

## BACTERIAS GRAM NEGATIVAS

Mollinedo Patzi Marcela Andrea<sup>1</sup>  
González Villalobos Cynthia<sup>2</sup>

### RESUMEN

En el campo de la microbiología, se denominan bacterias Gram negativas a los microorganismos que tienen una reacción con la tinción Gram en su pared celular diferente a las Gram positivas, pues no se tiñen de color azul oscuro o violeta, sino de color rosa.

Las bacterias Gram negativas no retienen el colorante de cristal violeta durante el proceso de coloración porque presentan una capa muy delgada de peptidoglucano en su pared celular y su capa más externa está cubierta por una membrana de lipoproteínas.

Hay muchas especies de bacterias Gram negativas, agrupadas en varias familias y existen diferentes formas de clasificarlas según su: forma, óptimo de temperatura, pH en el que se desarrollan, requerimiento de oxígeno para poder permanecer con vida, ésta última clasifica a estos microorganismos en: bacterias aerobias estrictas, bacterias anaerobias estrictas y bacterias anaerobias facultativas.

La patogenicidad de estas bacterias se debe a la presencia de lipopolisacáridos (endotoxinas) en la parte externa de la membrana celular, estas moléculas desencadenan una respuesta inmune, pues su antígeno genera un amplio espectro de efectos fisiopatológicos, que pueden desencadenar un shock endotóxico o incluso la muerte.

## PALABRAS CLAVE

Bacterias Gram negativas. Tinción Gram Estructura bacteriana.

### ABSTRACT

In the field of microbiology, are called negative microorganisms when they have a different reaction to the Gram stain in their wall cell compared to Gram positive, as there are stained dark blue or violet, pink color.

Gram-negative bacteria do not retain crystal violet dye during the coloring process because they have a very thin layer of peptidoglycan in their cell wall and its outer shell is covered by a membrane lipoprotein.

Many species of Gram negative bacteria, are grouped into several families and there are different ways to rank them according to: form, optimum temperature, pH in which oxygen requirement to stay alive are developed, the latter point classifies these microorganisms in: strict aerobic bacteria, strictly anaerobic bacteria and facultative anaerobic bacteria.

The pathogenicity of these bacteria due to the presence of lipopolysaccharides (endotoxins) in the outside of the cell membrane, these molecules elicit an immune response, for its antigen generates a wide spectrum of pathophysiological effects, which can trigger endotoxic shock or death.

### KEYWORDS

Gram negative bacteria. Gram stain. Bacterian's structure.

<sup>1</sup> Univ. Quinto Año Facultad de Odontología UMSA

<sup>2</sup> Univ. Tercer Año Facultad de Odontología UMSA

## INTRODUCCION

El bacteriólogo danés Hans Christian Joachim Gramen 1844, desarrolló una técnica de coloración diferencial empleada en la microbiología para la observación de bacterias y la denominó Tinción Gram, cuya reacción es diferente según el microorganismo pues las bacterias consideradas Gram positivas se tiñen de color violeta y las bacterias Gram negativas de color rosa.

Los fundamentos de diferenciación entre bacterias Gram positivas y Gram negativas está en la estructura de la pared celular, ya que ésta en las bacterias Gram positivas tiene una gruesa capa de peptidoglicano, dos tipos de ácidos teicoicos: el ácido lipoteicoico (ubicado en la cara interna de la pared celular y unido a la membrana plasmática) y el ácido teicoico (que se halla en la superficie, anclado solamente en el peptidoglicano), a diferencia de las bacterias Gram negativas, en las que la pared celular es delgada, y está unida, mediante lipoproteínas, a otra membrana plasmática externa, dicha membrana es soluble en solventes orgánicos y la capa de peptidoglucano es muy delgada y no retiene el complejo de cristal violeta, y por lo tanto no es posible su tinción azul violácea.<sup>1-3</sup>

## ESTRUCTURA

Las bacterias Gram negativas se constituyen de:<sup>2-6</sup>

1. **Membrana plasmática.** Esta estructura está formada por fosfolípidos, proteínas y enzimas. Estos participan en la producción de energía, crean el potencial de membrana y también se encargan de los mecanismos de transporte.<sup>1</sup>
2. **Pared celular.** En las bacterias Gram negativas tiene unos 10 nm. de espesor y es más compleja que

en las Gram positivas, tanto química como estructuralmente. Sus componentes son:

**a) Peptidoglucano o mureína.**

Este es un elemento muy esencial, pues proporciona rigidez a la bacteria y le da la forma de coco, bacilo o espirilo). Es muy delgada en las bacterias Gram negativas, representa un 5 a 10% del peso total de la pared celular, está constituido por cadenas de tipo glucano de N-acetilglucosamina y ácido N-acetilmurámico, unidas por puentes peptídicos.

**b) Espacio periplasmático.** Es

la zona comprendida entre la superficie externa de la membrana citoplasmática y la superficie interna de la membrana externa., contiene una serie de enzimas hidrolíticas (fosfatasas, proteasas, lipasas, nucleasas y enzimas metabolizadoras de carbohidratos), estas son necesarias para degradar y metabolizar macromoléculas. En el espacio periplasmático también se encuentran proteínas de unión y además los sistemas de transporte de azúcares.

