¡Vacunas al rescate!

Aliadas en la crisis de resistencia antimicrobiana

MARÍA GUADALUPE GARCÍA VALERIANO Y TANIA RIVERA HERNÁNDEZ

La batalla invisible: ¿Estamos perdiendo la guerra contra las súper bacterias?

Vivimos en un mundo donde nos enfrentamos a una batalla silenciosa contra criaturas microscópicas, como las bacterias, las cuales han adquirido la capacidad de contrarrestar el efecto de los antibióticos. A esta habilidad que tienen algunas bacterias se le conoce como resistencia a los antimicrobianos (RAM). La RAM puede surgir a través de mutaciones, que son cambios inesperados en los genes de estos microbios. También pueden obtener genes de resistencia de otras bacterias, o bien, adquirirse durante una infección, lo que dificulta su tratamiento con los antibióticos convencionales. Se estimó que en 2019, esta amenaza global cobró la vida de alrededor de 1.27 millones de personas, y se espera que esta cifra aumente a 10 millones anuales para el año 2050, superando incluso el número de muertes por cáncer en la actualidad.

Un ejemplo claro de esta batalla contra la RAM es el caso de la tuberculosis, una enfermedad respiratoria causada por la bacteria *Mycobacterium tuberculosis*. La Organización Mundial de la Salud (OMS) la ha catalogado como una prioridad debido al gran número de personas infectadas. Tan solo en 2017, se estimó que 10 millones de personas estaban infectadas y que 1.8 millones morían cada año debido a esta enfermedad. La aparición de bacterias resistentes, como la tuberculosis multirresistente (MDR-TB) y la tuberculosis extremadamente resistente (XDR-TB), ha complicado aún más el tratamiento y la gestión de la enfermedad.

Otro ejemplo preocupante son las infecciones causadas por las bacterias conocidas como ESKAPE (*Enterococcus faecium, Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa, y Enterobacter spp.*). Su nombre viene de la abreviación de sus nombres... ¡Son como una banda de rock! Pero una muy pesada, ya que se caracteriza por ser altamente resistente a los antibióticos y provocar infecciones mortales, como neumonía e infecciones sanguíneas. Algunas de estas bacterias pueden matar al 50% de las personas infectadas, ¡el doble que cualquier infección común! Imagina cómo sería enfrentar enfermedades infecciosas sin tener la garantía de que los tratamientos funcionarán. Esta es una realidad que estamos empezando a enfrentar con más frecuencia, y que podría llevarnos atrás en el tiempo: a una era sin antibióticos.

Antibióticos: El tesoro amenazado

Los antibióticos son nuestros aliados en la batalla contra estos invasores microscópicos que pueden dañar nuestra salud. Son moléculas producidas de forma natural o

sintética, que tienen la capacidad de atacar procesos vitales dentro de las bacterias y detener la propagación de estos invasores. Antes del descubrimiento de los antibióticos a principios del siglo XX, las infecciones bacterianas eran responsables de brotes epidémicos catastróficos, como lo fue la epidemia denominada “cocoliztli” en México colonial, la cual se estima provocó la muerte de más de la mitad de la población originaria de nuestro país. La introducción del uso de los antibióticos capaces de tratar de manera exitosa infecciones que de otra forma serían mortales, cambió radicalmente el impacto y alcance de estos brotes epidémicos.

En el complejo escenario de la creciente resistencia a los antibióticos, surge otro factor crítico: la disminución en la investigación, desarrollo y aprobación de nuevos antibióticos. Hay tres razones principales detrás de esta tendencia. En primer lugar, muchos de los mecanismos de acción y moléculas efectivas ya han sido descubiertos, lo que limita las oportunidades de innovación. Por otro lado, los rigurosos requisitos regulatorios y la intensa competencia entre compañías farmacéuticas dificultan que los nuevos antibióticos lleguen a las etapas de pruebas en humanos. Finalmente, el proceso de desarrollo y aprobación de nuevos antibióticos representa un desafío significativo para las farmacéuticas.

