

Madrid, lunes 1 de diciembre de 2025

Una técnica óptica caracteriza las bacterias para estudiar su comportamiento ante los antibióticos

- Investigadores del CSIC han desarrollado un nuevo protocolo para determinar propiedades clave en el estado y evolución de las bacterias, como su masa y morfología
- Este avance abre la puerta a comprender y anticipar el comportamiento de las superbacterias frente a los antibióticos



Ilustración de bacterias. / iStock

Un equipo del Instituto de Micro y Nanotecnología (IMN-CNM) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, organismo adscrito al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, ha desarrollado un nuevo protocolo basado en Microscopía Holográfica Digital (DHM, por sus siglas en inglés) que permite caracterizar la masa seca y las propiedades morfológicas de las células bacterianas de forma rápida, precisa y escalable. Este trabajo, publicado en la revista *Scientific Reports*, supone un punto de partida para comprender los mecanismos que utilizan las bacterias a la hora de resistir los efectos de los antibióticos, y así mejorar la eficacia de estos.

La masa celular es un indicador clave del estado fisiológico y evolutivo de una bacteria. Dentro de los parámetros biofísicos sobre el estado de una bacteria destacan la masa seca y la morfología. La masa seca, que hace referencia al material biológico una vez eliminado el agua de la célula, está directamente relacionada con el crecimiento de la bacteria, su estado nutricional y la respuesta a los antibióticos. Por ejemplo, un aumento de la masa seca indica que la célula está metabólicamente activa; y su descenso supone que carece de nutrientes o que ha entrado en un estado de reposo. En el caso de la morfología de una bacteria, determinada por su pared celular y su citoesqueleto, el esqueleto de las células, cumple un papel esencial en la interacción de la célula con su entorno, por lo que es un indicador de su adaptación y estado de estrés.

A pesar de su importancia en la evolución de una bacteria, la caracterización de su masa y morfología se suele obtener a través del microscopio y de tediosas técnicas gravimétricas (método que permite determinar el contenido de agua de una muestra). Con el objetivo de mejorar este procedimiento, el equipo del IMN-CSIC ha logrado medir tanto la masa seca como la forma de las células mediante el uso de Microscopía Holográfica Digital. Se trata de una técnica óptica que combina el uso de láser y un sistema de registro digital para crear imágenes tridimensionales de muestras a escala celular.

Esta técnica permite distinguir las células individuales de las agrupadas, analizar tendencias de crecimiento y, en un futuro, estimar los efectos de distintos tratamientos antibióticos. “La microscopía holográfica digital nos permite cuantificar la masa seca de una población de bacterias y vincularla directamente con su ciclo de vida y su estado fisiológico”, señala **Álvaro Cano**, investigador del IMN-CSIC y autor del estudio.

El método se ha aplicado con éxito en dos bacterias modelo inactivas: *Escherichia coli* y *Staphylococcus epidermidis*. Los investigadores han obtenido propiedades similares a las registradas con otras técnicas, como los modelos teóricos de crecimiento bacteriano o la Espectrometría de Masas Nanomecánica (NMS), un método avanzado que mide la masa de las células al combinar nanomecánica y espectrometría. Además de su precisión, la nueva técnica ofrece facilidad de uso, rapidez y posibilidad de automatización, lo que la convierte en una solución escalable e industrializable.

Un avance para abordar una amenaza global

La resistencia bacteriana es una de las grandes amenazas para la salud global, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Prueba de ello es su último informe, en el que se destaca que una de cada seis infecciones bacterianas presentaron resistencia a los tratamientos con antibióticos. Datos que llevan a los expertos y expertas a estimar que la resistencia antimicrobiana será una de las principales causas de mortalidad a nivel global para 2050.

Teniendo en cuenta este contexto, los investigadores e investigadoras destacan que el siguiente paso será aplicar el método desarrollado en el IMN-CSIC a bacterias vivas en su entorno natural. “Nuestro objetivo será analizar cómo varían su masa y morfología durante la acción de los antibióticos, un conocimiento esencial para conocer los mecanismos de resistencia y mejorar la eficacia de los tratamientos”, concluye Cano.

Cano, Á., Sanz-Jiménez, A., Malvar, O. et al. **Multiparametric quantification of bacterial cells using digital holographic microscopy**. *Scientific Reports*. DOI: doi.org/10.1038/s41598-025-24917-5

IMN-CNM-CSIC Comunicación

comunicacion@csic.es