterias1.htm> Accedido en fecha 14 de septiembre de 2014
 3. Facultad de ciencias químicas. Biología de las micobacterias. URL disponible en: http://www.fcq.uach.mx/phocadownload/Academico/Material_de_Estudio/micobacterias/biologia/biologia_de_las_micobacterias.html Accedido en fecha 14 de septiembre de 2014
 4. Valdez F Cid A. Micobacterias atípicas Actas dermo-sifilográficas. URL disponible en: <http://www.actasdermo.org/es/micobacterias-atipicas/articulo/13064028/> Accedido en fecha 14 de septiembre de 2014
 5. García J.M., Palacios Gutierrez J.J., Sánchez Antuña A.A Archivos de bronconeumología. Infecciones respiratorias por micobacterias ambientales. 2005; 41 (4) :206-19. URL disponible en: <http://www.archbronconeumol.org/es/infecciones-respiratorias-por-micobacterias-ambientales/articulo/13073171/> Accedido en fecha 14 de septiembre de 2014
 6. Gorocica P., Jimenez Martinez Mdel C, Garfias Y, Sada I, Lascurain R. Mycobacterium tuberculosis que intervienen en la patogénesis de la tuberculosis. Re.Inst.Nal.Enf.Resp.Mex 2005;18(2):142-153. URL. disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-75852005000200010 Accedido en fecha 14 de septiembre de 2014
 7. Mycobacterium tuberculosis: Su pared celular y la utilidad diagnóstica de la proteína 16 y 38kDa. URL disponible en: http://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol2_num2/articulos/mycobacterium.html Accedido en fecha 14 de septiembre de 2014
 8. Clasificación taxonómica de las Mycobacterias de acuerdo al Bergey,s Manual of systematicbacteriology. URL disponible en: http://www.fcq.uach.mx/phocadownload/Academico/Material_de_Estudio/micobacterias/clasificacion/clasificacion.html Accedido en fecha 14 de septiembre de 2014