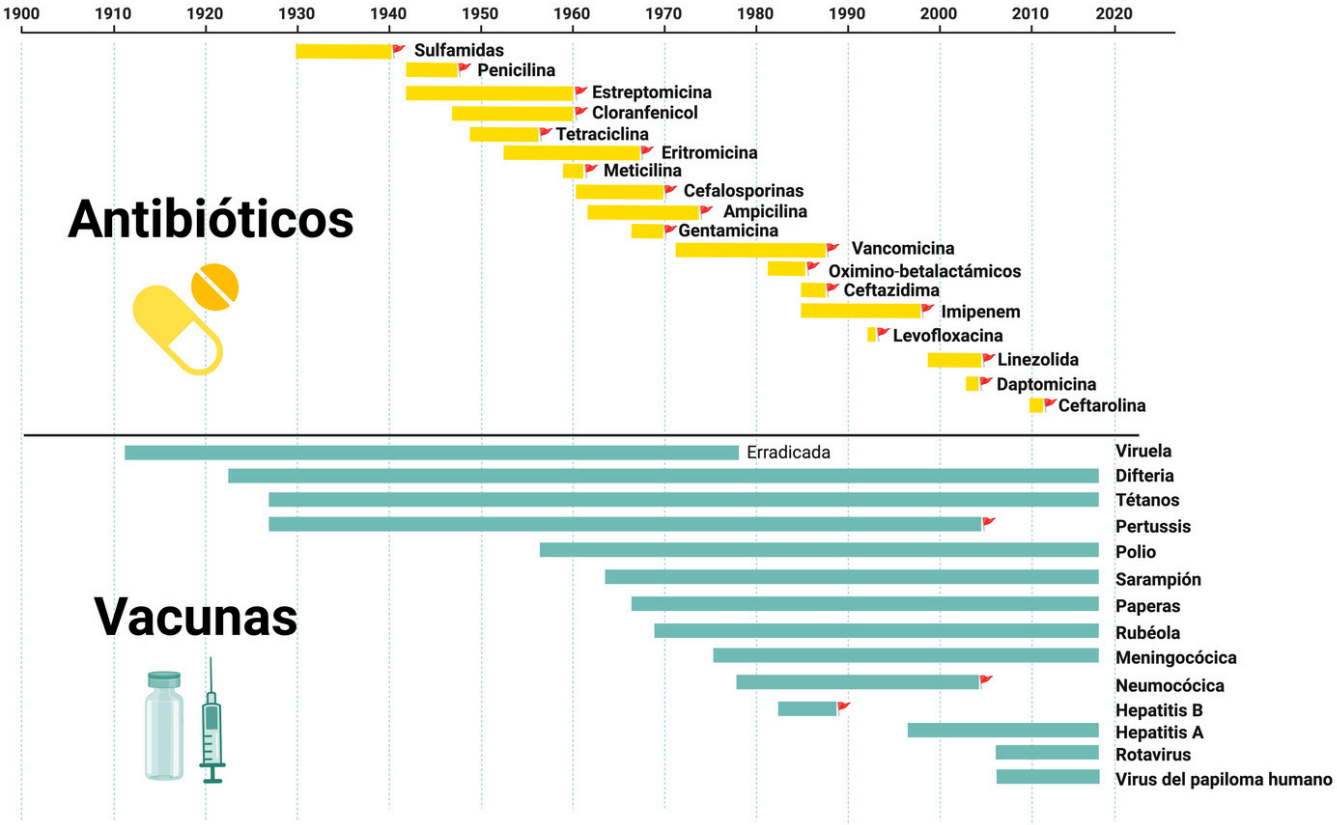
El desarrollo de nuevos antibióticos es largo y costoso, requiriendo una inversión de aproximadamente 1000 millones de dólares y tomando alrededor de 15 años, lo que representa una inversión de alto riesgo. Esta es la razón por la que son contados los antibióticos que han logrado salir a la venta y muy pocos se encuentran en etapas avanzadas de desarrollo.

¡Un golpe maestro! Vacunas: Un arma secreta en la lucha contra las súper bacterias

A medida que los microorganismos continúen evolucionando y se adapten a los antibióticos existentes, la necesidad de encontrar nuevas terapias se vuelve cada vez más urgente. En este panorama desafiante, surge un rayo de esperanza en forma de una estrategia probada y efectiva: las vacunas.

Las vacunas actúan como escudos protectores que fortalecen nuestras defensas antes de que tengamos contacto con los microbios que causan enfermedades. Al vacunarnos, preparamos nuestro sistema inmune como un ejército en constante alerta, de forma que al enfrentarse a los patógenos ya se encuentra preparado para luchar de una manera más rápida, eficiente y específica. Al final del día, por medio de distintos mecanismos de acción, tanto los antibióticos como las vacunas pueden ayudarnos a evitar desenlaces fatales y a reducir la gravedad y secuelas de las infecciones. No obstante, es evidente que los patógenos han desarrollado resistencia a los antibióticos de manera considerablemente más rápida que a las vacunas.