**c) Membrana externa.** Esta

estructura se compara con un saco de lona que cubre a la bacteria y constituye una barrera de exclusión, no permite el ingreso de moléculas de gran tamaño, como proteínas que dañarían las células como son las toxinas, proteasas, lisosimas, peptidasas, etc., también

excluye a las sustancias hidrofóbicas.

La configuración de la membrana externa es asimétrica, pues la zona interna está constituida de fosfolípidos, y la zona externa por moléculas anfipáticas, es decir, que poseen terminaciones hidrófilas e hidrófobas, llamadas lipopolisacáridos o endotoxinas.<sup>3</sup>

**d) Proteínas.** Las proteínas de la pared celular son: las porinas, las lipoproteínas y las proteínas de transporte. Las porinas, como su nombre lo indica forman poros, y estos permiten la difusión de moléculas hidrófilas con un peso menor a los 700 Da (Daltons), también actúan como barrera ante los antibióticos hidrófobos.

Las lipoproteínas unen al peptidoglucano con la membrana externa a través de un enlace covalente.

**e) Lipopolisacáridos.** Consta básicamente de un lípido A, un núcleo o región central "R" (rugosa) y el antígeno O. Estas moléculas son estimuladoras de las respuestas inmunitarias (activación de los linfocitos B, liberación de interleucinas y factor de necrosis tumoral, etc.), además de producir fiebre y otros estados graves como el shock.

**3. Cápsula y capa de limo.** Ciertas bacterias Gram negativas se hallan rodeadas por una capa constituida

de proteínas o polisacáridos, esta es la cápsula, que junto a la capa de limo (que se forma cuando el grosor no es uniforme o cuando la adhesión no es muy fuerte) se conocen como glucocálix.<sup>1</sup>

**4. Flagelos.** Son largos apéndices extracelulares de forma helicoidal, cuya estructura está compuesta por: filamento, codo o gancho y corpúsculo basal que son responsables del desplazamiento de la bacteria en medios líquidos, para permitir acercarse a los nutrientes y evitar sustancias tóxicas.

**5. Fimbrias.** Son estructuras filiformes, rectas, más cortas y finas que los flagelos. Existen en un número variable de uno a cientos o miles y su función es facilitar la adhesión a otras bacterias.

## CLASIFICACION

Existen varias maneras de clasificar a las bacterias por ejemplo, según su forma se clasifican en: cocos (esféricos), espirilos (en forma de espiral) y bacilos (bastones), según su óptimo de temperatura en: termófilas, mesófilas y psicrófilas, según el pH en el que se desarrollan: acidófilas, neutrófilas y basófilas, etc., pero es más didáctico clasificar a las bacterias, en este caso Gram negativas, según su requerimiento de oxígeno para poder permanecer con vida, teniendo la siguiente clasificación:<sup>3, 5, 7, 8</sup>

**a) Bacterias aerobias estrictas.** En este grupo se encuentran las bacterias del género *Campylobacter*, que son bacilos espirales curvados y móviles, sus especies son: *C. fetus*, *C. jejuni*, *C. coli*, *C. rectus*, *C. mucosalis*, entre otras. Otra bacteria que está en el orden del

*Campylobacter* es el *Helicobacter pylori*, que es una bacteria que afecta al epitelio gástrico humano, produciendo úlceras gastroduodenales.

Al vasto grupo de los bacilos y cocos aerobios Gram negativos pertenecen las familias de: las *Pseudomonas*, que poseen flagelos polares y generalmente se hallan en el suelo pero pueden llegar a ser patógenas en animales (*Ps. Aeruginosa*) y en plantas (*Ps. Syringae*); las *Legionellaceae*; las *Moraxelaceae*; las *Brucellaceae*, afectan principalmente a animales, en esta variedad se encuentran: *B. abortus* que infecta generalmente a bovinos, *B. suis* al ganado porcino, *B. melitensis* a cabras y *B. canis* a perros; las *Neisseriaceae*, que son cocos agrupados en parejas, sus especies son: *N. meningitidis* (causante de la meningitis), *N. gonorrhoeae* (que produce la gonorrea); entre otras familias de bacterias Gram negativas aerobias.<sup>8</sup>

**b) Bacterias anaerobias estrictas.**

A esta clasificación pertenecen los géneros: *Fusobacterium* (*F. nucleatum*); *Bacteroides*; (*B. fragilis*); *Prevotella*; *Porphyromonas*; *Veillonellaceae*. (*V. párvula*).<sup>7</sup>

**c) Bacterias anaerobias facultativas.**

Las que pertenecen a esta división son las bacterias de la familia de *Enterobacteriaceae*: estas fermentan los carbohidratos en ausencia de oxígeno y forman ácido y gas. Los principales géneros y especies que pertenecen a esta familia son:

*Escherichia*, con su especie *E. coli* que es capaz de formar el antígeno O y K, generando resistencia a sustancias bactericidas, son responsables de cuadros febriles y diarreicos, también podrían desencadenar infecciones urinarias y biliares, etc.; *Salmonellas*, cuyas especies más relevantes son: la *S. tify* (causante de la fiebre tifoidea) y la *S. enteritidis* (que produce la gastroenteritis); el género *Serratia* (*S. marcescens*) es patógeno oportunista, generalmente produce infecciones nosocomiales; entre las *Shigellas* están a: *S. dysenteriae* y *S. sonney* que desencadenan la disentería bacilar; la *Klebsiella* más destacada es la *K. pneumoniae* que da lugar a varias infecciones, sobre todo neumonía.<sup>5</sup>

Otras familias importantes en esta clasificación son: la familia *Vibrionaceae* que es un grupo de bacilos móviles, cuyos géneros más importantes son: *Photobacterium*, *Lucibacterium*, *Aeromonas*, *Pleisomonas* y *Vibrio*, éste último tiene la especie *V. cholerae* que es muy patógena para el hombre y produce el cólera; en la familia *Pasteurellaceae* se halla el género *Haemophilus*, son pequeños y pleomórficos, forman parte de la flora normal de las mucosas del aparato respiratorio, aunque algunas especies son patógenas como: *H. influenza* es la más importante y ocasiona septicemia y meningitis en niños pequeños), *H. aegyptius* y *H. ducreyi*.<sup>5</sup>

## PATOGENICIDAD

Se determinó que varias especies de bacterias Gram negativas producen enfermedades. Los lipopolisacáridos están ubicados en la parte exterior de la membrana celular y es responsable de la capacidad patógena de estos microorganismos. Dichas moléculas también se denominan endotoxinas y desencadenan una respuesta inmune innata, con la producción de citocinas, que se manifiesta con una inflamación, en caso de que la endotoxina ingrese en el sistema circulatorio, producirá una reacción tóxica, entonces la temperatura corporal y la frecuencia respiratoria se elevarán, a diferencia de la presión arterial que desciende, dando lugar a un shock endotóxico, que puede terminar con la vida del individuo.<sup>2,5,6</sup>

## BIBLIOGRAFIA

1. Guedea Fernández G. Tinción de Gram. URL disponible en: <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEIpZEVkykPMncqcmd.php> Accedido en fecha 10 de septiembre de 2014.
2. Murray, P. R., Rosenthal, K. S. y Pfaller, M. A. Microbiología médica, 6<sup>ta</sup> edición. Editorial Elsevier. España. 2009: 12-18, 179-208, 199-208.
3. Hernández Chavarría F. Fundamentos de Epidemiología: El Arte Detectivesco de la Investigación Epidemiológica. 1ra edición. Editorial EUNED. San José (Costa Rica) 2002: 63-77. URL disponible en: [http://books.google.es/books?id=vu7xOb6X\\_qkC&pg=PA64&dq=gram+negativos&hl=es&sa=X&ei=zWYUVlasCoTgsATG3YCYBw&ved=0CCoQ6AEwAQ#v=onepage&q=gram%20negativos&f=false](http://books.google.es/books?id=vu7xOb6X_qkC&pg=PA64&dq=gram+negativos&hl=es&sa=X&ei=zWYUVlasCoTgsATG3YCYBw&ved=0CCoQ6AEwAQ#v=onepage&q=gram%20negativos&f=false) Accedido en fecha 10 de septiembre de 2014.
4. Santamarina M., García J., Roselló J. Biología y botánica. Volumen 2. Ed. Univ. Politéc. Valencia (España) 1997: 74-91. URL disponible en: <http://books.google.es/books?id=rkL76ms4zKgC&pg=PA75&dq=gram+negativos&hl=es&sa=X&ei=C3QUVKCEDpaQsQTOWIHADg&ved=0CDgQ6AEwBTgK#v=onepage&q=gram%20negativos&f=false> Accedido en fecha 12 de septiembre de 2014.
5. Granados R., Villaverde M. Microbiología, Volumen 1. 1<sup>ra</sup> edición. Editorial Paraninfo. Madrid (España) 1997: 121-207, 233-235.
6. Koneman E. Diagnóstico Microbiológico, Atlas Color y Texto. 5<sup>ta</sup> edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires: (Argentina) 1999: 179-186.
7. Anónimo. Clasificación de bacterias. URL disponible en: [http://www.microcsalud.us.es/web/docencia/grado/temas-comunes-grado/clasificacion\\_bacterias.pdf](http://www.microcsalud.us.es/web/docencia/grado/temas-comunes-grado/clasificacion_bacterias.pdf) Accedido en fecha 13 de septiembre de 2014.
8. Temas de bacteriología y virología médica. M. Torres. Capítulo 18: Principales grupos de bacilos y cocos gramnegativos exigentes. 2da edición. 2006: 291-313. URL disponible en: <http://higiene.edu.uy/cefa/2008/gramnegativosexigentes.pdf> Accedido en fecha 12 de septiembre de 2014.