En la parte superior de la imagen, podemos observar una línea de tiempo en la que se muestra el año en el cual fue reportada por primera vez la existencia de bacterias resistentes a cada uno de los antibióticos de la lista. En contraste, en la parte inferior, se observa que en contadas ocasiones esto ha ocurrido con las vacunas, y cuando se ha reportado, éste proceso ha tomado mucho más tiempo en comparación con los antibióticos. Además, en el caso de las vacunas, a pesar de haberse reportado el surgimiento de microbios resistentes, éstos no han logrado mantenerse infectando a la



¡Las bacterias desarrollan resistencia a los antibióticos más rápido que a las vacunas!
En amarillo, se observa el camino hacia la resistencia de los antibióticos, y en verde, a las vacunas. Las banderas rojas señalan el primer reporte de resistencia, desde la introducción del tratamiento. Es importante señalar que no significa que estos medicamentos hayan dejado de utilizarse.
Imagen creada con BioRender®, modificada de la lectura complementaria 2, con autorización del autor.

población, por lo que las vacunas siguen siendo eficaces en proteger contra la enfermedad que causan dichos patógenos.

Pero, ¿cómo es que las vacunas pueden ayudarnos en la lucha contra la RAM? En primer lugar, las vacunas pueden prevenir infecciones causadas por bacterias tanto resistentes como sensibles a los antibióticos. Asimismo, las vacunas pueden proporcionar inmunidad colectiva, ofreciendo protección incluso a personas no vacunadas al reducir la transmisión de patógenos. De manera general, aquellos individuos con un esquema de vacunación completo, tienden a enfermarse de manera menos frecuente, lo que reduce el consumo indiscriminado de antibióticos. Por ejemplo, alguien vacunado contra la influenza tiene menos probabilidades de contraer la enfermedad y por lo tanto de recibir una prescripción errónea de antibióticos para su tratamiento.

Otro caso que ilustra el impacto positivo de las vacunas en la lucha contra la RAM es la vacuna contra el neumococo, que favoreció la reducción de las enfermedades causadas por esta bacteria, que en muchos de los casos es resistente a los antibióticos. Después del inicio de la aplicación de esta vacuna se observó que, entre la población vacunada, los casos que presentaban resistencia a un antibiótico como la penicilina disminuyeron en un 81%. Además, se observó una reducción general del 50% en el número total de casos resistentes a la penicilina, incluyendo niños y adultos no vacunados, demostrando así el concepto de inmunidad colectiva.

Por todas estas razones, en el 2021 la OMS reconoció la importancia de las vacunas en la

lucha contra la RAM y diseñó un plan estratégico para maximizar su impacto en esta lucha. Un beneficio más de la vacunación, la cual a nivel mundial se estima que durante los últimos 50 años ha salvado 154 millones de vidas, ¡lo que equivale a 6 vidas cada minuto!

Al utilizar vacunas, estamos preparando a nuestro sistema inmune para reconocer y combatir a los microorganismos que pueden enfermarnos, incluso aquellos que se han vuelto resistentes a los antibióticos. Esto significa que no solo estamos protegiéndonos a nosotros mismos, sino que también estamos ayudando a reducir la probabilidad de generar bacterias que sean más fuertes y resistentes contra los pocos antibióticos que tenemos disponibles.

PARA SABER MÁS

1. "Un nuevo informe insta a actuar con urgencia para prevenir una crisis causada por la resistencia a los antimicrobianos." *Organización Mundial de la Salud.* (2019). Consúltalo en: https://www.who.int/es/news/item/29-04-2019-new-report-calls-for-urgent-action-to-avert-antimicrobial-resistance-crisis
2. Kennedy, D. A., et al. "Why does drug resistance readily evolve but vaccine resistance does not?". *Proc. R. Soc. B* (2017). Consúltalo en: DOI: 10.1098/rspb.2016.2562
3. "Resistencia a los antimicrobianos." *Organización Mundial de la Salud.* (2021). Consúltalo en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance

LAS MENTES CREATIVAS

María Guadalupe García Valeriano
Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) e Instituto Politécnico Nacional (IPN). Ciudad de México, México.

Tania Rivera Hernández
Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT). Ciudad de México, México.
Contacto: tania.riverahernandez@gmail.com